ÍNDICE GENERAL.

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 2
I.1. PROYECTO. 2
I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO. 2
I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO. 2
I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO. 7
1.1.4. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL. 7
I.2. PROMOVENTE. 7
I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. 7
I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE. 7
I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. 7
I.2.4. CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL. 7
I.2.5. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES. 7
1.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 10
I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. 10
I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES. 10
I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO. 10
I.3.4. CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN DEL REPRESENTANTE TÉCNICO DEL ESTUDIO. 10
I.3.5. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO. 10

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen I. 1. Localización del proyecto. 3
Imagen I. 2. Vista Satelital. 4
Imagen I. 3. Vías de acceso al proyecto. 5
Imagen I. 4. Vértices del proyecto. 6
Imagen I. 5. Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones del Promovente. 8
Imagen I. 6. Vías de Acceso para Oír y Recibir Notificaciones del Promovente. 9
Imagen I. 7. Cédula de Licenciatura. 10
Imagen I. 8. Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones del Responsable de la Elaboración del Estudio. 11
Imagen I. 9. Vías de Acceso para Oír y Recibir Notificaciones del Responsable de la Elaboración del Estudio. 12

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla I. 1. Coordenadas del Proyecto. 2
Tabla I. 2. Relación de documentación legal. 7

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

I.1. PROYECTO.

Elaborar e insertar en este apartado un croquis (tamaño doble carta), donde se señalen las características de ubicación del proyecto, las localidades próximas, rasgos fisiográficos e hidrológicos sobresalientes y próximos, vías de comunicación y otras que permitan su fácil ubicación.

I.1.1. Nombre del Proyecto.

El proyecto que pongo a su consideración para su evaluación corresponde al siguiente:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO.

I.1.2. Ubicación del proyecto.

El proyecto se localiza en la Avenida Paseo del Mayab S/N, Lote 035-1, Manzana 016, entre Avenida Universidades y Avenida Hipocampo, Fraccionamiento Arrecifes, Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, CP. 77725. El Estado de Quintana Roo tiene una superficie de 50,843 km^2, que representan 2.2 % del territorio nacional, y se localiza al Sureste de México en la porción oriental de la Península de Yucatán, sus coordenadas geográficas son al norte 21°36´, al sur 19°49' de latitud norte; al este 86°43', al oeste 89°25' de longitud oeste. La posición geográfica que tiene en el del país colinda con otros lugares, al norte con el Golfo de México a lo largo de 165 km de costa, al este el Mar Caribe, al sur limita con Belice y Republica de Guatemala, al oeste con el estado de Campeche y noroeste con Yucatán. El Estado se conforma por 11 municipios, siendo el Municipio de Solidaridad donde se encuentra inmerso nuestro proyecto.

- El Municipio de Solidaridad se ubica en la porción norte del estado mexicano de Quintana Roo. Su cabecera municipal es la ciudad de Playa del Carmen. Está localizado geográficamente entre las coordenadas geográficas extremas, al Norte 20°45´, al Sur 19°46' de latitud Norte; al este 86°57' y al Oeste 88°05' longitud Oeste, del meridiano de Greenwich. Colinda al Norte con el estado de Yucatán y con los Municipios de Lázaro Cárdenas y Benito Juárez; al este con el Mar Caribe y el Municipio de Cozumel; al sur con el Mar Caribe y el Municipio de Felipe Carrillo Puerto y al oeste con el Municipio de Felipe Carrillo Puerto y el estado de Yucatán. El municipio tiene una extensión de 2,204.73 km^2, lo que representa el 8.35% de la superficie del Estado.

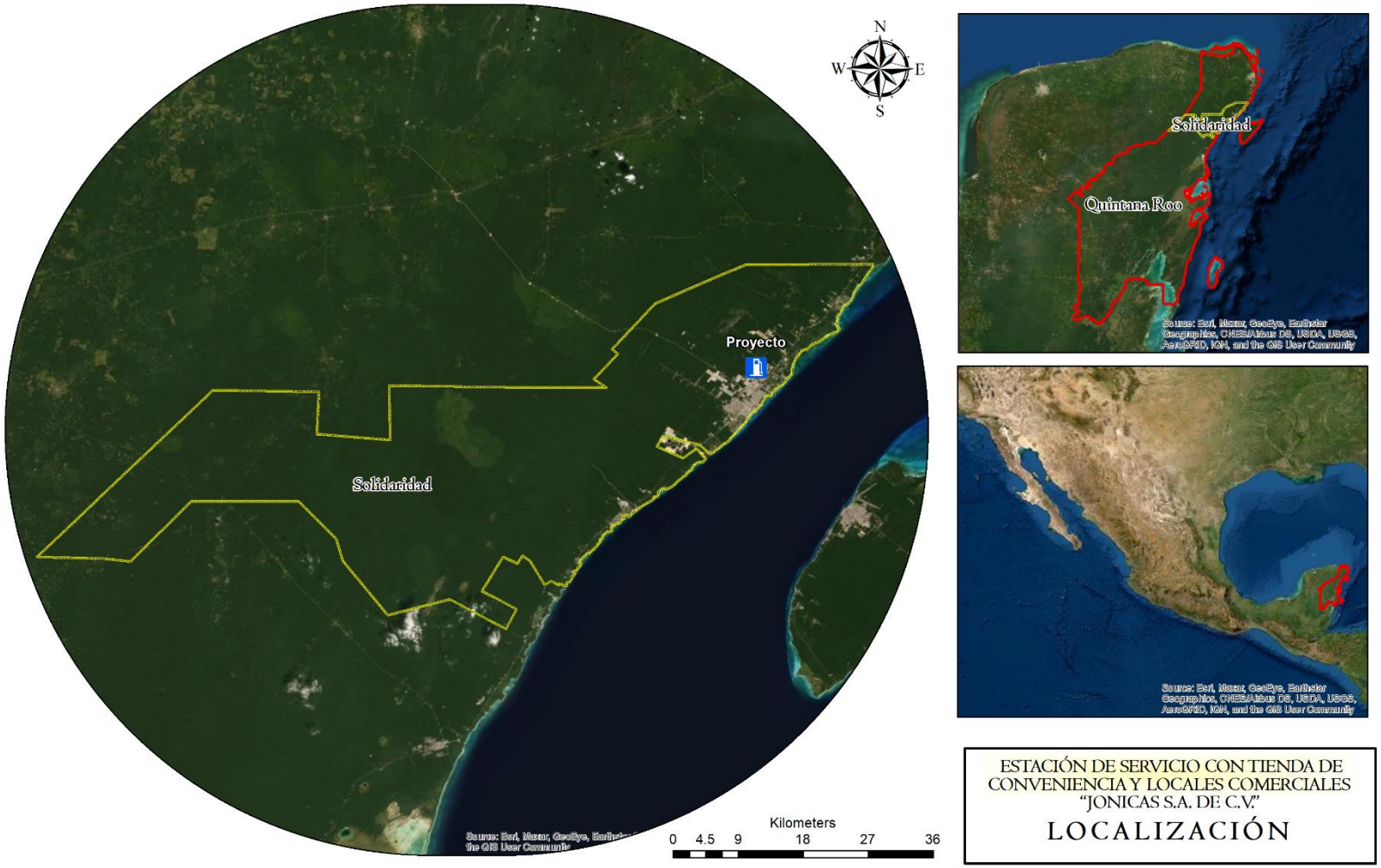
En la siguiente tabla se muestran las coordenadas del proyecto, calculadas con el datum WGS84, para la zona UTM -16N.

Tabla I. 1. Coordenadas del Proyecto.

	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LATITUD	LONGITUD
Vértice A	493129.09	2287088.74	-87° 3' 57.505"	20° 40' 59.526"
Vértice B	493183.09	2287053.66	-87° 3' 55.638"	20° 40' 58.385"
Vértice C	493147.67	2286999.13	-87° 3' 56.861"	20° 40' 56.611"
Vértice D	493090.41	2287036.50	-87° 3' 58.841"	20° 40' 57.826"

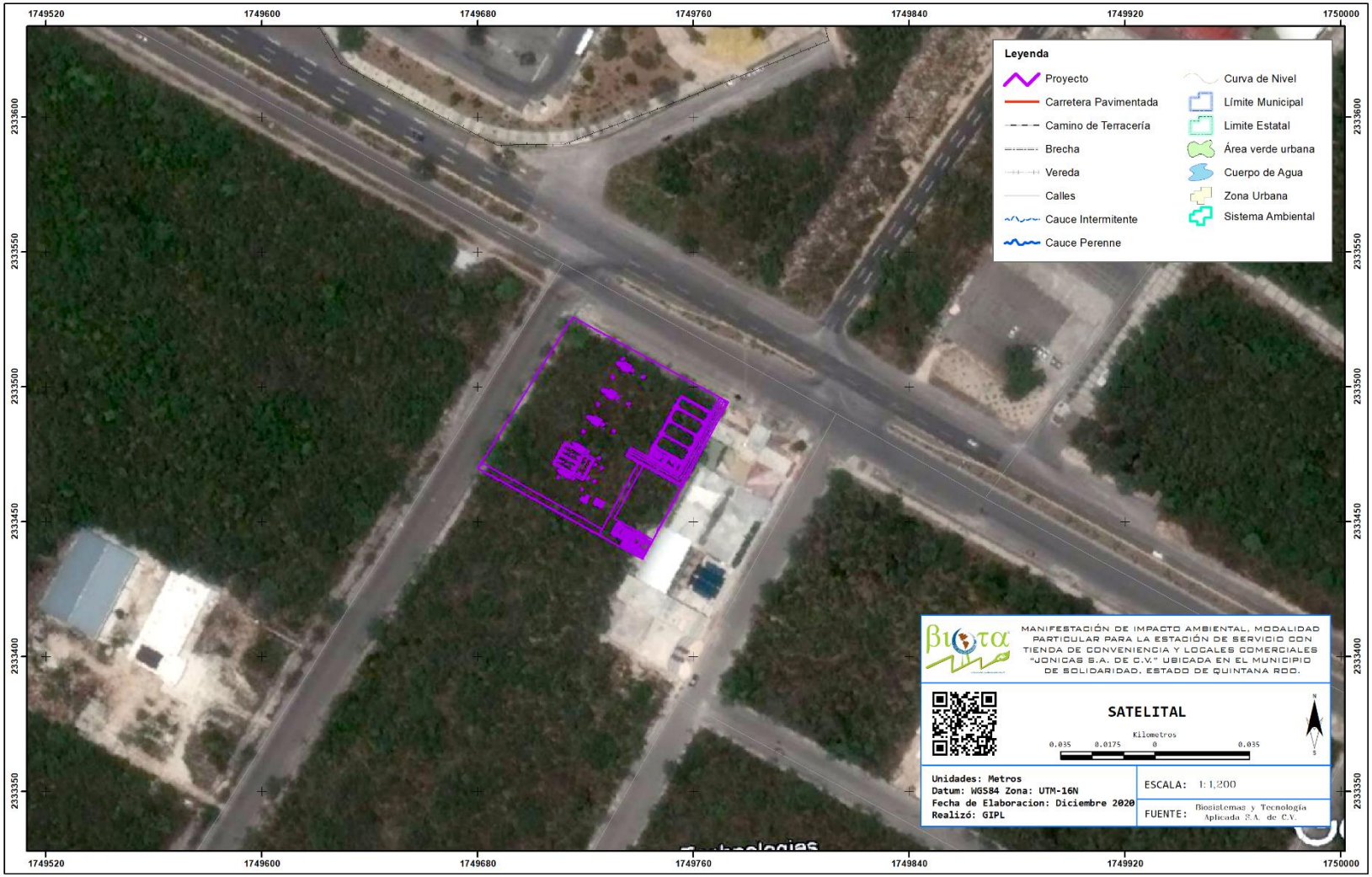
Fuente: Biota, 2021.

Imagen I. 1. Localización del Proyecto.



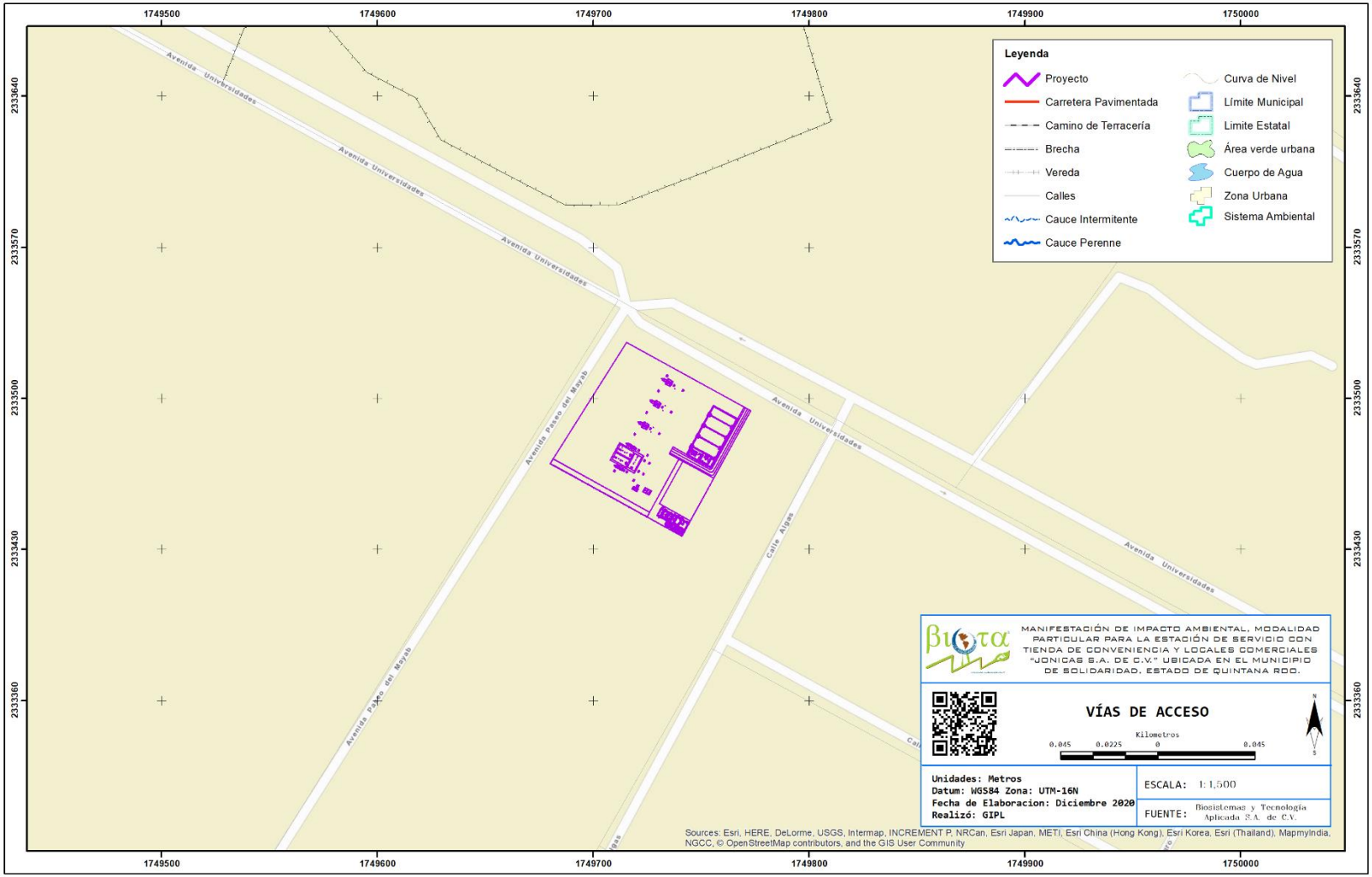
Fuente: Biota, 2021.

Imagen I. 2. Vista Satelital.



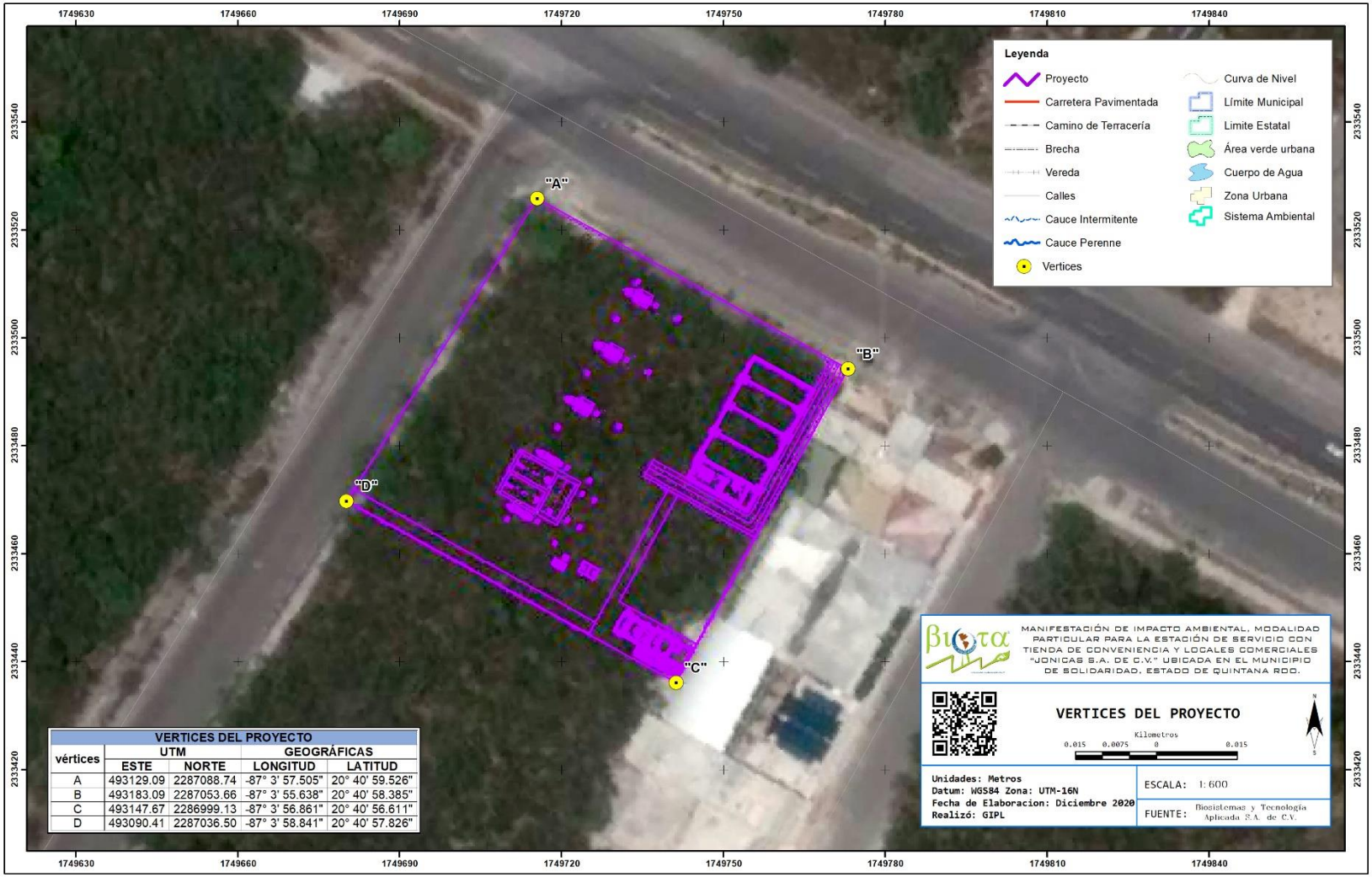
Fuente: Biota, 2021.

Imagen I. 3. Vías de acceso al Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

Imagen I. 4. Vértices del Proyecto.



VERTICES DEL PROYECTO				
vértices	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
A	493129.09	2287088.74	-87° 3' 57.505"	20° 40' 59.526"
B	493183.09	2287053.66	-87° 3' 55.638"	20° 40' 58.385"
C	493147.67	2286999.13	-87° 3' 56.861"	20° 40' 56.611"
D	493090.41	2287036.50	-87° 3' 58.841"	20° 40' 57.826"

Fuente: Biota, 2021

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto.

La vida útil del Proyecto que se tiene contemplada es de 50 años, sin embargo se considera que habrá un deterioro de las instalaciones alterando la infraestructura, maquinaria, así como las áreas verdes, pero con los programas de mantenimiento preventivo y correctivo que se tendrán en la Estación de Servicio, este periodo aumentara, es importante puntualizar que el abandono no está prevista por el Promovente, ya que considera el éxito económico, ambiental y social del proyecto, en función del análisis de mercado realizado previamente.

1.1.4. Presentación de la documentación legal.

A continuación, se muestra la relación de documentos legales que se anexan a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular.

Tabla I. 2. Relación de documentación legal.

DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN
1.- Acta Constitutiva .	Escritura Número Dos Mil Seiscientos Ochenta y Dos, Volumen Decimo Primero, Tomo "Tres", Folio Numero Diez Mil Cuatrocientos Setenta y Dos, Año Dos Mil Diecinueve, protocolizada por el Licenciado José Antonio Arjona Iglesias, Notario Publico Número Ocho, de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.
2.- RFC.	Homoclabe: JON190715TZ5.
3.- Poder Representante.	Acta de Asamblea Escritura Número Tres Mil Doscientos Veinticinco, Volumen Decimo Cuarto, Tomo "Dos", Folio Numero Trece Mil Doscientos Setenta y Siete, Año Dos Mil Veinte, protocolizada por el Licenciado José Antonio Arjona Iglesias, Notario Publico Número Ocho, de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.
4- Identificación Oficial.	Credencial para Votar del Instituto Federal Electoral, a nombre del C. Anuar Fayad Hassan, Apoderado Legal conforme lo estipulado en la Acta de Asamblea antes citada.
5.- Clave Única de Registro de Población.	Clave Única de Registro de Población del Representante Legal: FAHA690512HDFYSN07.
6.- Posesión del Predio.	Contrato de Compra – Venta, Instrumento Notarial Numero Doscientos Treinta y Tres, Volumen Uno, Tomo "Quinto", Folio Número Novecientos Setenta y Uno, Año Dos Mil Veinte, protocolizada por el Licenciado Armando Abraham Llanes Acereto, Notario Cuarenta, de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.
7.- Constancia de Uso de Suelo.	Numero de Oficio SOTMyS/DDUyF/SPU/2016/2020, Numero de Expediente SPU-CUS-0369-2020, fecha 6 de Noviembre de 2020, expedida por la Dirección de Desarrollo Urbano y Fisonomía de la Secretaria de Ordena miento Territorial y Municipal y Sustentabilidad.

Fuente: Biota, 2021.

Como se mencionó anteriormente dichos documentos se pueden consultar en los anexos del presente estudio.

I.2. PROMOVENTE.

I.2.1. Nombre o Razón Social.

La Razón Social del Promovente es: **"JONICAS S.A. DE C.V."**

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente.

El Registro Federal de Contribuyentes corresponde a la Homoclabe: JON190715TZ5.

I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal.

El Representante Legal corresponde al **C. Anuar Fayad Hassan**, quien funge como Apoderado Legal de la Razón Social **"JONICAS S.A. DE C.V."**, conforme el Acta de Asamblea Escritura Número Tres Mil Doscientos Veinticinco, Volumen Decimo Cuarto, Tomo "Dos", Folio Numero Trece Mil Doscientos Setenta y Siete, Año Dos Mil Veinte, protocolizada por el Licenciado José Antonio Arjona Iglesias, Notario Publico Número Ocho, de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.

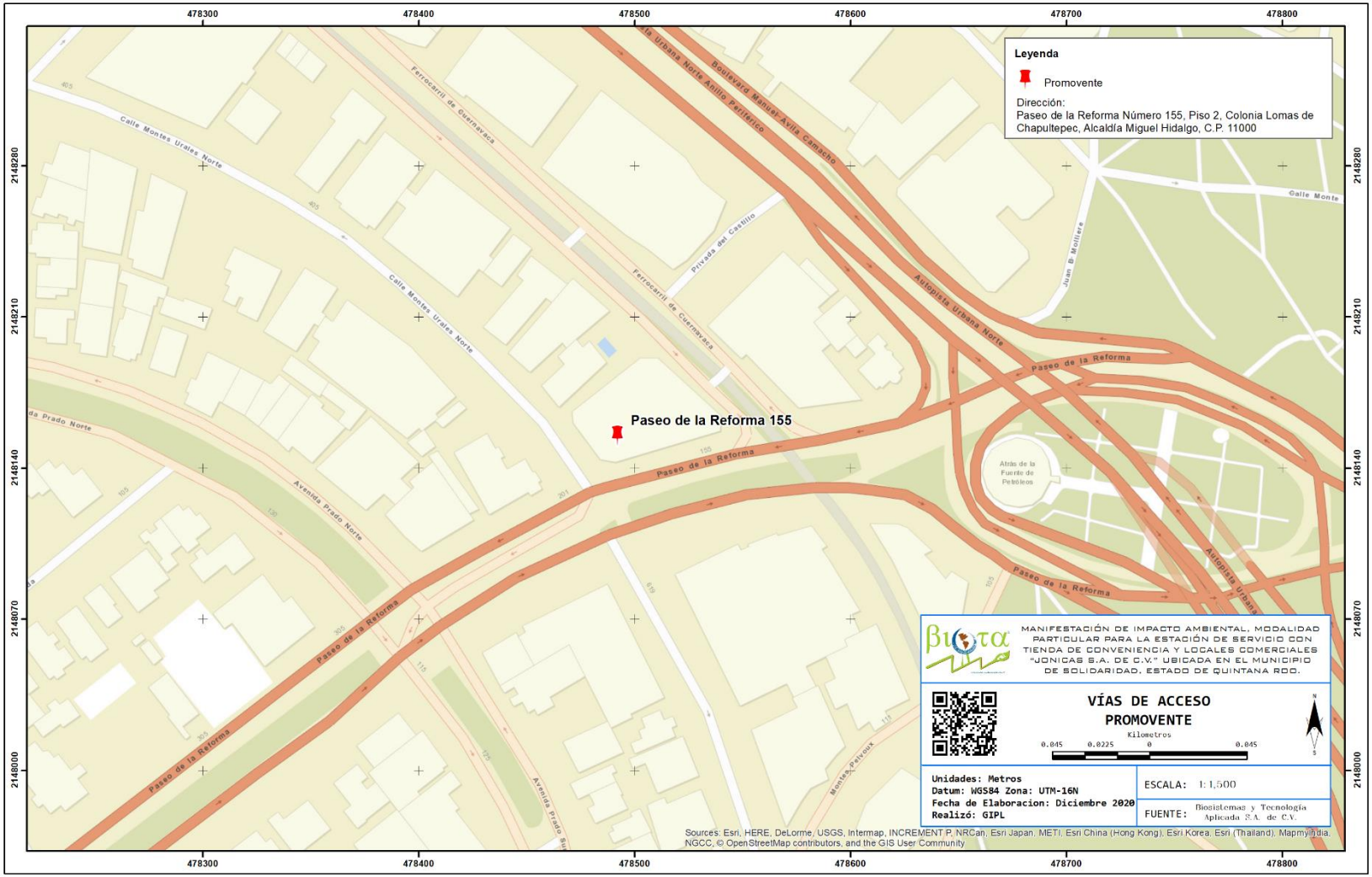
I.2.4. Clave Única de Registro de Población del Representante Legal.

La Clave Única de Registro de Población del Representante Legal es: [redacted] Clave Única de Registro de Población del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.2.5. Dirección del Promovente o de su Representante Legal para Oír y Recibir Notificaciones.

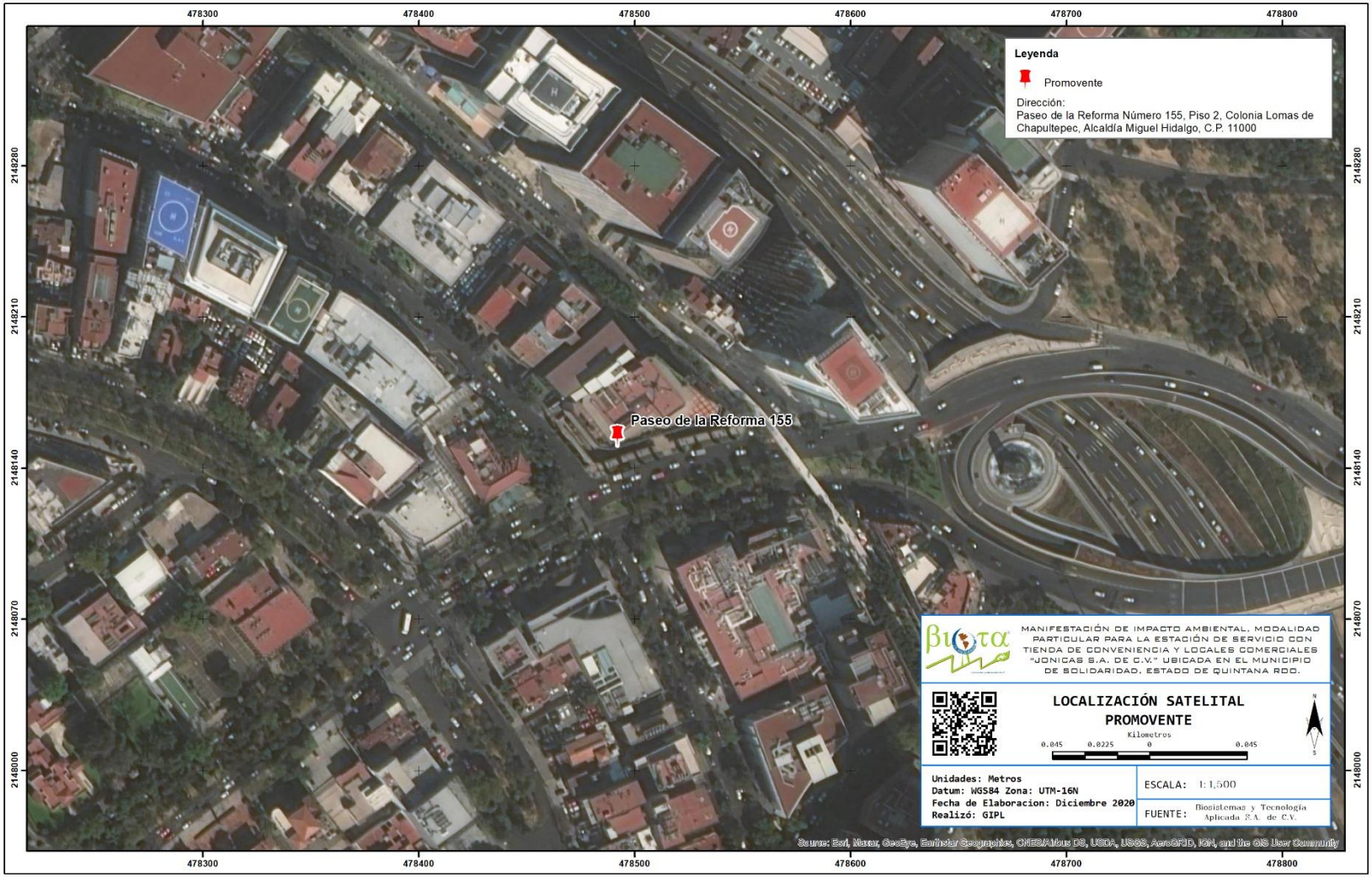
La dirección del promovente para oír o recibir notificaciones es: [redacted] Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Imagen I. 5. Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones del Promovente.



Fuente: Biota, 2021.

Imagen I. 6. Vías de Acceso para Oír y Recibir Notificaciones del Promovente.



Fuente: Biota, 2021.

1.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

I.3.1. Nombre o Razón Social.

La empresa responsable de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, para el proyecto:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO.

Corresponde a **Biosistemas y Tecnología Aplicada S.A. de C.V.**

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.

El Registro Federal de Contribuyentes corresponde a la Homoclabe: BTA000222FQ5.

I.3.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio.

El Responsable Técnico del presente trabajo es el Biólogo Raúl Julio Bahena Castillo, a continuación, se presenta los datos de la Cédula Profesional.

Imagen I. 7. Cédula de Licenciatura.

Firma y Clave Única de Registro Poblacional del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Fuente: Biota, 2021.

I.3.4. Clave Única de Registro de Población del Representante Técnico del estudio.

La Clave Única de Registro de Población del Representante Técnico corresponde a: [redacted]

I.3.5. Dirección del Responsable Técnico del estudio.

La empresa Biosistemas y Tecnología Aplicada SA de CV, se encuentra localizada en: [redacted]

Domicilio, Teléfono, Correo Electrónico, Registro Federal de Contribuyentes y Clave Única de Registro Poblacional del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116

Imagen I. 8. Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones del Responsable de la Elaboración del Estudio.

Fuente: Biota, 2021.

Imagen I. 9. Vías de Acceso para Oír y Recibir Notificaciones del Responsable de la Elaboración del Estudio.

Fuente: Biota, 2021.

ÍNDICE GENERAL.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 3
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO. 3
II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO. 3
II.1.2. SELECCIÓN DEL SITIO. 13
II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN. 14
II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA. 21
II.1.5. DIMENSIONES DEL PROYECTO. 21
II.1.6. USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS. 22
II.1.7. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS. 25
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 29
II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO. 29
II.2.2. PREPARACIÓN DEL SITIO. 30
II.2.3. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO. 31
II.2.4. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN. 31
II.2.5. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 33
II.2.6. DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO. 53
II.2.7. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO. 53
II.2.8. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS. 54
II.2.9. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA. 54
II.2.10. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS. 55

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen II. 1. Módulo de Abastecimientos tipo para Estación de Servicio. 11
Imagen II. 2. Representación Gráfica Regional. 15
Imagen II. 3. Representación Gráfica Local. 16
Imagen II. 4. Localización del proyecto. 17
Imagen II. 5. Vista Satelital. 18
Imagen II. 6. Vías de acceso al proyecto. 19
Imagen II. 7. Vértices del proyecto. 20
Imagen II. 8. Plano Arquitectónico del Proyecto. 23
Imagen II. 9. Uso de suelo en el proyecto. 24
Imagen II. 10. Centros de Concentración Masiva que rodean al predio del proyecto en un radio de 500 metros. 27
Imagen II. 11. Atlas Nacional de Riesgo en un radio de 500 metros. 28
Imagen II. 12. Diagrama del proceso y procedimiento de operación. 33
Imagen II. 13. Procedimiento de descarga en tanque de almacenamiento. 34
Imagen II. 14. Diagrama de flujo de procedimiento. 35
Imagen II. 15. Diagrama de flujo del procedimiento en la Estación de Servicio. 35
Imagen II. 16. Controles Volumétricos en Estaciones de Servicio. 36
Imagen II. 17. Organigrama de una Estación de Servicio Tipo. 37

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla II. 1. Capacidad de Almacenamiento de la Estación de Servicio. 3
Tabla II. 2. Dispensarios para el Despacho de Combustible. 3
Tabla II. 3. Actividad principal según SCIAN. 4
Tabla II. 4. Pozos de observación mínimos. 8
Tabla II. 5. Pozos de monitoreos. 9
Tabla II. 6. Comportamiento vehicular de la afluencia sobre las vialidades del proyecto. 14
Tabla II. 7. Coordenadas del Proyecto. 14
Tabla II. 8. Desglose de la inversión requerida. 21
Tabla II. 9. Cuadro de Áreas Condensado. 22
Tabla II. 10. Cuadro de Áreas Estación. 22
Tabla II. 11. Cuadro de Área Total de Construcción. 22
Tabla II. 12. Distancia del proyecto a zonas de concentración masiva a un Radio de 500 metros. 25

Tabla II. 13. Distancia del proyecto a zonas de concentración masiva a un Radio de 500 metros de acuerdo al Atlas de Riesgo. 25
Tabla II. 14. Actividades dentro del Programa de Trabajo. 29
Tabla II. 15. Infraestructura Etapa de Construcción. 30
Tabla II. 16. Cronograma Actividades para la Estación de Servicio. 30
Tabla II. 17. Áreas por construir en la Estación de Servicio. 31
Tabla II. 18. Maquinaria por emplear en la etapa de preparación del sitio. 31
Tabla II. 19. Material por emplear en la construcción. 32
Tabla II. 20. Personal requerido para la construcción. 32
Tabla II. 21. Puestos necesarios para la operación de la Estación de Servicio. 36
Tabla II. 22. Programas de actualización y capacitación para los distintos puestos. 40
Tabla II. 23. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo. 47
Tabla II. 24. Bitácora de Mantenimiento. 52
Tabla II. 25. Emanaciones de compuestos volátiles durante el venteo. 54

ÍNDICE DE GRAFICAS.

Gráfica II. 1. Comportamiento vehicular de la afluencia sobre las vialidades del proyecto. 13

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía II. 1. Vista Actual del predio utilizado para el proyecto de la Estación de Servicio. 12

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

II.1.1. Naturaleza del proyecto.

El proyecto se trata de una Estación de Servicio la cual incluye Tienda de Conveniencia y Locales Comerciales, en una superficie de 4,300.34 m^2 y una superficie de construcción de 1,010.82 m^2, esta contará con tres tanques de almacenamiento con una capacidad total de 210,000 litros al 100%. Los tanques con sus capacidades y los dispensarios a instalar se indican en el siguiente cuadro:

Tabla II. 1. Capacidad de Almacenamiento de la Estación de Servicio.

TANQUE	CAPACIDAD LITROS
Gasolina Magna Sin	**70,000**
Gasolina Premium	**70,000**
Diesel	**70,000**
TOTAL	**210,000**

Fuente: Biota, 2021.

Tabla II. 2. Dispensarios para el Despacho de Combustible.

DISPENSARIOS	NUMERO DE POSICIONES DE CARGA	NUMERO DE MANGUERAS DE GASOLINA MAGNA SIN	NUMERO DE MANGUERAS DE GASOLINA PREMIUM	NUMERO DE MANGUERAS DE DIESEL
1	2	2	2	
2	2	2	2	
3	2	2	2	
4	2	2	2	
5	2	2	2	2
TOTALES	**10**	**10**	**10**	**2**

Fuente: Biota, 2021.

Por la Naturaleza del Proyecto y conforme a la Normatividad Ambiental, el Proyecto se clasifica de la siguiente manera:

El artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente **(LGEEPA)** establece que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaria establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o repasar lo límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

> **II- <u>Industria del petróleo</u>,** petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

Que el articulo 5, inciso D), fracción IX, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental **(REIA)** establece que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaria en materia de impacto ambiental:

D) ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS.

IX. Construcción y operación de instalaciones para la producción, transporte, almacenamiento, distribución y **expendio al público de petrolíferos** y

Así mismo de acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, SCIAN se presenta la siguiente tabla con su clasificación y su descripción.

Tabla II. 3. Actividad principal según SCIAN.

SECTOR	SUBSECTOR	RAMA	SUBRAMA	CLASE
46	**468**	**4684**	**46841**	**468411**
Comercio al por menor	Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes	Comercio al por menor de combustibles, aceites y grasas lubricantes	Comercio al por menor de combustibles	Comercio al por menor de gasolina y diésel. Unidades económicas (gasolinerias) dedicadas principalmente al comercio al por menor especializado de gasolina y diésel.

Fuente: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/SCIAN/presentación.aspx.

Por otra parte, es importante señalar que la Estación de Servicio cumplirá con lo solicitado en la Norma Oficial Mexicana NOM-005-ASEA-2016, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de Diésel y Gasolinas, donde se solicita entre otras cosas lo siguiente:

- **Pisos de Circulación:** En el diseño de pavimentos, para la construcción de los pisos de circulación, se considerará y aplicara los resultados de los análisis estructurales y las memorias técnicas para las cargas en la instalación, tal y como se señaló en el estudio de Mecánica de suelos.
    1. **Pavimento en la zona de abastecimiento de combustibles:** Serán de concreto armado o concreto hidráulico con refuerzo secundario de fibras sintéticas en áreas de despacho de vehículos ligeros y de concreto armado en áreas de despacho de vehículos pesados; y tendrá una pendiente mínima del 1% hacia los registros del drenaje aceitoso. Las losas de dicho pavimento deben ser de acuerdo con el análisis estructural y tendrán un espesor no menor de 15 cm. No se utilizarán endurecedores metálicos en la construcción del nivel final de los pisos de concreto.
    2. **Pavimento en área para almacenamiento de combustibles**: El pavimento en esta área será de concreto armado con un espesor mínimo de 15 cm cuando no exista circulación vehicular y un mínimo de 20 cm cuando exista circulación vehicular; la resistencia del concreto y armado del acero de refuerzo se realizarán con base en el cálculo estructural. La cubierta de concreto armado de la fosa de tanques quedará al mismo nivel del piso de las zonas adyacentes y la pendiente será del 1% hacia los registros del drenaje aceitoso.
    3. **Circulaciones vehiculares internas y áreas de estacionamiento:** En las Estaciones de Servicio que se localicen en áreas urbanas, el piso de las zonas de circulación y de estacionamiento será de concreto armado, asfalto, adoquín u otros materiales similares. Se podrá utilizar pavimento de concreto hidráulico con refuerzo secundario de fibras sintéticas en áreas de circulación de vehículos ligeros. Las Estaciones de Servicio que se construyen al margen de carreteras requieren diseñar y habilitar carriles para facilitar el acceso y salida segura.

- **Servicios Sanitarios:** Sus materiales de construcción también son incombustibles en su totalidad, se utilizan para el público en general y personal que labora en la Estación de Servicio. Así mismo el drenaje será independientes y exclusivos el cual captura las aguas residuales de estos servicios.

- **Construcción de red de drenaje:** La Estación de Servicio contará con drenajes independientes y exclusivos utilizados para lo siguiente:
  - ✓ **Pluvial:** Captará exclusivamente las aguas de lluvia provenientes de las diversas techumbres de la Estación de Servicio y las de circulación que no correspondan al área de almacenamiento y despacho de combustibles.
  - ✓ **Aceitoso:** Captará las aguas aceitosas provenientes de las áreas de despacho, almacenamiento, cuarto de sucios.
  - ✓ **Sanitario:** Es el que captura exclusivamente las aguas residuales de los servicios sanitarios.

  Los diámetros de las tuberías serán determinados con base en los resultados del proyecto de instalación. El diámetro de los cabezales será de 15 cm (6 pulg) o superior. En el caso de drenajes aceitosos, la tubería será de materiales que resistan la corrosión de residuos aceitosos. Los recolectores de líquidos aceitosos tales como registros y trampas de combustibles, deben ser construidos de concreto armado, polietileno de alta densidad o fibra de vidrio que cuenten con certificados UL. En el caso de instalar sistemas separadores de combustibles, éstos contarán con un gabinete separador con rejilla de acero, dispositivo de filtración coalescente, módulos recolectores con filtros conectados al gabinete separador y entradas pasa-hombre para los módulos recolectores. Los registros que no sean del drenaje aceitoso deben ser construidos de tabique con aplanado de cemento-arena y un brocal de concreto en su parte superior, o prefabricados. Las rejillas metálicas para los colectores del drenaje pluvial y aceitoso deben ser de acero electroforjado o similar y deben soportar el tránsito de vehículos. Las medidas del registro no excederán de 700 mm x 500 mm, en su interior. La pendiente de las tuberías de drenaje será de al menos 2%. La pendiente del piso hacia los registros recolectores será del al menos 1%. La profundidad de la excavación para alojar las tuberías de drenaje será mayor a 60 cm desde el nivel de piso terminado a la parte superior del tubo, sin que se altere la pendiente establecida. Cuando el material de la tubería utilizada sea polietileno de alta densidad y corrugada (acostillada), esta podrá colocarse a por lo menos 0.30 m de profundidad. La caída de aguas pluviales de las techumbres hacia el piso debe canalizarse a través de tubería al sistema de drenaje pluvial de la Estación de Servicio. En la zona de almacenamiento se deben ubicar registros que puedan captar el derrame de combustibles, y que cumplan con las características establecidas en esta sección. El volumen de agua recolectada en las zonas de almacenamiento y despacho pasará por la trampa de combustibles y combustibles, antes de conectarse al sistema para el aprovechamiento y reúso de aguas residuales o al colector municipal.

- **Tuberías y accesorios para conducción de combustibles:** Las características y materiales de tuberías codos, coples, "T", válvulas y sellos flexibles y demás accesorios empleados deben cumplir los requisitos establecidos en los Códigos NFPA 30 y ASTM A53 o Códigos o Normas que las modifiquen o sustituyan, así como estar certificados con UL-971. Las tuberías de combustibles subterráneas deben ser nuevas de doble pared; las cuales consisten en una tubería primaria (interna) y una secundaria (externa), que van desde el contenedor de la bomba hasta el contenedor del dispensario. El sistema de tuberías para la conducción de combustibles líquidos (gasolinas y diésel) debe contar con un sistema de detección de fugas en línea, a la descarga de la bomba, de acuerdo con lo dispuesto en el Código NFPA 30A, o Código o Norma que la modifique o sustituya. En tuberías de pared doble se emplearán como materiales acero-acero (los cuales deben cumplir con certificación y los requisitos establecidos en ASTM A53), acero-fibra de vidrio (los cuales deben cumplir con certificación y los requisitos establecidos en UL-971), fibra de vidrio-fibra de vidrio (los cuales deben cumplir con certificación y los requisitos establecidos en UL-971) o material flexible termoplástico de doble pared (los cuales deben cumplir con certificación y los requisitos establecidos en UL-971). En la intersección de la tubería de combustible y de recuperación de vapores con el contenedor se instalarán sellos mecánicos (botas). Cuando la tubería de combustibles sea rígida, se instalará un conector flexible a la salida de la bomba y a la llegada de los dispensarios, en la zona del contenedor. El material de los accesorios para conectar la tubería de combustible con el dispensario podrá ser

acero al carbono negro sin costura o con recubrimiento galvanizado cuando la conexión se localice dentro de los contenedores de derrames. La transición de tubería de combustible o de llenado remoto, de superficial a subterránea, se realizará dentro de un contenedor de fibra de vidrio o polietileno de alta densidad, en el que se instalarán todos los dispositivos de transición y un sensor para detectar fugas o derrames de combustibles.

- **Instalación eléctrica:** Al concluir el proceso de construcción se deberá tener un dictamen donde demuestre que la Estación de Servicio fue verificada por una Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas (UVIE) acreditada y aprobada en términos de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización. Se pueden utilizar para la iluminación sistemas o tecnologías alternas de tal forma que permitan la operación de la Estación de Servicio, para el suministro Normal de energía eléctrica o para emergencias sistemas alternos de generación y/o almacenamiento de energía eléctrica como las plantas de energía eléctrica con motor de combustión interna, celdas solares, sistemas eólicos, o cualquier otro sistema que permita la operación de la Estación de Servicio. Los conductores de un circuito intrínsecamente seguro no se instalarán en el mismo ducto, caja de conexiones o de salida y otros accesorios, con conductores de otro circuito, a menos que pueda instalarse una barrera adecuada que separe los conductores de los respectivos circuitos. En las acometidas eléctricas y de tierras físicas a contenedores de dispensarios y motobombas de tanques de almacenamiento, las instalaciones eléctricas deben ser herméticas. Para impedir la filtración de vapores, fluidos y humedad al aislamiento exterior de los conductores eléctricos, se aplicará al sello eléctrico, una fibra y compuesto sellador aprobado y cajas a prueba de explosión. Los tableros para el centro de control de motores estarán localizados en una zona exclusiva para instalaciones eléctricas, la cual por ningún motivo debe estar ubicada en el cuarto de máquinas ni en las áreas clasificadas de las divisiones 1 y 2. La Estación de Servicio tendrá mínimo cuatro interruptores de emergencia (“paro de emergencia”) de golpe (tipo hongo) que desconecten de la fuente de energía a todos los circuitos de fuerza para la Estación se proponen (**8 Paros**), así como al alumbrado en dispensarios, los cuales deben ser a prueba de explosión con clasificación aprobada para áreas de la clase I, grupo D, divisiones 1 y 2. El alumbrado general debe permanecer encendido. Los interruptores estarán localizados en el interior de la oficina de control de la Estación de Servicio donde habitualmente exista personal, en la fachada principal del edificio de oficinas, en la zona de despacho y en la zona de almacenamiento, independientemente de cualquier otro lugar. Los botones de estos interruptores deben ser de color rojo y se colocarán a una altura de 1.70 m a partir del nivel de piso terminado. Si por limitaciones de espacio el área donde queden alojados los tableros y el centro de control de motores se localiza en áreas peligrosas, los equipos eléctricos que se instalen deben ser a prueba de explosión o clase NEMA-7 (NEMA, National Electrical Manufacturers Association), o bien se instalará un equipo de presurización de acuerdo con la NFPA 496, o Código o Norma que la modifique o sustituya.

- **Tanques de almacenamiento:** La Estación de Servicio contara con tres tanques de almacenamiento, cada uno con capacidad de 70,000 L al 100% de su capacidad, son de tipo subterráneo. Para el proyecto y conforme a la Mecánica de Suelos y en función de las condiciones estratigráficas y geotécnicas determinadas. Los tanques deberán cumplir con lo requerido en NOM-005-ASEA-2016, donde solicita que el contenedor primario sea de acero al carbono y su diseño, fabricación y prueba estará de acuerdo con lo indicado por el código UL-58 o código o norma que la modifique o la sustituya. El contenedor secundario dependiendo del tipo de material utilizado, debe cumplir con lo señalado por los códigos UL-58 ó UL-1316 ó UL-1746, o códigos o normas que las modifiquen o las sustituyan. Su colocación es a través de la excavación y el tipo de la fosa se realizará conforme a los resultados del estudio de mecánica de suelos (**Ver Anexo**).
  Cuando la fosa que aloja los tanques no sea de concreto armado y/o mampostería, se deben estabilizar los taludes de la fosa. Mediante la instalación de mallas geotextiles de poliéster se evitará la contaminación del material de relleno de la fosa. Se deben proteger las construcciones adyacentes a la fosa donde se colocarán los tanques. La distancia entre la colindancia del predio

adyacente y el límite de la excavación para la fosa será de por lo menos 1.50 m, dependiendo de los resultados y recomendaciones del estudio de mecánica de suelos o análisis geotécnico que se tenga que hacer para garantizar la estabilidad de los tanques. Los tanques subterráneos se localizarán con respecto a las bases o cimentación de éstos de tal forma que no haya interferencias dañinas entre sí con los bulbos de presión, así como, la consideración de distancias para la instalación del sistema de detección de fugas. La distancia de cualquier parte del tanque a la pared más cercana de cualquier sótano o excavación se hará de acuerdo con lo señalado por el Código NFPA 30A, o Código o Norma que la modifique o sustituya y estará definida por el cálculo estructural realizado, con base en las recomendaciones de cimentaciones que se indiquen en el estudio de mecánica de suelos. La colocación de tanques se debe hacer conforme a las especificaciones y recomendaciones del fabricante, así como a lo señalado en el Código NFPA 30 y PEI-RP-100, o Código o Norma que las modifiquen o sustituyan. La colocación de los tanques debe garantizar la estabilidad del conjunto fosa-tanque de almacenamiento, con base en las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos y en el resultado del cálculo estructural avalado por el Director Responsable de la Obra. Los tanques de almacenamiento de combustible pueden quedar colocados bajo módulos de despacho o abastecimiento, siempre y cuando tanto el tanque como el diseño de la Estación de Servicio considere refuerzos para soportar las cargas adicionales generadas por la techumbre y los vehículos del área de despacho, y que además incluya accesos para la inspección, limpieza y en su caso reparación de equipos, accesorios y tuberías. Los tanques subterráneos deben ser cubiertos con el material de relleno (gravilla, granzón, arena inerte u otro material recomendado por el fabricante del tanque) hasta el lecho bajo de la losa tapa de la fosa de tanques, o bien con material tepetate; tomar en cuenta que el cálculo de la losa tapa no transmita cargas a los tanques, y en su colado se dejará una flecha para que absorba el asentamiento Normal de la misma. Cuando los tanques estén en áreas expuestas al tránsito vehicular, se les protegerá con una profundidad mínima de 0.80 m del nivel de piso terminado al lomo de tanque. Cuando no estén en áreas expuestas al tránsito vehicular, la profundidad, debe ser por lo menos de 0.50 m a la misma referencia. La profundidad máxima del tanque medida desde el nivel de piso terminado al lomo de este no excederá de 2.00 m. Cuando la profundidad sea mayor que el diámetro del tanque o si la presión en el fondo de este es mayor a 69 kPa (10 psi), se consultará al fabricante para que determine si se requiere colocar refuerzos al tanque. Al concluir la colocación de los tanques de almacenamiento, se verificará su profundidad real, considerando las diferencias que existan, la profundidad no debe ser menor a 0.50 m en áreas sin circulación vehicular y 0.80 m en áreas de circulación vehicular; ni superior a 2.20 m. Las conexiones para todas las boquillas de los tanques de almacenamiento deben ser herméticas, se protegerán todas las boquillas contra derrames de líquido y posible liberación de vapores. Las bocatomas de llenado y recuperación de vapores se localizarán fuera de edificios y en una zona libre de cualquier fuente de ignición y a no menos de 1.50 m de cualquier apertura de los edificios, de acuerdo con lo señalado en el Código NFPA 30A, o Código o Norma que la modifique o sustituya. Dentro de la fosa donde se alojen los tanques se dejarán 60 cm del corte del terreno al paño del tanque y entre tanques, cuando se coloquen en la misma excavación. Adicionalmente, para la colocación del tanque se tomarán en cuenta los siguientes factores:

- ✓ a. El desnivel resultante de las tuberías de combustibles y recuperación de vapor del dispensario más alejado hacia los tanques debe tener una pendiente de 1%.
- ✓ b. La cama de gravilla u otro material de relleno autorizado a colocarse en el fondo de la fosa donde descansarán los tanques, no será menor a 30 cm de espesor.
- ✓ c. El diámetro del tanque a instalar.
- ✓ d. En todos los casos, la profundidad estará medida a partir del nivel de piso terminado hasta el lomo del tanque incluyendo el espesor de la losa de concreto del propio piso.
- ✓ e. En todos los casos la profundidad del lomo de todos los tanques ubicados en la misma fosa al nivel del piso terminado debe ser la misma.

De acuerdo con las características del terreno, se determinará el tipo de anclaje y relleno que se requiera para sujetar los tanques en fosa seca o fosa húmeda. Cuando no se construya fosa de

concreto, tabique o mampostería, los anclajes deben hacerse sobre vigas o "muertos" de concreto, los cuales se localizarán a los lados del tanque (30 cm fuera de la "proyección") a todo lo largo del tanque y hasta sobresalir 30 cm en ambas direcciones. Cuando se construyan fosas de concreto, tabique o mampostería, el tanque no se colocará directamente sobre el piso de la fosa, debiéndose utilizar una cama de gravilla o material de relleno de 30 cm o más de espesor. Una viga o "muerto" de concreto puede ser utilizado para sujetar dos tanques, colocando puntos de anclaje independientes para cada tanque y calculando previamente el esfuerzo de flotación. En caso de requerirse, en el piso del fondo de la fosa se construirá un cárcamo de bombeo de por lo menos 60 cm de profundidad, de tal manera que en ese punto reconozca el agua que por alguna causa llegue a estar dentro de la fosa. Una vez rellenada la fosa hasta el lomo del tanque, se colocarán los contenedores, las tuberías para combustibles y de recuperación de vapores de los dispensarios al tanque de almacenamiento. Las Conclusiones y Recomendaciones del Estudio de Mecánica de Suelos se presentan en los anexos (**Ver Anexo**).

- **Pozos de observación.** Estos pozos deben ser instalados dentro de la fosa de los tanques, en el relleno de gravilla, de acuerdo con lo señalado en los Códigos NFPA 30 y API-RP-1615, o Códigos o Normas que las modifiquen o sustituyan. Como mínimo la disposición de los pozos de observación será como se indica a continuación:

Tabla II. 4. Pozos de observación mínimos.

NÚMERO DE TANQUES EN LA MISMA FOSA.	POZOS REQUERIDOS.	UBICACIÓN EN LA FOSA.
1	1	Cerca del extremo más bajo del tanque.
2 a 4	2	En esquinas diagonales.
Más de 4	Variable	A definir según posición de los tanques

Fuente: NOM-005-ASEA-2016.

Cuando exista 1 o 2 pozos de observación en la fosa de los tanques de almacenamiento, éstos pueden ser ubicados preferentemente en la parte más baja de la excavación o fosa de concreto, tabique o mampostería, dentro del cárcamo que se construya para los líquidos acumulados. Los pozos deben cumplir con las características siguientes:

1. Tubo ranurado de 102 mm (4 pulg) de diámetro interior mínimo cédula 40 u 80 en material de polietileno de alta densidad o PVC y deben cumplir con certificación y los requisitos establecidos en ASTM 1785 o estándar o Norma que la sustituya, con tapa roscada en su extremo inferior de PVC, acero inoxidable o bronce, y con ranuras con una dimensión no mayor a 1 mm. El tubo ranurado debe ser el especificado en el diseño de fábrica, no se permite ranurar manualmente los tubos. Los pozos de observación deben enterrarse en un cárcamo hasta el fondo y llevarse a nivel superficie de la losa tapa de la fosa.
2. En el tubo, una tapa superior metálica o de polietileno que evite la infiltración de agua o líquido en el pozo. En el registro una tapa de acero o polietileno que evite la infiltración de agua o líquido al registro. En este registro se aplicará cemento pulido en las paredes de este y se aplicará pintura epóxica para evitar infiltraciones de agua pluvial al interior de la fosa.
3. Una capa de bentonita en la parte superior del pozo, cubriendo el tubo liso, de un espesor mínimo de 0.60 m y anillo de radio a partir de 102 mm (4") y sello de cemento para evitar el escurrimiento a lo largo del tubo.
4. Una tapa superior metálica que evite la infiltración de agua o líquido al pozo. En el registro se aplicará cemento pulido en las paredes de este y se aplicará pintura epóxica para evitar infiltración de agua pluvial al interior de la fosa. La tapa debe quedar 25.4 mm (1 pulg) a nivel del piso terminado.
5. Opcionalmente se instalarán sensores electrónicos para monitoreo de vapores de hidrocarburos, y la conexión eléctrica para lectura remota puede recibirse en la consola del sistema de control de inventarios de los tanques.

La identificación de los pozos será con su registro y tapa cubierta de color blanco y un triángulo equilátero pintado de negro al centro de dicha cubierta. Para el proyecto se han considerado mínimo la instalación de **4 Pozos de Observación**.

- **Pozos de monitoreo.** Se instalarán cuando el nivel freático más cercano a la superficie (somero) esté a menos de 10.00 m de profundidad, de acuerdo con lo señalado en los Códigos NFPA 30 y API-RP-1615, o Códigos o Normas que las modifiquen o sustituyan. Si el nivel de las aguas subterráneas está arriba del nivel de excavación de las fosas de tanques, los pozos de monitoreo se sustituyen por pozos de observación. Se instalarán pozos de monitoreo, en el perímetro del terreno, cuando sea indicado por el informe preventivo. Si se conoce el sentido de escurrimiento del agua subterránea se debe instalar un pozo de monitoreo en el lindero donde la corriente de agua pase más abajo. Los pozos deben tener las características siguientes:
    1. Tubo liso de 102 mm (4 pulg) de diámetro interior, cédula 40 u 80, en material de polietileno de alta densidad o PVC y deben cumplir con certificación y los requisitos establecidos en ASTM 1785 o estándar o Norma que la modifique o sustituya, con ranuras de 2.5 mm en su parte inferior y tapa roscada en su extremo inferior de PVC, acero inoxidable o bronce. La sección ranurada del tubo se instalará al menos 3 m (10 pies) por debajo del nivel freático.

Tabla II. 5. Pozos de monitoreos.

TIPO DE SUELO.	TAMAÑO DE LA RANURA (EN MM).
Arcilla / limo	0.25 a 0.50
Arena mediana	1
Arena fina	
Arena gruesa	
Arena muy gruesa	
Gravilla muy fina	
Gravilla fina	

Fuente: NOM-005-ASEA-2016.

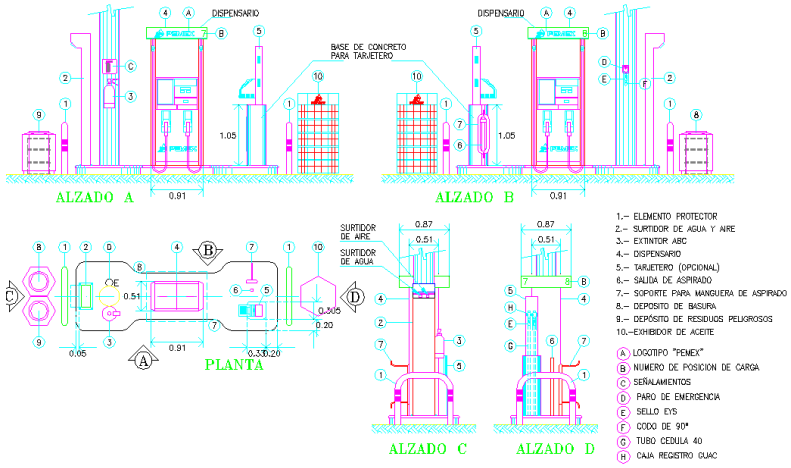
    2. Una masa filtrante e inerte de arena sílica, malla 30-40 (distribución del tamaño de partícula o material granular), en la parte ranurada del tubo.
    3. Una capa de bentonita arriba de la arena sílica de un espesor mínimo de 0.60 m para evitar la contaminación del pozo.
    4. Una capa de bentonita en la parte superior del pozo, cubriendo el tubo liso, de un espesor mínimo de 0.60 m y anillo de radio a partir de 102 mm (4") y sello de cemento para evitar el escurrimiento a lo largo del tubo.
    5. Una tapa superior metálica que evite la infiltración de agua o líquido en el pozo. En el registro se aplicará cemento pulido en las paredes de este y se aplicará pintura epóxica para evitar infiltración de agua pluvial al interior de la fosa. La tapa debe quedar a 25.4 mm (1 pulg) del nivel del piso terminado.
    6. Opcionalmente se instalarán sensores electrónicos para monitoreo de vapores de Hidrocarburos, la información debe recibirse en la consola del sistema de control de inventarios de los tanques.
    7. La identificación de los pozos será con su registro y cubierta metálica, de color amarillo y un triángulo equilátero pintado de negro al centro de dicha cubierta.

Para el Estudio de Mecánica de suelos se encontró el Nivel Freático a la superficie explorada que fue de 4.20 y 3.20 m de profundidad, medidos estos con respecto al nivel de brocal de los sondeos, por lo que se deberá de considerar su instalación en el proyecto.

- **Módulos de Despacho:** Contará con un área de despacho dentro de la Estación la cual tendrá 5 islas sencillas, 4 para el despacho de Gasolina Magna Sin-Gasolina Premium y 1 para el despacho de Gasolina Magna Sin-Gasolina Premium-Diesel para un total de 10 posiciones de carga, las cuales

cuentan con una plataforma de piso de concreto armado, lo que permite la colocación adecuada de los vehículos. La instalación de los dispensarios es conforme a la distribución señalada en el plano arquitectónico (**Ver Anexo**) guardarán distancias entre sí y los diversos elementos arquitectónicos que conforman la Estación de Servicio, por lo que se aplicarán, como mínimo, las distancias solicitadas en NOM-005-ASES-2016, punto 6.2.7.

Imagen II. 1. Módulo de Abastecimientos tipo para Estación de Servicio.



Fuente: Memoria Descriptiva, 2021.

Se hace la aclaración que los puntos solicitados así como todos los que incluye la Norma correspondiente se cumplirán tal y como se demuestra en el Plano Arquitectónico, la Memoria Descriptiva del Proyecto y el Estudio de Mecánica de Suelo, todos ellos anexos en el presente, para su corroboración, y que una vez que se construya se verificara por la Unidad de Verificación Acreditada para dicho fin, todo esto conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-005-ASEA-2016, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de Diésel y Gasolinas.

Fotografía II. 1. Vista Actual del predio utilizado para el proyecto de la Estación de Servicio.

Fuente: Biota, 2021.

II.1.2. Selección del sitio.

El predio se encuentra ubicado en la Avenida Paseo del Mayab S/N, Lote 035-1, Manzana 016, entre Avenida Universidades y Avenida Hipocampo, Fraccionamiento Arrecifes, Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, CP. 77725. Es importante mencionar que este tipo de proyectos están en función de oportunidades de mercado en la zona, al no existir Estaciones de Servicio en la periferia y cumplir con las distancias reglamentarias solicitadas por cualquier normatividad, cualquier sitio es viable para una estación de servicio, tal es el caso del presente proyecto, en las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto. Cabe destacar que la construcción de la obra, operación y adecuado funcionamiento del proyecto, las únicas actividades a realizar consisten en la recepción, almacenamiento y venta de Gasolina y Lubricantes, así como como productos básicos en la tienda de conveniencia y un local comercial, dentro de unas vialidades de alta intensidad, en una zona con uso habitacional, comercial y de servicios, por lo que el proyecto se integra a la gran cantidad de usos comerciales y de servicios que se encuentran en la periferia y colindancia del predio. La selección del sitio se realizó analizando las características funcionales relevantes de la zona (ver gráficas y tablas siguientes) donde la distribución de servicios, comercios y dinámica urbanística favorece la existencia de un ambiente propicio para el proyecto, que permitirá integrarse a las necesidades de abastecimiento de combustible de la población que vive o que transite regularmente en la zona, como se muestra en la afluencia vehicular de la vialidad de influencia. Otro punto a su favor del proyecto es que el Uso de Suelo esta permitido para la Instalación de Estaciones de Servicio (Gasolinerias), tal y como se estable en el Oficio Numero SOTMyS/DDUyF/SPU/2016/2020, Numero de Expediente SPU-CUS-0369-2020, fecha 6 de Noviembre de 2020, expedida por la Dirección de Desarrollo Urbano y Fisonomía de la Secretaria de Ordena miento Territorial y Municipal y Sustentabilidad **(Ver Anexo)**.

Gráfica II. 1. Comportamiento vehicular de la afluencia sobre las vialidades del proyecto.

Fuente: Biota, 2021.

Tabla II. 6. Comportamiento vehicular de la afluencia sobre las vialidades del proyecto.

Hora	No. de vehículos Promedio / día	Hora	No. de vehículos Promedio / día	Hora	No. de vehículos Promedio / día
05-06	1645	12-13	1544	19-20	2269
06-07	3142	13-14	1438	20-21	2415
07-08	3499	14-15	1276	21-22	1605
08-09	3247	15-16	1220	22-23	594
09-10	2359	16-17	1553	23-0	248
10-11	2149	17-18	1668	0 en adelante	174
11-12	2097	18-19	1852		
Total, por día					35,994
Total, de vehículos a la semana					251,958
Total, de Vehículos al mes					1,079,820

Fuente: Biota, 2021.

Otro criterio de importancia es que la zona cuenta con toda la capacidad existente para recibir la infraestructura proyectada, así como un intenso tráfico vehicular durante las 24 horas del día.

II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización.

El proyecto se localiza en la Avenida Paseo del Mayab S/N, Lote 035-1, Manzana 016, entre Avenida Universidades y Avenida Hipocampo, Fraccionamiento Arrecifes, Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, CP. 77725. El Estado de Quintana Roo tiene una superficie de 50,843 km^2, que representan 2.2 % del territorio nacional, y se localiza al Sureste de México en la porción oriental de la Península de Yucatán, sus coordenadas geográficas son al norte 21°36´, al sur 19°49' de latitud norte; al este 86°43', al oeste 89°25' de longitud oeste. La posición geográfica que tiene en el del país colinda con otros lugares, al norte con el Golfo de México a lo largo de 165 km de costa, al este el Mar Caribe, al sur limita con Belice y Republica de Guatemala, al oeste con el estado de Campeche y noroeste con Yucatán. El Estado se conforma por 11 municipios, siendo el Municipio de Solidaridad donde se encuentra inmerso nuestro proyecto.

- El Municipio de Solidaridad se ubica en la porción norte del estado mexicano de Quintana Roo. Su cabecera municipal es la ciudad de Playa del Carmen. Está localizado geográficamente entre las coordenadas geográficas extremas, al Norte 20°45´, al Sur 19°46' de latitud Norte; al este 86°57' y al Oeste 88°05' longitud Oeste, del meridiano de Greenwich. Colinda al Norte con el estado de Yucatán y con los Municipios de Lázaro Cárdenas y Benito Juárez; al este con el Mar Caribe y el Municipio de Cozumel; al sur con el Mar Caribe y el Municipio de Felipe Carrillo Puerto y al oeste con el Municipio de Felipe Carrillo Puerto y el estado de Yucatán. El municipio tiene una extensión de 2,204.73 km², lo que representa el 8.35% de la superficie del Estado.

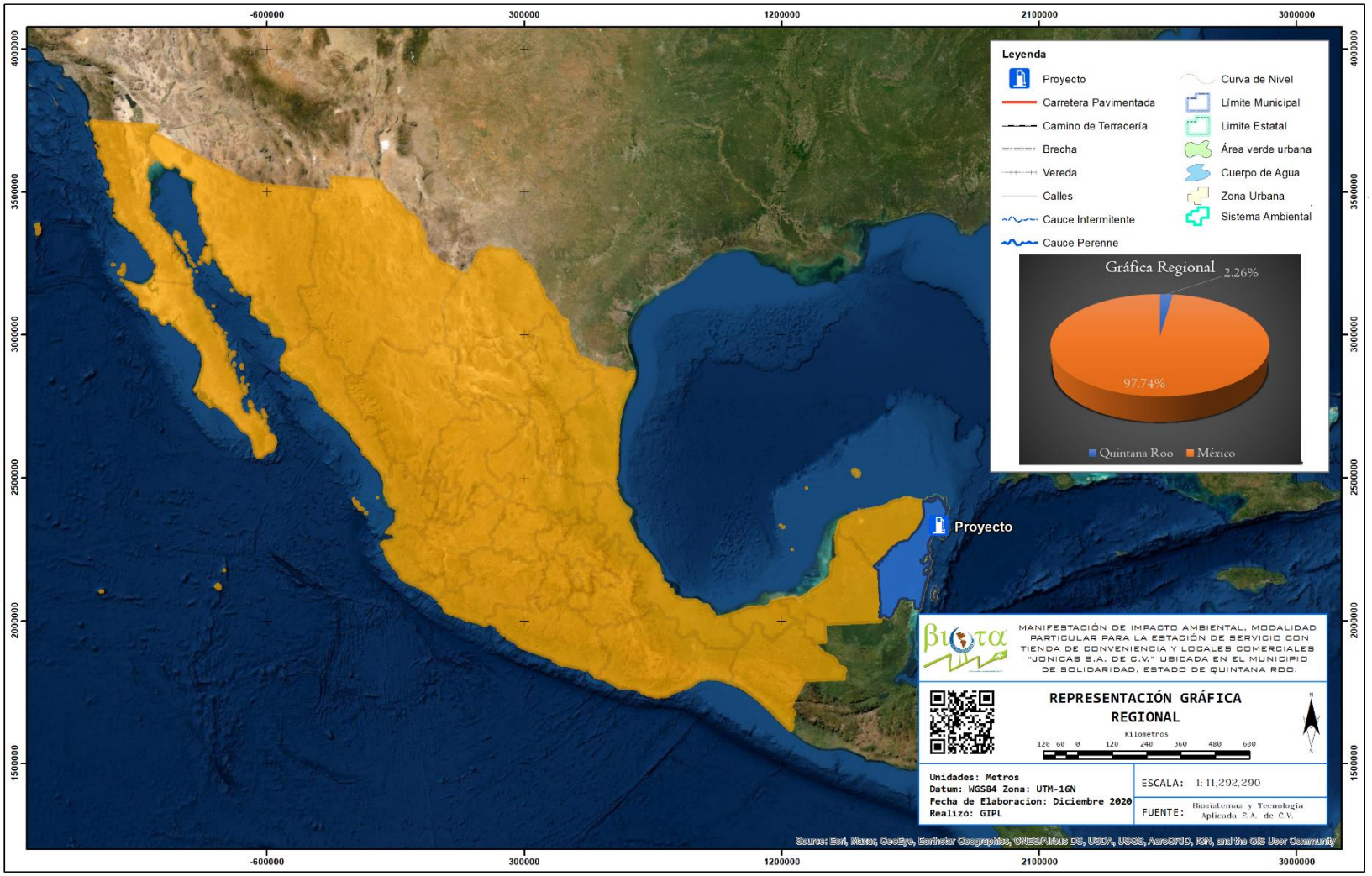
En la siguiente tabla se muestran las coordenadas del proyecto, calculadas con el datum WGS84, para la zona UTM -16N.

Tabla II. 7. Coordenadas del Proyecto.

	UTM		GEOGRÁFICAS	
	Este	**Norte**	**Latitud**	**Longitud**
Vértice A	493129.09	2287088.74	-87° 3' 57.505"	20° 40' 59.526"
Vértice B	493183.09	2287053.66	-87° 3' 55.638"	20° 40' 58.385"
Vértice C	493147.67	2286999.13	-87° 3' 56.861"	20° 40' 56.611"
Vértice D	493090.41	2287036.50	-87° 3' 58.841"	20° 40' 57.826"

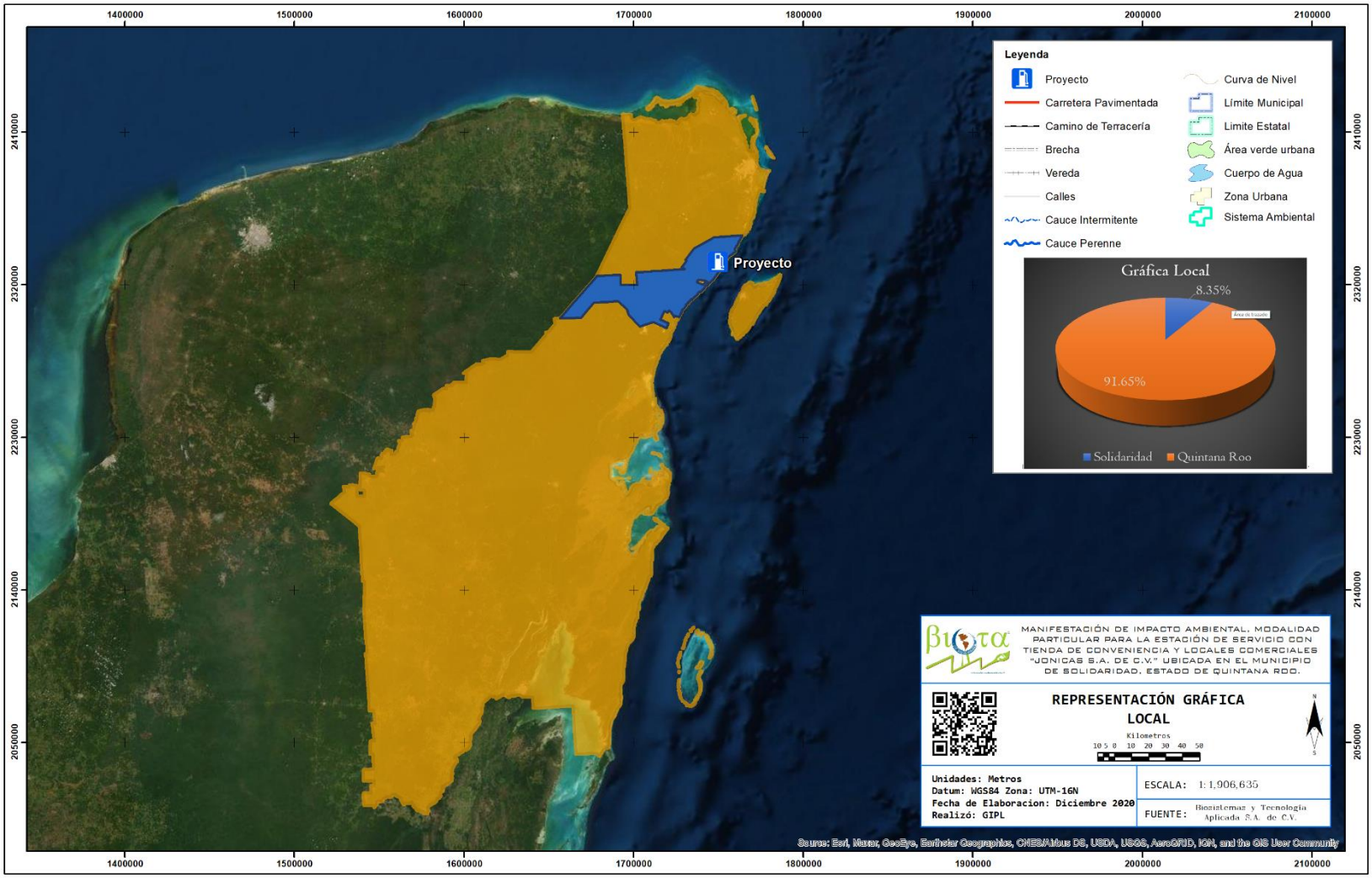
Fuente: Biota, 2021.

Imagen II. 2. Representación Gráfica Regional.



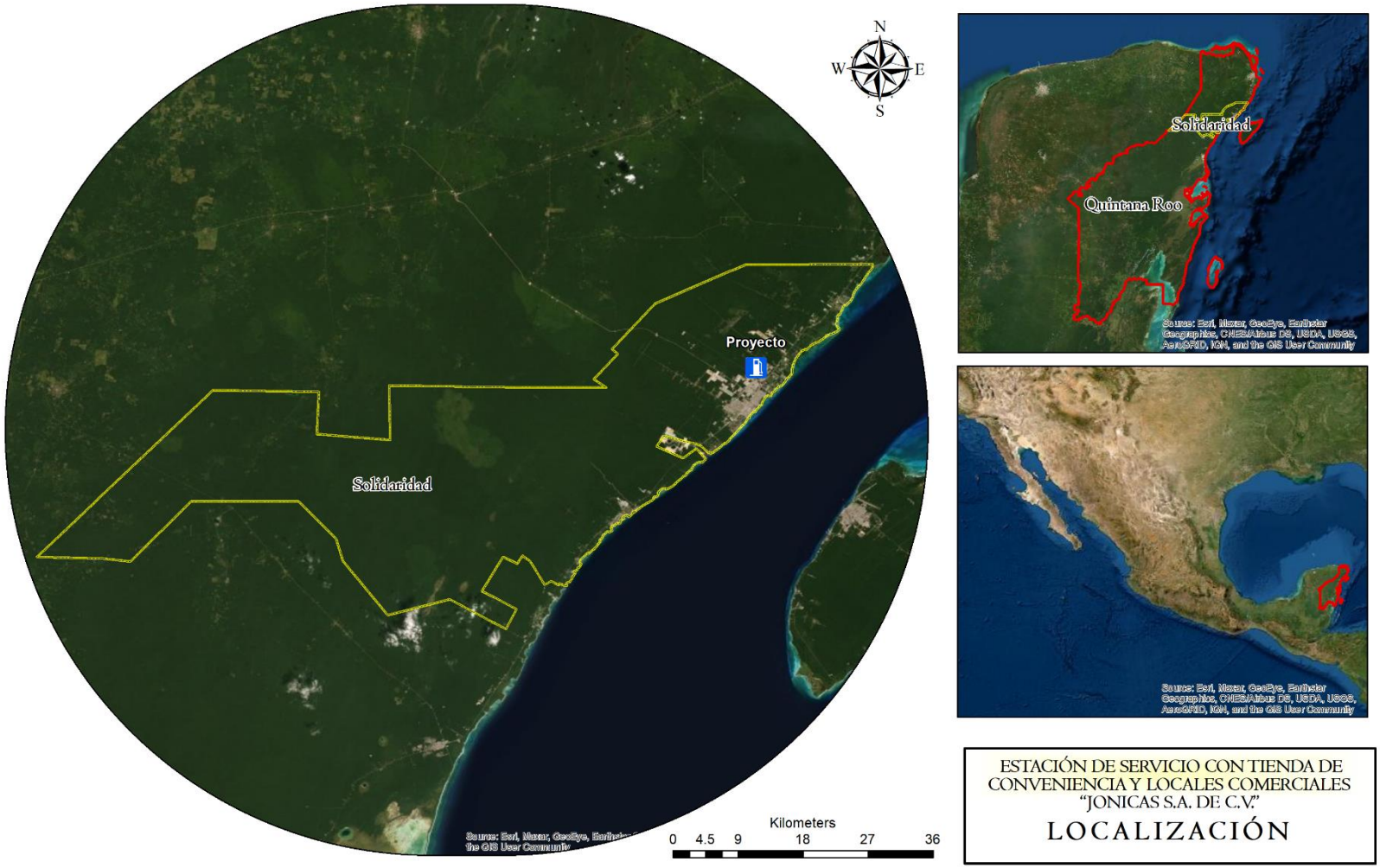
Fuente: Biota, 2021.

Imagen II. 3. Representación Gráfica Local.



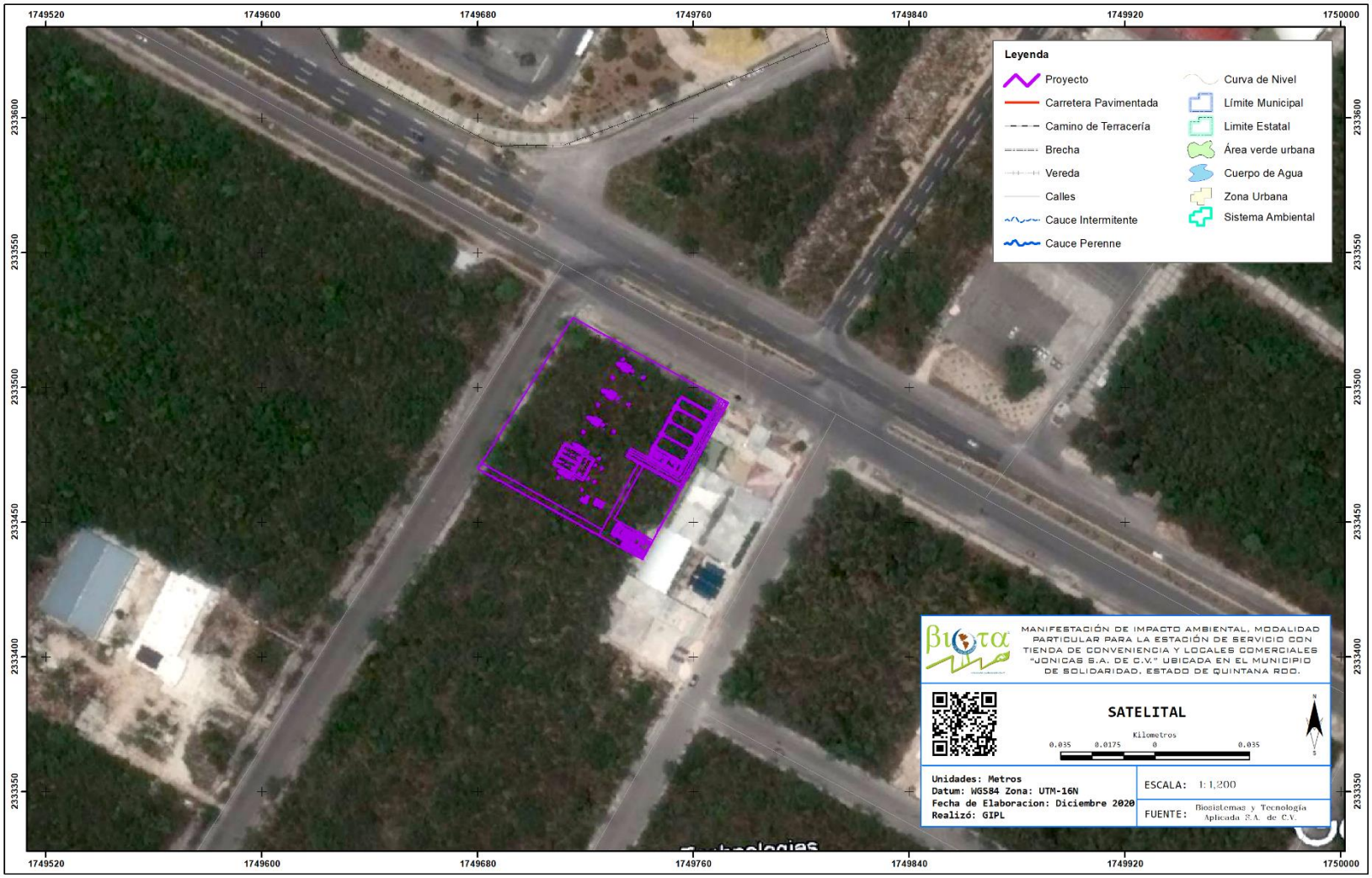
Fuente: Biota, 2021.

Imagen II. 4. Localización del proyecto.



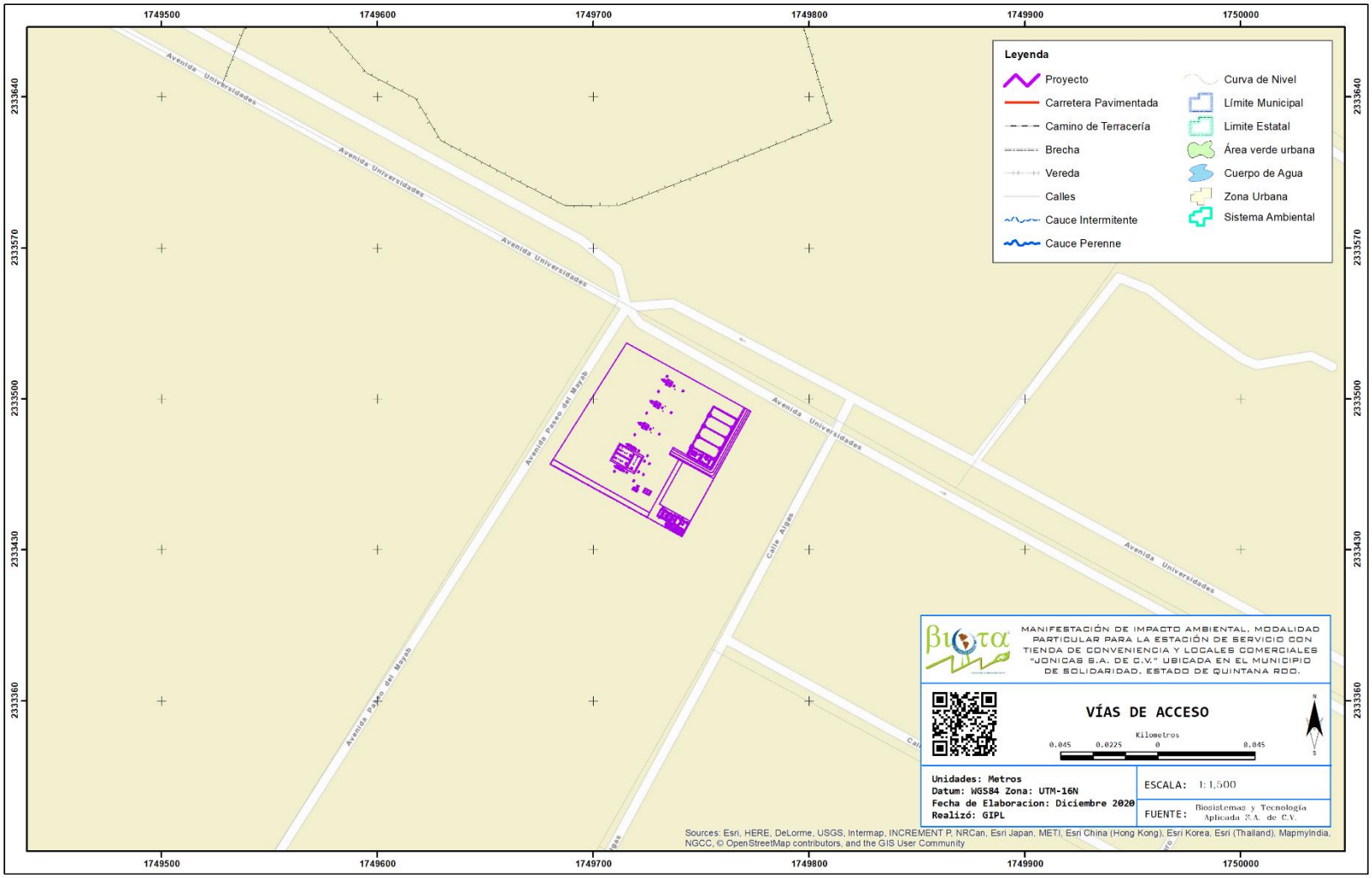
Fuente: Biota, 2021.

Imagen II. 5. Vista Satelital.



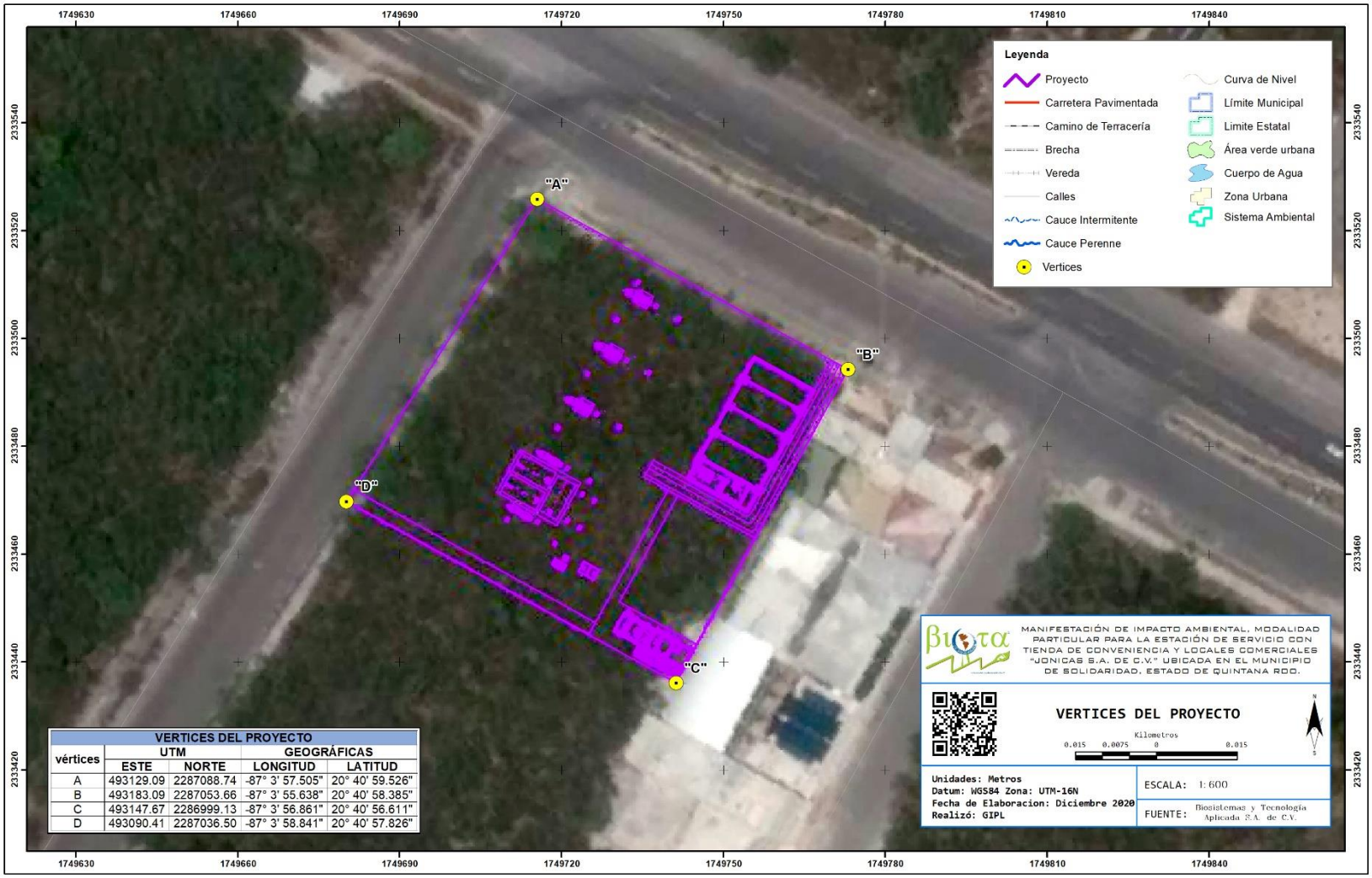
Fuente: Biota, 2021.

Imagen II. 6. Vías de acceso al proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

Imagen II. 7. Vértices del proyecto.



VERTICES DEL PROYECTO				
vértices	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
A	493129.09	2287088.74	-87° 3' 57.505"	20° 40' 59.526"
B	493183.09	2287053.66	-87° 3' 55.638"	20° 40' 58.385"
C	493147.67	2286999.13	-87° 3' 56.861"	20° 40' 56.611"
D	493090.41	2287036.50	-87° 3' 58.841"	20° 40' 57.826"

Fuente: Biota, 2021.

II.1.4. Inversión requerida.

El costo estimado de la **ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO**, es de más de Número de Cuenta Bancaria de la Persona Moral, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Tabla II. 8. Desglose de la inversión requerida.

TERRACERÍAS	Número de Cuenta Bancaria de la Persona Moral, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	**INSTALACIÓN MECÁNICA**	Número de Cuenta Bancaria de la Persona Moral, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
Terracerías		Instalación Mecánica	
Rellenos		Obra Civil p/Inst. Mecánica	
CUBIERTA ZONA DE DESPACHO		**INSTALACIÓN HIDROSANITARIA**	
Excavaciones		Hidroneumático	
Cimentación (Zapatas)		Cubierta y Zona de Despacho	
Estructura Metálica		Trampa Combustible	
Islas			
Faldón		**INSTALACIÓN ELÉCTRICA**	
Plafón		Instalación Eléctrica	
Pisos en Área de Despachos			
		EQUIPOS	
EDIFICIO ADMINISTRATIVO		Dispensarios	
Preliminares		Consola	
Excavación			
Cimentación		**LOCALES COMERCIALES**	
Estructura		Cimentación	
Albañilería		Albañilería	
Acabados		Cancelería	
Cancelería y Herrería			
		SEÑALIZACIÓN	
TIENDA DE CONVENIENCIA		Anuncio Espectacular	
Cimentación		Circulaciones y Sentidos	
Estructura tienda		Señales restrictivas	
Albañilería		Señales preventivas	
Cancelería		Señales informativas	
		TOTAL=	

Fuente: Biota, 2021.

II.1.5. Dimensiones del proyecto.

El proyecto se localiza en la Avenida Paseo del Mayab S/N, Lote 035-1, Manzana 016, entre Avenida Universidades y Avenida Hipocampo, Fraccionamiento Arrecifes, Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, CP. 77725, en una superficie de 4,300.34 m^2 y una superficie de construcción de 1,010.82 m^2. El proyecto está conformado de las siguientes partes:

- La Estación de Servicio contará con un área de despacho la cual tendrá 5 islas, 4 islas para el despacho de Gasolina Magna Sin-Gasolina Premium, y 1 isla para el despacho de Gasolina Magna Sin-Gasolina Premium-Diesel; para un total de 10 posiciones de carga, así como un área para Tiende de Conveniencia y Locales Comerciales, además de un edificio administrativo y de servicio que es de 1 nivel que consta de:

  Sanitarios Públicos Mujeres, Sanitarios Públicos Hombres, Cuarto Gerente, Oficinas Secretaria, Baño de Empleados, Cuarto Eléctrico, Cuarto de Maquinas, Bodega, Site, Cuarto de Residuos Peligrosos, Cuarto de Sucios, Área de Tiendas de Conveniencia y Locales Comerciales. Así mismo contara con tres tanques de almacenamiento, con capacidad de 70,000 Litros cada uno (1 Tanque de Magna Sin, 1 Tanque de Premium y 1 Tanque de Diesel), para un total de 210,000 L. al 100% de la Estación, lo anteriormente referido se indica en la Memoria Descriptiva y en el Plano Arquitectónico **(Ver Anexos)**

A continuación, se puede apreciar la distribución de las áreas antes señaladas.

Tabla II. 9. Cuadro de Áreas Condensado.

CONCEPTO	SUPERFICIE (M²)	PORCENTAJE
Superficie total del predio	4,300.34	100%
Superficie de desplante construida P.B.	881.29	20.49%
Área libre de proyecto	3,419.05	79.51%
Área verde de proyecto	140.89	3.27%

Fuente: Plano Arquitectónico, 2021.

Tabla II. 10. Cuadro de Áreas Estación.

ÁREAS DE PLANTA DE ESTACIÓN	SUPERFICIE (M²)
PROYECTO	4,300.34
Área libre del proyecto	3,419.05
Área verde	140.89
Área circulación y banquetas	2,430.47
Estacionamiento	332.49
Techumbre despacho	501.79
Área edificio de estación	71.42
Área tienda de conveniencia	269.45
Área locales comerciales a futuro	353.08
ÁREA PLANTA BAJA	379.50
Sanitarios Hombres	21.19
Sanitarios Mujeres	17.52
Cuarto de maquinas	9.21
Cuarto gerente	7.82
Cuarto eléctrico	6.49
Cuarto de sucios	12.19
Cuarto de residuos peligrosos	3.17
SITE	2.63
Bodega	11.28
Tienda de conveniencia	269.45
Local comercial a futuro	353.08
Oficina secretaria	9.82
Baño de empleados	8.63
ÁREA PLANTA SÓTANO	129.61
Zona de Tanques	111.72
Cisternas	7.26
Trampa de combustibles	3.37
Fosa séptica	7.26

Fuente: Plano Arquitectónico, 2021.

Tabla II. 11. Cuadro de Área Total de Construcción.

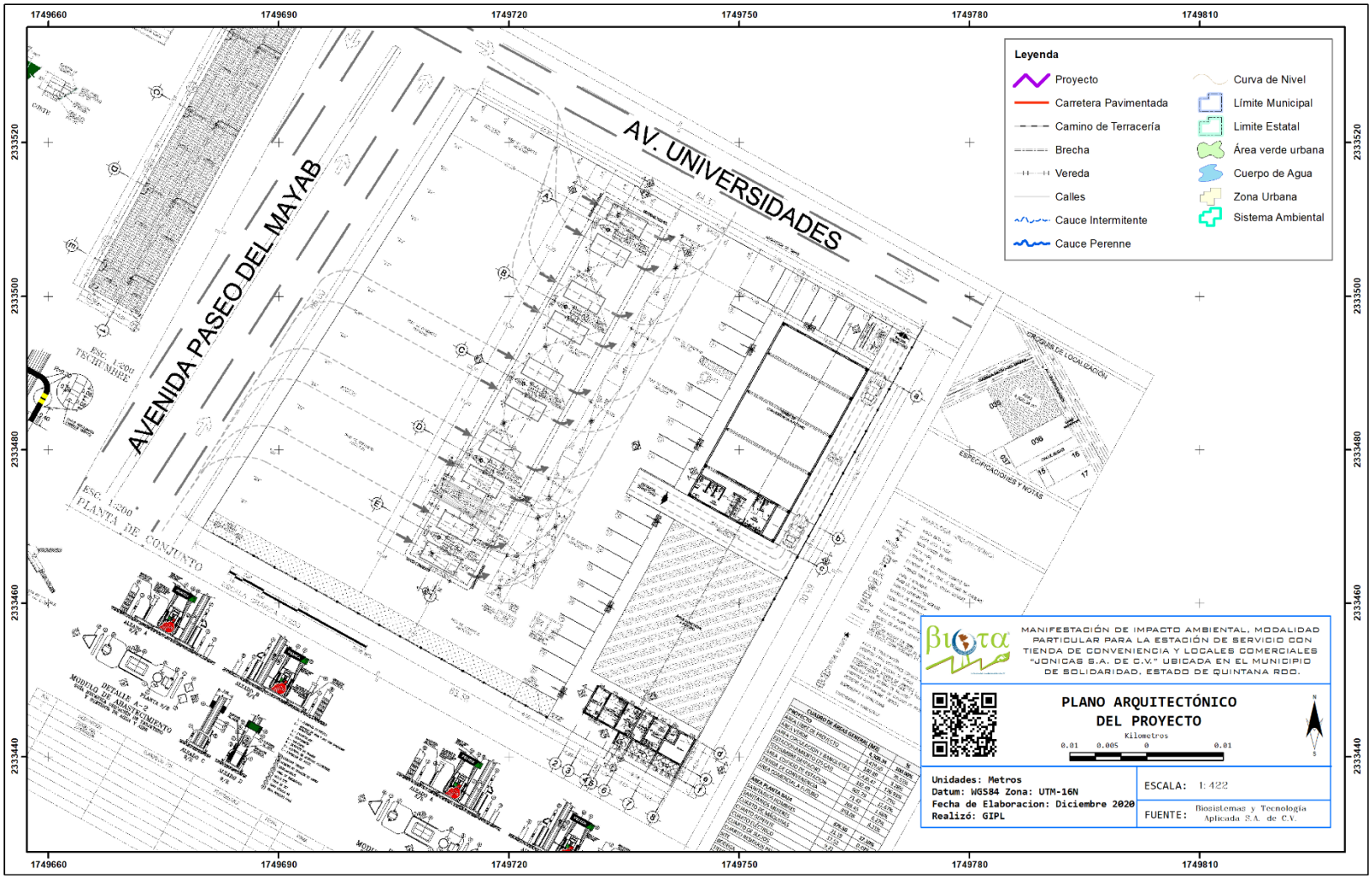
ÁREAS DE PLANTA DE ESTACIÓN	SUPERFICIE (M²)	PORCENTAJE %
Área Total Construida	1,010.90	100

Fuente: Plano Arquitectónico, 2021.

II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

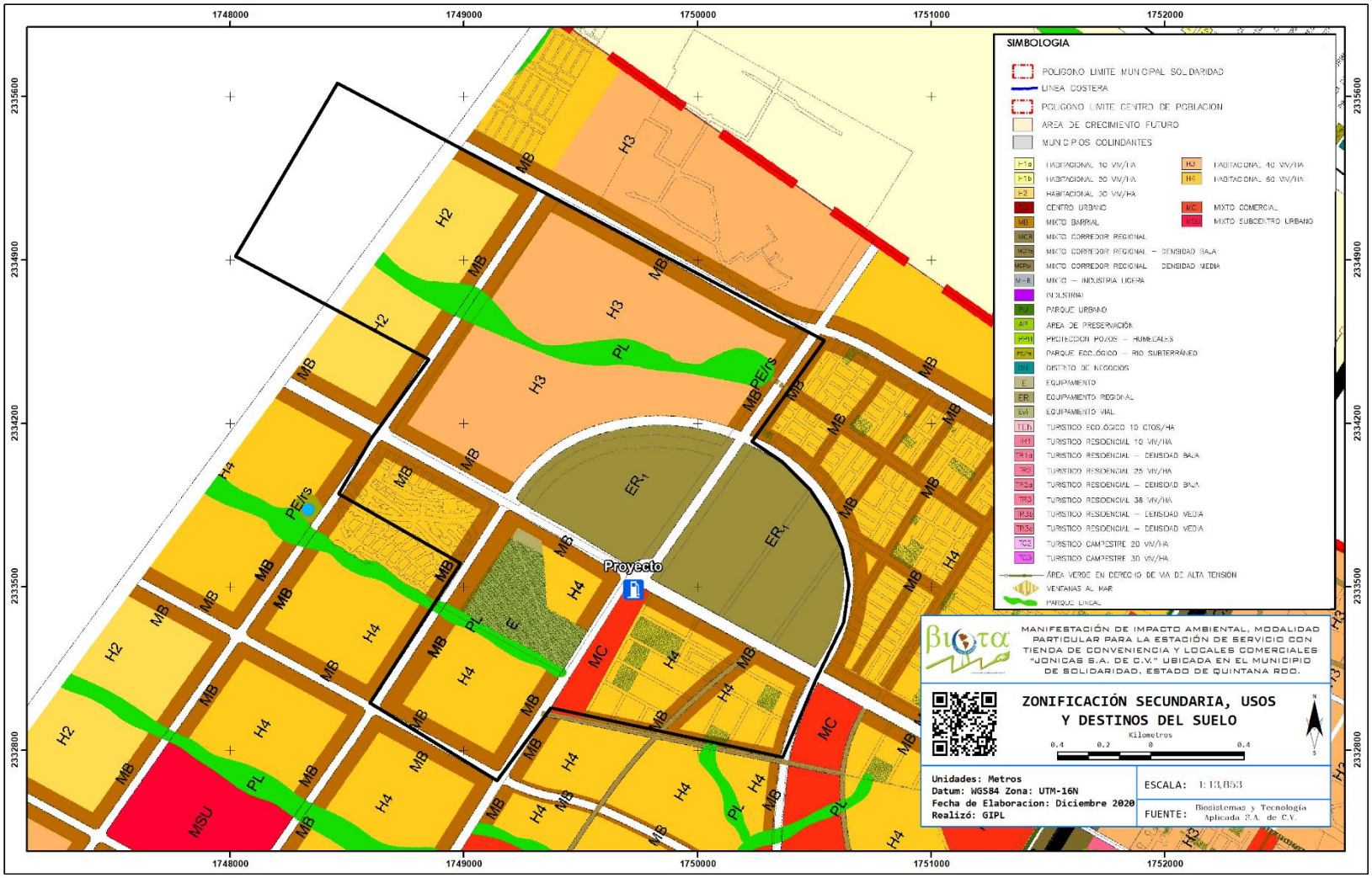
Se entrega la Constancia de Uso de Suelo donde esta permitido la Instalación de Estaciones de Servicio (Gasolinerias), tal y como se estable en el Oficio Número SOTMyS/DDUyF/SPU/2016/2020, Número de Expediente SPU-CUS-0369-2020, fecha 6 de Noviembre de 2020, expedida por la Dirección de Desarrollo Urbano y Fisonomía de la Secretaria de Ordena miento Territorial y Municipal y Sustentabilidad **(Ver Anexo)** y que establece al sitio de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano como (MC) que se refiere al Uso de Suelo ZONA CENTRAL MIXTO COMERCIAL.

Imagen II. 8. Plano Arquitectónico del Proyecto.



Fuente: Plano Arquitectónico, 2021.

Imagen II. 9. Uso de suelo en el proyecto.



Fuente: Biota, 2021

II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

La traza del Municipio de Solidaridad, así como la localización del predio demuestra que no existen elementos de riesgo y de concentración masiva en un radio de 500 metros de la poligonal del predio que puedan ser relevantes o que interfieran con el desarrollo del proyecto. En la siguiente tabla e ilustración se puede constatar lo señalado.

Tabla II. 12. Distancia del proyecto a zonas de concentración masiva a un Radio de 500 metros.

	CENTROS DE CONCENTRACIÓN MASIVA	ESTE	NORTE	DISTANCIA (MTS)
0.	Predio	493134.43	2287036.90	0
1.	Colegio Miguel Ángel Playa Del Carmen	493180.47	2287019.89	49.09
2.	Universidad de Quintana Roo	493153.93	2287221.99	186.11
3.	Universidad Tecnológica de la Rivera Maya	493353.78	2287161.97	252.50
4.	Universidad, Preparatoria y Secundaria "La Salle Playa del Carmen"	493620.47	2286904.14	503.85
5.	Colegio F. Herbart Playa del Carmen	493566.95	2286773.20	506.57
6.	Residencial Dunas	493422.54	2286732.04	419.47
7.	Finca El Flaco	493101.98	2286820.80	218.52
8.	Unidad Deportiva Riviera Maya	492687.96	2287018.90	446.83
9.	Alberca Olímpica Pública	492696.15	2287210.33	471.34
10.	Tsikuri Comunidad Educativa	493447.20	2286646.07	500.58
11.	Conalep Playa del Carmen	493904.03	2287277.72	806.40
12.	Jardín de Niños Pelopidas	493947.04	2287237.94	837.11
13.	Escuela	493957.16	2287174.31	834.13
14.	Escuela Secundaria Técnica No. 29 "José González Zapata"	494096.76	2287060.08	962.61
15.	Oxxo Brasil	494052.47	2286952.57	921.91
16.	Tecnológico Universitario Playacar	493941.14	2286636.33	900.69
17.	Cancha De La Croc	494028.71	2286677.90	963.65
18.	Cárcamo de Bombeo de Aguas Residuales "CAME"	493962.27	2286682.47	900.52
19.	Parque Público	494045.02	2286711.91	966.85
20.	Cancha de futbol	493998.47	2286721.97	919.65
21.	Parroquia San José	493880.67	2287507.72	882.35
22.	Parque Público	493717.37	2287643.60	841.37
23.	Telmex	493913.75	2287477.14	895.07
24.	Tsikuri Comunidad Educativa	493447.20	2286646.07	500.58

Fuente: Biota, 2021.

Así mismo se muestran los datos obtenidos del Atlas Nacional de Riesgo.

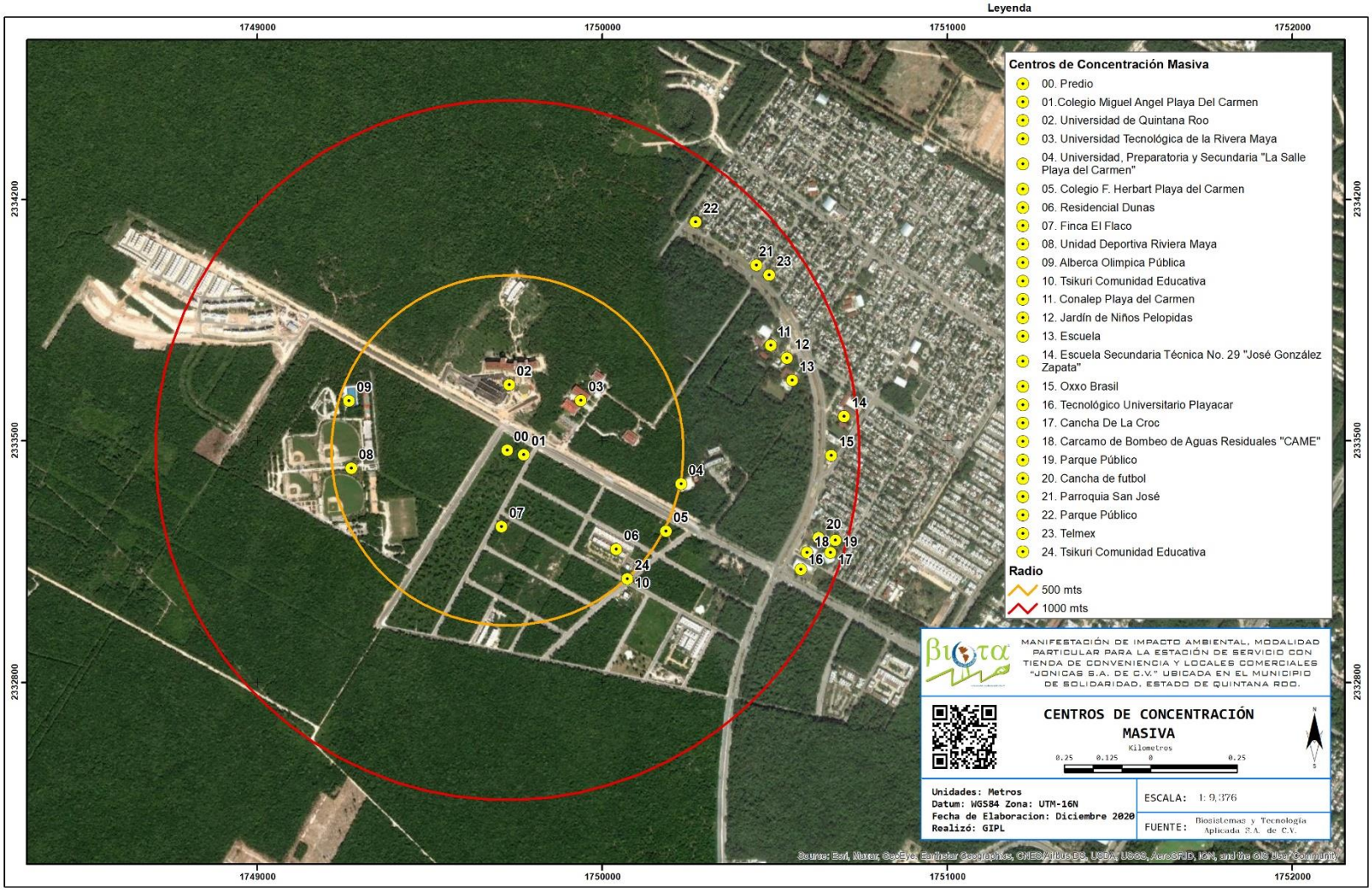
Tabla II. 13. Distancia del proyecto a zonas de concentración masiva a un Radio de 500 metros de acuerdo al Atlas de Riesgo.

Análisis Atlas Nacional de Riesgos a 1000 metros Parque	
Población	
11,898	
Población por sexo	
Masculino	**Femenino**
6,132	5,766
Menores de 12 años	
3,485	
Masculino	**Femenino**
1,765	1,720
Mayores a 60 años	
149	
Masculino	**Femenino**
371	78
Número de:	
Viviendas	3,708
Establecimientos de Salud	0
Escuelas	8
Supermercados	2
Aeropuertos	0
Hoteles	0
Bancos	0
Gasolineras	0

Presas	0
U.P. Pecuaria	0
Colonias	7
Lenguas indígenas	0
INAH	0
Índice Municipal de Vulnerabilidad Social	
Bajo	

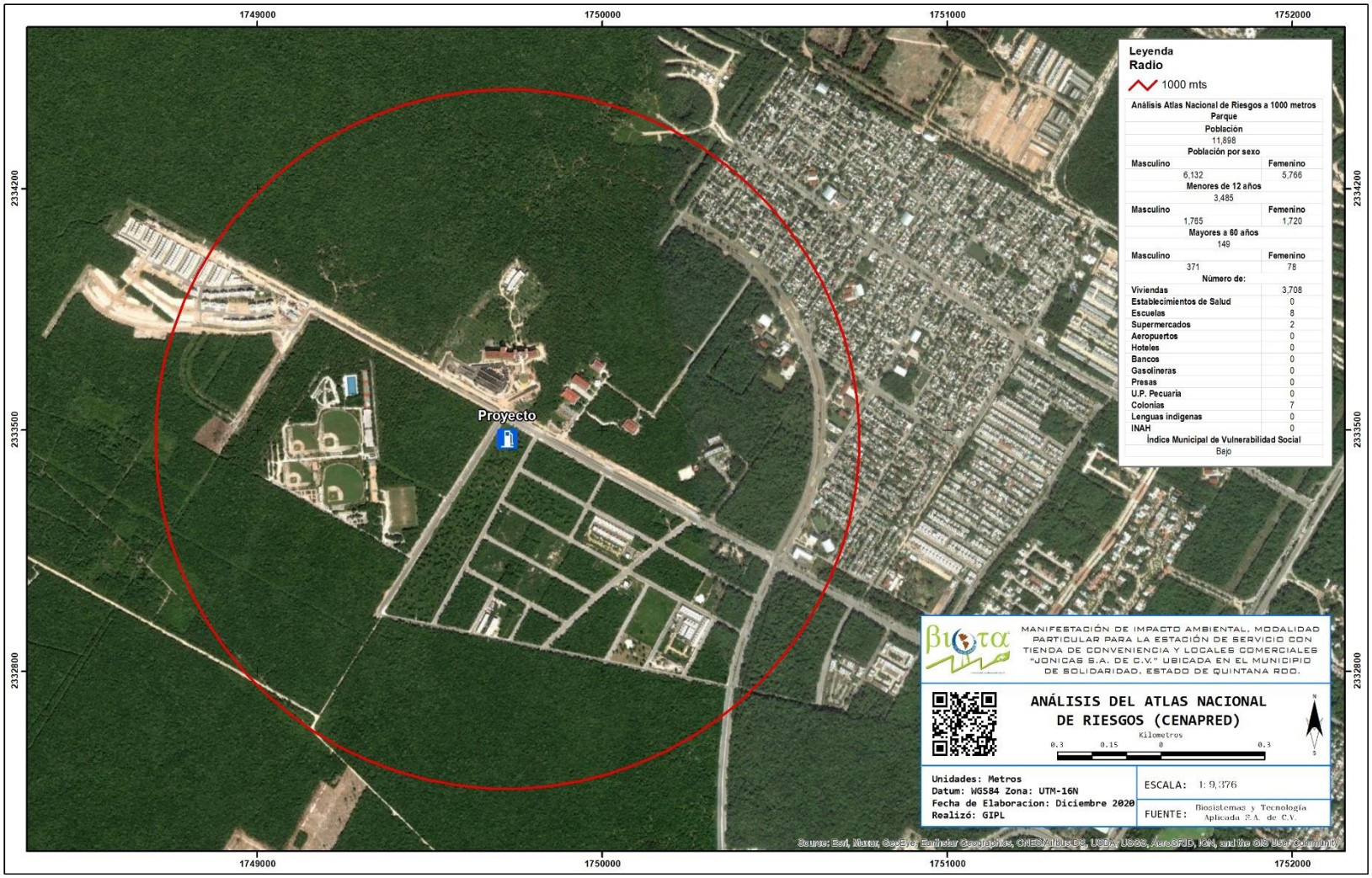
Fuente: Biota, 2021.

Imagen II. 10. Centros de Concentración Masiva que rodean al predio del proyecto en un radio de 500 metros.



Fuente: Biota, 2021.

Imagen II. 11. Atlas Nacional de Riesgo en un radio de 500 metros.



Fuente: Biota, 2021.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

II.2.1. Programa general de trabajo.

El nombre del proyecto es:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO.

Empresa 100% mexicana, constituida en la Escritura Número Dos Mil Seiscientos Ochenta y Dos, Volumen Decimo Primero, Tomo "Tres", Folio Numero Diez Mil Cuatrocientos Setenta y Dos, Año Dos Mil Diecinueve, protocolizada por el Licenciado José Antonio Arjona Iglesias, Notario Publico Número Ocho, de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, (**Ver Anexo**). Para realizar el proyecto se realizara un desmonte y despalme, así como el trazo y el mejoramiento del terreno para concluir con la nivelación y compactación que se llevará a cabo durante dos meses, al igual que la excavación y construcción de las fosas del tanque, fosa séptica, las cisterna con capacidad de 20,000 Litros, las construcción de las fosas para los tanques y zanjas será de manera constante y tendrá una duración de dos meses, al igual que la cimentación del edificio, locales comerciales (es importante que si bien no se tienen contemplado estos, ya que es un proyecto a futuro, se realizara la evaluación para el presente trabajo) y tienda de conveniencia, que durará tres meses, para proceder a la instalación de los tanques de almacenamiento, islas y trincheras para líneas de conducción. La introducción de drenajes hidrosanitario tendrá una duración de un mes; la instalación de techumbre con estructuras metálicas se realizará en el siguiente mes; de manera simultánea; las líneas de carga y descarga y los servicios como energía eléctrica, agua, equipos, pintura, vidrios y acabados, pisos de concreto y tapa loza en las zonas de los tanques y cierre de trincheras se realizarán un mes antes de la conclusión de la obra. Dentro del programa de trabajo destacan las siguientes actividades:

Tabla II. 14. Actividades dentro del Programa de Trabajo.

Gestión de Permisos y Licencias. Desmonte. Despalme. Limpieza del Terreno. Movimiento de Tierras. Mejoramiento del Terreno incluye Rellenos para dar niveles de piso. Nivelación y compactación del terreno. Instalación de muros perimetrales. Excavación de fosas de los tanques (Diesel, Gasolinas Magna Sin y Premium), cisterna, así como trincheras de tubería de conducción. Relleno. Edificación de fosas de tanques, cisternas, islas, sanitarios sótano y edificio. a. Drenaje Pluvial y Sanitario. b. Trampa de Aceites y Drenaje Aceitoso. Instalación de techumbre.	Instalación de los tanques de almacenamiento y líneas de conducción, para después rellenar el espacio con arena inerte. Construcción de Tienda de conveniencia, Local Comercial, Oficinas, Baños, Cuartos, etc. Sistemas de iluminación (lámparas) e instalación eléctrica y faldón con distintivo. Instalación de islas de abastecimiento y protecciones. Instalación de dispensarios con su sistema eléctrico y de control. Construcción de zonas de acceso. Pavimentación total con concreto armado. Pintura total de la Estación, incluyendo señalamientos de tránsito interno. Áreas verdes.

Fuente: BIOTA, 2021.

Construcción. - La etapa de construcción contempla entre otras la siguiente infraestructura:

Tabla II. 15. Infraestructura Etapa de Construcción.

1. Área de tanques de almacenamiento.
2. Área de despacho de combustibles.
3. Área de servicios, para empleados y público.
4. Muro Perimetrales.
5. Área de acceso y descarga de autos tanque.
6. Área de oficinas administrativas y almacén de consumibles.
7. Área de cisternas de agua y fosa séptica.
8. Tienda de conveniencia y Local Comercial.
9. Cuarto de limpios y sucios.
10. Pavimentación y nivelación.
11. Techado con estructura metálica y lámina galvanizada.
12. Instalación eléctrica (a prueba de explosión) e hidrosanitaria.
13. Área verde.

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla II. 16. Cronograma Actividades para la Estación de Servicio.

ACTIVIDAD	MESES													
	1-8		9		10		11		12		13		14	
Gestión de permisos y licencias.														
Desmonte.														
Despalme.														
Limpieza del Terreno.														
Movimiento de tierras.														
Mejoramiento del Terreno incluye Rellenos para dar niveles de piso.														
Nivelación y compactación del terreno.														
Instalación de Muros Perimetrales.														
Excavación de las fosas tanques (Diesel, Gasolina Magna Sin y Premium), fosa séptica, cisterna, así como trincheras de tubería de conducción.														
Rellenos.														
Edificación de fosos de tanques, islas, local comercial, tienda de conveniencia y oficinas.														
Colocación e instalación de tanques de almacenamiento y tuberías de conducción.														
Instalación de techumbre.														
Instalación de los tanques de almacenamiento y líneas de conducción, para después rellenar el espacio con arena inerte.														
Pisos de concreto del patio de la estación de servicio.														
Instalación de protecciones para islas de abastecimiento.														
Instalación de dispensarios con su instalación eléctrica y sistemas de control.														
Sistemas de iluminación e instalación eléctrica.														
Relleno con arena inerte fosa de tanques y trincheras.														
Cierre de fosa de tanques y trincheras.														
Adecuación de los accesos a la Estación.														
Pintura total de la Estación y señalamientos de tránsito interno.														
Jardinería.														

Fuente: BIOTA, 2021.

Cabe destacar que la construcción de la obra, operación y adecuado funcionamiento del proyecto **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO**, no implica actividades adicionales, por lo que las únicas actividades a realizar consisten en la recepción, almacenamiento y venta de Diesel y Gasolina (Premium y Magna Sin), así como de Lubricantes automotrices y productos básicos de higiene personal, bebidas y alimentos, dentro de unas vialidades de alta intensidad como son donde se encuentra ubicado, en una zona con uso Habitacional, Comercial y de Servicios, por lo que el proyecto se integra a la necesidad principalmente de servicios que impera en la zona.

II.2.2. Preparación del sitio.

El desarrollo específico de la obra inicia con la preparación del sitio, dando inicio el derribo de los elementos arbóreo que se encuentra dentro del predio, para posteriormente realizar el despalme del terreno y de acuerdo a las características del terreno, la cimentación del edificio de un piso. En esta etapa se incluye excavación para cisternas, fosas sépticas, tanques y tuberías; posteriormente se incluye la compactación y nivelación del terreno con uso de equipo pesado, en aquellos sitios destinados a las fosas de tanques de almacenamiento y trincheras para tuberías. Para el presente proyecto no habrá rellenos, cortes ni modificación de los patrones

de escurrimiento; ahora bien, debido a que se trata de un predio con una tendencia totalmente a la urbanización, será necesario realizar un Cambio de Uso de Suelo ya que se tendrá que eliminar la vegetación presente en el sitio, lo que representa una afectación puntual, siendo la afectación mas negativa a los atributos del entorno en esta etapa.

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

Únicamente será necesaria la construcción de una pequeña bodega con materiales ligeros como una bodega-almacén para la herramienta y material de construcción en pequeñas cantidades, sin que sea necesario cualquier otro tipo de infraestructura temporal. Quizás sólo se incluyan 2 sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, que será arrendado a empresas especializadas.

II.2.4. Etapa de construcción.

La etapa de construcción comprende las siguientes etapas:

Tabla II. 17. Áreas por construir en la Estación de Servicio.

ÁREAS DE PLANTA DE ESTACIÓN	ÁREA PLANTA BAJA
PROYECTO	Sanitarios Hombres
Área libre del proyecto	Sanitarios Mujeres
Área verde	Cuarto de maquinas
Área circulación y banquetas	Cuarto gerente
Estacionamiento	Cuarto eléctrico
Techumbre despacho	Cuarto de sucios
Área edificio de estación	Cuarto de residuos peligrosos
Área tienda de conveniencia	SITE
Área locales comerciales a futuro	Bodega
ÁREA PLANTA SÓTANO	Tienda de conveniencia
Zona de Tanques	Local comercial a futuro
Cisternas	Oficina secretaria
Trampa de combustibles	Baño de empleados
Fosa séptica	

Fuente: BIOTA, 2021.

La maquinaria estimada a emplear durante esta etapa consiste en retroexcavadora, vibrocompactador, grúa de 10 toneladas, revolvedora, bomba de succión de agua de 4" de diámetro, camiones de volteo, y herramienta menor como malacates, carretillas, palas manuales, barretas, equipo de soldadura de oxiacetileno y accesorios usados de construcción, mencionados a continuación.

Tabla II. 18. Maquinaria por emplear en la etapa de preparación del sitio.

• Traxcavo, D-8, 110 hrs.
• Retroexcavadora mano de chango, 80 horas.
• Retroexcavadora cucharón 3/4 de yarda, 70 hrs.
• 4 Compactadoras neumáticas manuales (bailarinas) de 144 golpes/min., 55 hrs.
• Grúa de 40 ton., 45 hrs
• 8 Camiones de volteo de 6 m³, 190 hrs.
• Camión revolvedora de concreto premezclado, 50 hrs
• 5 Vibradores eléctricos de 110/ 220 V, 65 hrs.
• Lote de herramienta de mano.

Fuente: Biota, 2021.

Los materiales por emplear dentro de esta etapa son los utilizados comúnmente en la industria de la construcción (tepetate, cemento, varilla, grava, arena, tabique, cal, yeso, alambre, alambrón, madera y estructura metálica), en volúmenes necesarios para cubrir la construcción en su totalidad, serán adquiridos en casas locales dedicadas a su venta:

Tabla II. 19. Material por emplear en la construcción.

MATERIAL
Tepetate
Cal
Acero de refuerzo Fy-4, 200 kg. /cm^2.
Concreto fc' = 250 kg./cm^2
Arena inerte triturada de toba volcánica
Estructura ligera de acero
Lámina Pintro
Losacero
Tubería de polipropileno para combustibles
Tubería de PVC diferentes diámetros
Tubería de fibra de vidrio para eliminación de vapores
Tubería de cobre rígido para conducción de agua y de aire
Tubería de acero galvanizada, pared gruesa, para instalación eléctrica
Conexiones para PVC
Conexiones para cobre
Accesorios a prueba de explosión

Fuente: Biota, 2021.

No habrá almacenamiento este material se irá adquiriendo y usando, como lo requiera la obra.

Para la construcción de la **ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO**, se requiere de una plantilla de aproximadamente 45 personas entre albañiles, peones, técnicos, y otros; un concentrado total aproximado de mano de obra requerida, es la siguiente:

Tabla II. 20. Personal requerido para la construcción.

Personal técnico:	Personal de apoyo:
1 Perito de obra	3 Maestros de obra
1 Director de Obra.	1 Sobrestantes.
1 Residentes de obra.	8 Oficiales albañiles.
1 Ingeniero electricista.	**8 Oficiales fierreros.**
1 Ingeniero especialista.	1 Oficiales azulejeros.
1 Oficiales en instalación eléctrica.	**2 Oficiales yeseros.**
1 Oficiales mecánicos.	2 Oficiales especialistas plomeros.
1 Oficiales en líneas de aire y agua.	**2 Operarios especialistas electricistas.**
2 Operarios especialistas en obra mecánica	2 Ayudantes de pintor.
6 Ayudantes para la construcción.	

Fuente: Biota, 2021.

Dentro de los insumos en esta etapa destacan los requerimientos de energía eléctrica, combustibles y agua:

- **Energía Eléctrica.** En la fase de preparación y construcción sólo se requiere energía eléctrica para la iluminación y operación de equipo para soldar, taladros, sierras eléctricas, que será suministrada por la Compañía Federal de Electricidad CFE, con un voltaje de 220 volts , 4 hilos, 3 fases, 60 ciclos; el consumo esperado es de 4 KW/mes. El suministro será por vía aérea, a partir de los postes de la CFE.
- **Combustibles.** Existen varias Estaciones de Servicio en la cercanía del predio, donde se podrá adquirir el combustible para el funcionamiento del equipo pesado. El combustible será transportado y almacenado únicamente durante el tiempo necesario en tambores de 200 Litros, para que de inmediato se llenen los tanques de la maquinaria, con la finalidad de evitar la existencia de combustible almacenado. Se estima un consumo de 120 L/día de diésel en la operación y movimiento de equipo pesado y materiales.
- **Agua.** Habrá una demanda mínima de agua durante la fase de preparación del sitio, a fin de mantener húmedo el suelo y evitar la dispersión de polvo. Por otra parte, también será necesaria agua para consumo del personal de la construcción, para beber y asearse, existirá un suministro a través de garrafones y bebidas embotelladas, para su dotación se comprarán a distribuidores autorizados. Calculando un consumo de 2 L de agua por trabajador y en padrón de 50, se estima un consumo

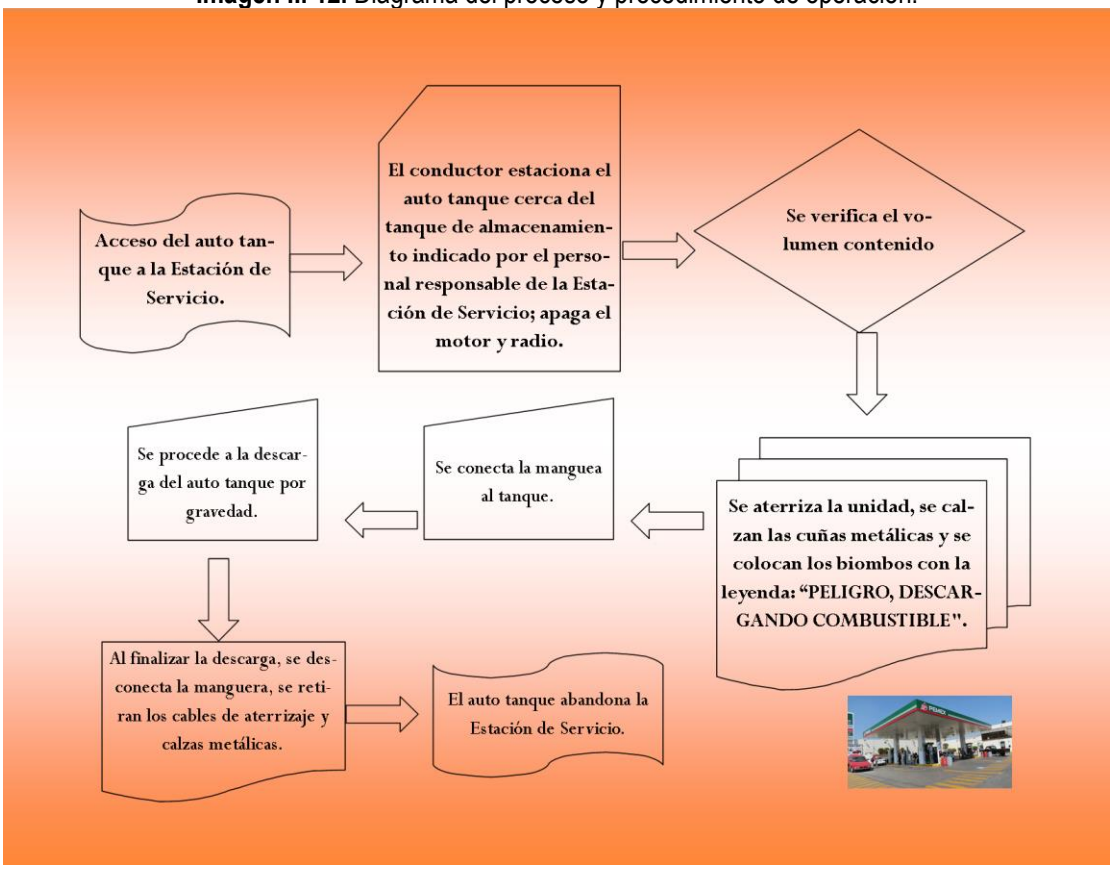
mensual de 960 L/mes, sin embargo, dado que el personal en muchas ocasiones no se consumen los 2 L por consumir bebidas envasadas, y por lo tanto habrá un consumo menor de 400 L/mes. No habrá demanda excesiva de agua cruda para la construcción, y será cubierta con el abastecimiento comprando pipas, almacenada inicialmente en tambos metálicos de 200 Litros. Como se mencionó en todas las etapas (preparación, construcción y operación) se utilizará agua transportada en pipas; cabe mencionar que la fase de preparación del sitio requerirá aproximadamente un volumen de 20 m^3 de líquido para la compactación del terreno y control de polvos fugitivos, abastecida mediante pipa.

II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento.

PROCESO Y PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN (INCLUYENDO DIAGRAMA DE FLUJO).

Se trata de una Estación de Servicio para abastecimiento de Gasolina (Premium y Magna Sin) así como Diésel, como combustible para automotores de combustión interna, la capacidad de almacenamiento es de 210,000 Litros, contando con tres tanques, con capacidad de 70,000 Litros cada uno. El diagrama de flujo para la descarga de los combustibles se muestra a continuación:

Imagen II. 12. Diagrama del proceso y procedimiento de operación.



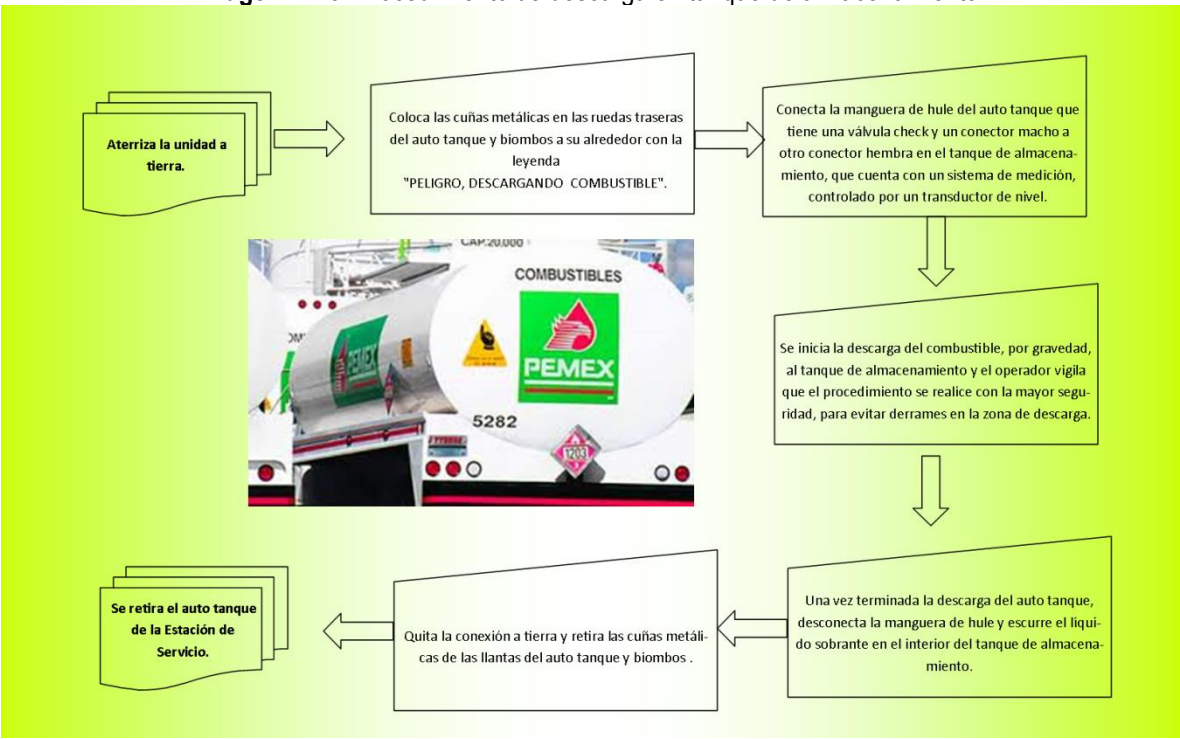
Fuente: BIOTA, 2021.

El suministro de los combustibles se deberá de realizará de lunes a Domingo; con auto tanque de 20,000 L, para Gasolina Premium, Gasolina Magna Sin y Diésel. La descripción del procedimiento de descarga es el siguiente.

PROCEDIMIENTO DE DESCARGA EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

Los combustibles llegarán a la Estación de Servicio en Autotanque de 20,000 L, y debido al equipo de monitoreo a incorporase se registra automáticamente el volumen existente en el tanque de almacenamiento mediante los sistemas integrados con sensores eléctricos. El auto tanque se estaciona en la zona de descarga, acciona el freno de mano, apaga luces, radio y el motor. El encargado de la descarga sigue los siguientes pasos:

Imagen II. 13. Procedimiento de descarga en tanque de almacenamiento.



Fuente: BIOTA, 2021.

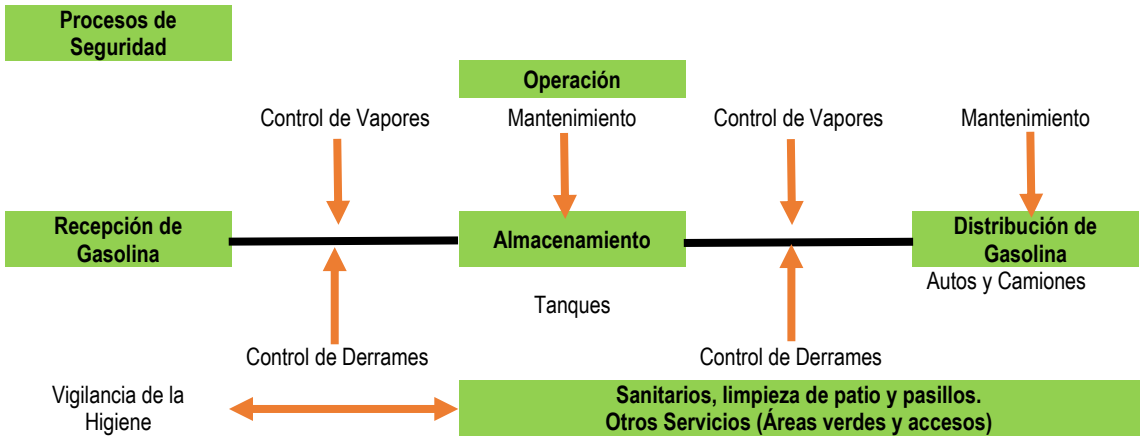
Cabe mencionar que los tanques se encuentran debidamente identificados y con un sistema de medición computarizado y automático de su capacidad y la distribución de combustibles del área del tanque a dispensarios se lleva a cabo por medio de líneas de conducción, perfectamente identificadas. Posteriormente las líneas de tubería de Gasolina Premium, Magna Sin y Diésel, conducen el combustible a los dispensarios, para abastecer la demanda de los vehículos que ingresan a la Estación de Servicio. La distribución del combustible se realiza a partir de los dispensarios al consumidor, con el accionamiento de la pistola de despacho, la cual activa una válvula de control de flujo (que se encuentra en el interior de cada dispensario), ésta a su vez pone en movimiento una motobomba la cual hace que fluya la gasolina desde los tanques de almacenamiento hasta la pistola de despacho. El diagrama de flujo del procedimiento de venta de combustible se presenta en la siguiente hoja:

Imagen II. 14. Diagrama de flujo de procedimiento.

Fuente: BIOTA, 2021.

Los tanques son de tipo subterráneo, su estructura será conforme a las características mencionadas anteriormente. A continuación, se muestra el Diagrama de Flujo de la Operación de la Estación de Servicio:

Imagen II. 15. Diagrama de flujo del procedimiento en la Estación de Servicio.



Fuente: BIOTA, 2021.

Los tanques serán de tipo subterráneo, su estructura será conforme a las características mencionadas anteriormente, así mismo es importante señalar que la Estación de Servicio contara con controles volumétricos, los cuales señalan la cantidad de combustible en los tanques de almacenamiento el siguiente esquema resume los controles volumétricos que se deberán instalar en la Estaciones de Servicio:

Imagen II. 16. Controles Volumétricos en Estaciones de Servicio.

Fuente: http://www.ref.pemex.com/files/content/02franquicia/sagli002/sagli002_11d.html.

Este control permite una medida de seguridad para no rebasar el 90% de la capacidad de los tanques de almacenamiento ya que permite la lectura directamente de lo siguiente: volumen útil, volumen de fondaje, volumen de agua, volumen disponible, cantidad de producto que ha salido a partir de la medición anterior, cantidad de producto recibido desde la medición anterior y temperatura, así mismo antes de entregar el producto y conforme a los lineamientos será responsabilidad del Encargado o Responsable de la recepción de productos, mostrar al Chofer la impresión de las existencias del sistema electrónico de medición o control de inventarios, como evidencia de la disponibilidad de espacio en el tanque de almacenamiento para la descarga del producto.

ORGANIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO.

La Estación de Servicio, en materia laboral, se regirá por el Artículo 123 Constitucional, así como los lineamientos de la Ley Federal del Trabajo en sus diversos artículos y los instructivos respectivos. El total estimado de puestos proyectados para la Estación, son:

Tabla II. 21. Puestos necesarios para la operación de la Estación de Servicio.

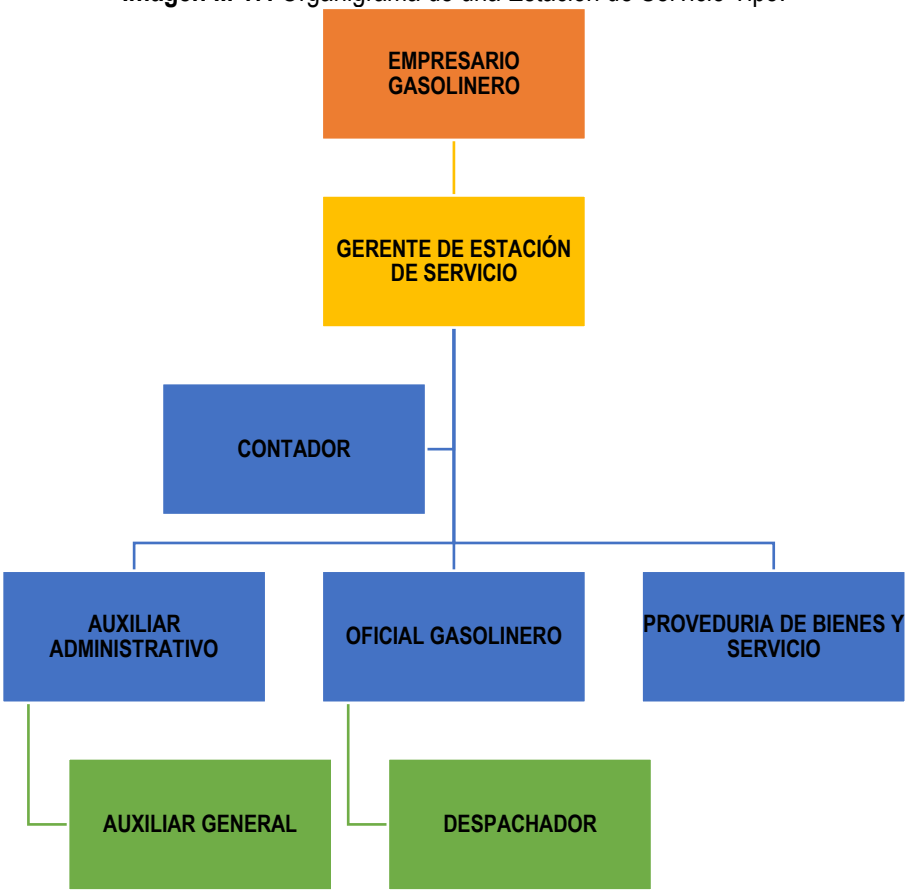
1 gerente General	1 oficial de mantenimiento
1 recepcionista	2 vigilantes
1 capturista	1 personal de limpieza para oficinas
3 jefes de Patio	1 personal de limpieza para patios
15 oficiales gasolineros	1 contador

Nota: Esto dependerá de la demanda del servicio pudiendo modificarse conforme las necesidades de operación.

Fuente: BIOTA, 2021.

La estructura básica de organización de la Estación de Servicio en general es simple y definida en cuanto a autoridad y responsabilidad, una manera de representarla es la siguiente:

Imagen II. 17. Organigrama de una Estación de Servicio Tipo.



Fuente: BIOTA, 2021.

La estructura de organización es plana, al existir una proporción mínima de puestos intermedios con relación a los empleados de línea para atender a los clientes, que tienen funciones bien definidas y aplican procedimientos altamente estandarizados para la recepción de pedido, despacho y pago del producto.

Gerente de Estación de Servicio.
Objetivo: Dirigir las actividades de la Estación de Servicio de acuerdo con las políticas generales de la Franquicia, para asegurar el cumplimiento de los objetivos básicos de la Franquicia.
Funciones:

1. Elaborar la programación de abastecimiento de combustibles, así como efectuar cancelaciones, adiciones y pedidos extraordinarios.
2. Supervisar el control de los inventarios de productos y demás productos supeditándolos al comportamiento de ventas, para mantener existencias suficientes y ofrecer el servicio al cliente en el momento que se requiera.
3. Asegurarse que, al recibir el combustible, se haga la descarga en tanques predeterminados sin causar molestias a los clientes y demora al operador del auto tanque, aplicando el procedimiento establecido para la recepción y descarga de producto.
4. Efectuar el corte de cuentas en forma individual con cada Oficial Gasolinero/Jefe de Turno.
5. Revisar que se cumpla con el procedimiento de Recolección de Valores.
6. Validar los registros de ventas de los cortes de turno, las pólizas, cheques, reportes de venta diaria, reembolsos de caja chica, depósitos bancarios y en general, toda la documentación comprobatoria antes de ser enviada al Contador.
7. Efectuar el pago de los productos y otros servicios, a los proveedores.

8. Controlar el estado de operación de las instalaciones, maquinaria y equipos de la Estación de Servicio.
9. Atender y resolver las quejas y sugerencias de los clientes.
10. Difundir el Programa de Contingencias entre todo el personal y realizar simulacros.
11. Coordinar la capacitación del personal en procedimientos para la atención a clientes.
12. Supervisar la atención a los clientes.
13. Administrar y evaluar el desempeño del personal.
14. Contratar empresas para el mantenimiento y abastecimientos de productos a la Estación de Servicio.
15. Atender las visitas comerciales de supervisión técnica.
16. Supervisar y coordinar los trabajos para atender observaciones y situaciones de riesgo que se identifiquen en las visitas comerciales de supervisión técnica.
17. Supervisar que se realice completa la transmisión de archivos de los controles volumétricos conforme a lo establecido en la normatividad aplicable.

Auxiliar administrativo.
Objetivo: Realizar el control administrativo, contable y de personal para la Estación de Servicio y preparar la información y documentación para cumplir con el proceso contable y fiscal.
Funciones:

1. Asistir al Gerente al recibir las cuentas de los despachadores.
2. Recabar, ordenar y clasificar la documentación comprobatoria derivada de las operaciones de compra y venta realizadas por la Estación de Servicio, adjuntándola a las pólizas contables correspondientes.
3. Elaborar los cheques para pago a otros proveedores, de conformidad con el programa de pagos establecido, turnárselos al Gerente para su revisión, autorización y firma correspondiente.
4. Controlar las tarjetas o listas de asistencia del personal y elaborar la nómina, verificando con el Contador Externo su cálculo y determinando los pagos correspondientes.
5. Realizar el pago de la nómina y demás obligaciones laborales y fiscales.
6. Elaborar las facturas de venta que requieran los clientes.
7. Realizar depósitos y verificar estado de cuenta bancaria.
8. Verificar que se realiza la transferencia de recursos para el pago de facturas.
9. Validar los cortes de turno de los despachadores, verificando que los reportes coincidan contra el efectivo recontado y elaborar el depósito correspondiente.
10. Elaborar los contratos de trabajo de los trabajadores y reportarlo al Contador Externo para la elaboración de aviso de alta ante el IMSS, INFONAVIT y SAR.
11. Proponer el plan de vacaciones del personal.
12. Mantener al corriente los pagos de derechos y servicios tales como luz, teléfono, agua, permisos o licencias locales y todos los impuestos requeridos.
13. Atender los requerimientos de las autoridades locales, estatales o federales.
14. Participar en la selección del personal.
15. Controlar y actualizar la información y estados de cuenta de los clientes a los que se les otorga crédito, de aquellos con los que se tienen convenios, así como de los proveedores.
16. Realizar y verificar la transmisión de archivos de los controles volumétricos conforme a lo establecido en la normatividad aplicable.

Oficial Gasolinero/Jefe de Turno.
Objetivo: Asegurar el adecuado funcionamiento de todos los equipos existentes en la Estación de Servicio, para brindar un óptimo servicio a los clientes.
Funciones

1. Asistir al Gerente en el control de inventarios de los combustibles y productos de acuerdo con los niveles e inventarios determinados.
2. Efectuar la verificación de inventarios al inicio de su turno.
3. Verificar el funcionamiento de los equipos y alarmas al inicio del turno.
4. Verificar el correcto funcionamiento de los equipos para el suministro de aire y agua.

5. Efectuar un chequeo a la(s) planta(s) de luz de emergencia.
6. Recibir las entregas programadas de abasto de combustibles de acuerdo con el procedimiento de la recepción y descarga de producto.
7. Atender y notificar al Gerente, en caso de existir queja o inconformidad de los clientes.
8. Efectuar el cierre de cuentas individuales de los despachadores, tomar lectura de los contadores de litros de los dispensarios al entregar su turno, así como verificar físicamente al recibir su turno.
9. Distribuir a los despachadores para atender el punto de venta y apoyar el despacho en "horas pico".
10. Elaborar el recuento de las existencias y liquidación de aceites y demás productos, tanto en el almacén como en los exhibidores.
11. Coordinar y supervisar los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo establecidos en los programas respectivos.
12. Supervisar el trabajo de los despachadores, así como la atención y calidad en el servicio que se ofrece a los clientes.
13. Supervisar que el despachador ofrezca al cliente, el comprobante de venta-ticket del consumo y/o factura.

Despachador.
Objetivo: Atender al cliente con amabilidad y respeto, dándole un servicio con valor agregado. Ofrecerles la verificación de niveles de aceites y fluidos, anticongelantes, aditivos, líquido de frenos para el automóvil, y otros productos o servicios que ofrece la Estación de Servicio.
Funciones:

1. Recibir y verificar juntamente con el Oficial Gasolinero/jefe de turno, el punto de venta que tiene asignado, haciendo el corte de cifras contenido en el contador de litros.
2. Recibir y verificar juntamente con el Oficial Gasolinero, los exhibidores de lubricantes, aditivos, líquidos de frenos, anticongelantes y demás productos, haciendo un recuento físico de existencias.
3. Mantener bajo su responsabilidad un punto de venta y un exhibidor de lubricantes, aditivos, etc., atendiendo su funcionamiento, venta y cobranza.
4. Depositar el dinero, vales y notas de ventas-crédito producto de la venta, de acuerdo con el procedimiento autorizado.
5. Mantener en perfecto estado de uso y de limpieza su área de trabajo y el equipo del cual es responsable.
6. Reportar al Jefe de Turno, cualquier desperfecto que sufra el equipo que opera durante su jornada de trabajo.
7. Ofrecer invariablemente al cliente, los servicios de medición de niveles de líquidos, así como presión de los neumáticos y limpieza de cristales.
8. Solicitar al Auxiliar General o a quien corresponda, que le surta los lubricantes y demás productos complementarios que haya vendido.
9. Efectuar en presencia del Auxiliar Administrativo, la liquidación de la cuenta del turno y hacer el recuento físico del dinero que se encuentra depositado en los compartimentos correspondientes, cotejando contra el corte de cifras arrojado por el contador del dispensario y del exhibidor de lubricantes, verificando contra el formato de corte y depósito en la caja de seguridad prevista.
10. Mantener limpias las zonas de despacho que se le asignen.
11. Ofrecer invariablemente al cliente, el comprobante de venta-ticket del consumo y/o factura.

Auxiliar general (empleado de limpieza)
Objetivo: Mantener perfectamente limpias las áreas asignadas, para que la imagen de la Estación de Servicio se apegue a los valores/objetivos básicos de la Franquicia y con ello ofrecer un mejor servicio a los clientes.
Funciones:

1. Realizar la limpieza asignada en la Estación de Servicio.

2. Ejecutar de acuerdo con un programa el aseo, la limpieza de todos los muebles de baño instalados en los sanitarios de hombres y mujeres, así como pisos, muros, canceles y despachadores de papel sanitario o jabón.
3. Vigilar permanentemente el suministro de agua, papel sanitario y jabón en los servicios sanitarios, reportando cualquier falla o desperfecto que impida el uso continuo y en buenas condiciones, de dichos servicios.
4. Apoyar al Auxiliar Administrativo en el control de la bodega de productos como aceites, anticongelantes, aditivos, líquido de frenos.
5. Apoyar al Auxiliar Administrativo en el control del inventario y abasto de los congeladores de hielo y máquinas expendedoras de productos que se ofrecen a los clientes, reportando en cada corte de turno, la venta realizada.
6. Colaborar con los despachadores en los servicios de limpieza de cristales, verificación de presión de aire a neumáticos y revisión de niveles que se ofrecen a los clientes.
7. Cubrir las ausencias de los despachadores efectuando las funciones propias de ese puesto.
8. Auxiliar a los despachadores en la atención a los clientes, en horarios de mayor afluencia de vehículos,
9. Efectuar funciones de mensajería, mantenimiento o cualquier otra que eventualmente sea necesaria para el correcto funcionamiento de la Estación de Servicio.

Por otra parte, y en virtud que la capacitación es un elemento clave para la seguridad y productividad de la Estación de Servicio, se contemplan los siguientes programas de actualización y capacitación para los distintos puestos del personal contratado:

Tabla II. 22. Programas de actualización y capacitación para los distintos puestos.

PUESTO	CAPACITACIÓN
Director General y Contador.	Temas fiscales y modificaciones tributarias, Administración y Gerencia de Empresas
Jefe de Patio, Oficiales gasolineros y Oficial de Mantenimiento.	Manejo de combustibles. Manejo de contingencias y emergencias.
Capturista	Informática y manejo de la PC.
Secretarias y Recepcionista.	Actualización secretarial.
Personal de limpieza	Manejo de contingencias y emergencias.
Vigilantes	Defensa personal. Manejo de contingencias y emergencias.

Fuente: BIOTA, 2021.

MANTENIMIENTO

El programa de mantenimiento que a continuación se presentan es la agrupación de acciones y medidas que se aplacarán a partir de la implementación en la Estación de Servicio, para evitar o mitigar el impacto destructivo que pudiera resultar de un siniestro o desastre, de origen natural o humano sobre los sistemas afectables analizados. Se consideró en la elaboración de dos tipos de mantenimiento Preventivo y Correctivo. A continuación, se realiza a manera de sintaxis las medidas de seguridad y preventivas con que deberá de contar la Estación de Servicio.

Programa Interno de Protección Civil. La Estación de Servicio tendrá un Programa Interno de Protección Civil que involucre a todos sus trabajadores, los cuales tendrán asignadas una serie de actividades que desempeñarán con responsabilidad en caso de presentarse una situación de emergencia, las cuales se evaluarán y determinarán en forma específica para cada Estación de Servicio de acuerdo a su localización. Las actividades siguientes requieren que sean claramente especificadas:

- Uso del equipo contra incendio para atacar la emergencia.
- Suspensión del suministro de energía eléctrica.
- Evacuación de personas y vehículos que se encuentren en la Estación de Servicio**.**
- Control del tráfico vehicular para facilitar su retiro de la Estación de Servicio**.**
- Reporte telefónico a Bomberos y Protección Civil.
- Prevención a vecinos.

El personal que cubrirá cada uno de los aspectos señalados en el inciso anterior, estará capacitado y conocerá además lo siguiente:

- El contenido del Manual de Operación, Mantenimiento, Seguridad y Protección al Ambiente.
- El Reglamento Interno de Labores de la Estación de Servicio y el Programa Interno de Protección Civil.
- Ubicación y uso del equipo contra incendio. Nociones básicas de seguridad y primeros auxilios.
- Localización de los tableros eléctricos y circuitos que controlan la operación de la Estación de Servicio.
- Ubicación de los botones de paro de emergencia.
- Ubicación de la trampa de combustibles, su funcionamiento y medidas de seguridad.
- Características de los productos.
- Nociones de primeros auxilios.

Detección de riesgos. La Estación de Servicio contará con un estudio de análisis de riesgos. El Encargado de la Estación de Servicio evaluará las fuentes de peligro que existan en el área donde se ubica la Estación de Servicio, con el fin de determinar el riesgo potencial que pudiera afectar su seguridad y elaborar a través de una empresa especializada el Programa Interno de Protección Civil relativo con base en esta situación. Se implantará un Programa de simulacros, con el cual se ponga en práctica el Programa Interno de Protección Civil para cada situación específica de riesgo; y capacitar al personal, establecer rutas de evacuación y ubicación de los señalamientos respectivos. A continuación, se mencionan algunas de las situaciones de emergencia en las Estaciones de Servicio con carácter enunciativo y no limitativo:

- Fugas o derrames.
- Conatos de fuego o incendio.
- Accidentes vehiculares.
- Temblores.
- Asaltos.

Derrames. Cuando en la Estación de Servicio se presente derrame de producto, se tomarán las siguientes acciones encaminadas a controlar esta situación y prevenir un daño mayor:

- Suspender el suministro de combustible al equipo que esté originando el derrame.
- Eliminar todas las fuentes de ignición o que produzcan chispa que estén cerca del área del derrame.
- Lavar el área con abundante agua para recolectar el producto derramado en la trampa de combustibles.
- Cuando las características del derrame rebasen la capacidad de control por parte de los trabajadores de la Estación de Servicio, se reportará de inmediato el hecho a la autoridad local correspondiente, conforme al Programa Interno de Protección Civil.

Fenómenos naturales o meteorológicos. En zonas sísmicas o de huracanes, se tomarán medidas tales como:
Identificación de los lugares que sean más seguros en la Estación de Servicio, como son lugares abiertos en el caso de sismos, libre de objetos o instalaciones que pudieran desprenderse y caer encima de las personas.
Tener siempre en la Estación de Servicio, un botiquín de primeros auxilios, una lámpara sorda a prueba de explosión, un radio con baterías de repuesto suficientes.

- Concientizar a todo el personal para actuar si la emergencia se presenta cuando estén laborando.
- Durante el sismo y/o huracán, se tendrán en cuenta las siguientes indicaciones:
- Mantener la calma y tener presente que los movimientos apresurados no siempre son los más adecuados.
- Es necesario infundir la confianza a las demás personas.
- Interrumpir la energía eléctrica y el sistema de abastecimiento de combustible.
- Alejarse de las fuentes de energía eléctrica.

- Ubicarse en los lugares más seguros de la Estación de Servicio o dirigirse a los espacios abiertos.
- Mantenerse lejos de las ventanas u objetos colgantes que pudieran desprenderse.

Después del sismo o huracán, conviene atender las siguientes indicaciones:

- Comprobar que los edificios, instalaciones y equipo no hayan sufrido daño.
- No tocar los cables eléctricos que hayan caído, ni los objetos que estén en contacto con éstos.
- Atender las indicaciones de las autoridades competentes.
- Limpiar derrames de sustancias dañinas, tóxicas o inflamables, si las hubiera.
- Prepararse para réplicas de sismo, que usualmente ocurren después de un movimiento telúrico de gran magnitud.
- Notificar de inmediato a Protección Civil y a la instancias correspondientes sobre los daños sufridos.
- Estos hechos se registrarán en la "Bitácora".
- Verificar cada hora los registros del sistema de control de inventarios, hasta asegurarse que no existe fuga de producto.
- Verificar que no se tengan problemas técnicos de la transmisión de datos de controles volumétricos y remitir archivos normalmente.
- Inspeccionar el interior de los pozos de observación y de monitoreo.
- Verificar el funcionamiento de las alarmas de detección de fugas.

Prevención de contingencias. La aplicación oportuna y correcta de los programas de mantenimiento preventivo, correctivo y limpieza programada eliminarán las posibles situaciones de riesgo, ya que toda situación que se salga de rango se podrá corregir o reparar a tiempo. Además, no hay que perder de vista que existen situaciones impredecibles causadas por posibles accidentes, como pueden ser conatos de incendio, por lo cual es importante considerar lo siguiente:

- Los extintores no son para evitar un incendio, son equipos portátiles diseñados para combatir los conatos de incendio; si el personal está debidamente capacitado y actúa a tiempo, se podrá evitar que éste se propague causando un verdadero incendio, de aquí, la importancia de la capacitación del personal y del Programa Interno de Protección Civil

Los extintores en la Estación de Servicio serán de 9 kg. de polvo químico seco para sofocar incendios tipo ABC, es decir de:

- Papel, cartón, telas, madera.
- Grasas y combustibles.
- De origen eléctrico (corto circuito).
- La ubicación y señalamiento de los extintores permitirán identificarlos fácilmente.
- Siempre se tendrá libre el acceso a los extintores.
- Por ningún motivo, se utilizará agua para sofocar incendios en la Estación de Servicio.
- Si el conato de incendio no puede ser controlado, se proceder de acuerdo a lo señalado en el Programa Interno de Protección Civil.

Seguros contra daños. El Dueño de la Estación de Servicio mantendrá en vigor y a su costa, una póliza de seguro de responsabilidad civil para responder de todos los daños y perjuicios que pudiera ocasionar a terceros en sus bienes y/o personas con motivo de la operación de la Estación de Servicio. Lo mismo aplicará con motivo de la transportación de combustibles a la Estación de Servicio cuando el transporte esté a cargo y bajo la responsabilidad del Dueño. En caso de siniestro las indemnizaciones se destinarán a cubrir los daños a terceros y a reponer inmuebles o equipos siniestrados. En caso de siniestro, las indemnizaciones se destinarán a cubrir los daños a terceros y reparar inmuebles o equipo siniestrados.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

El programa de mantenimiento lo integran todas las actividades que se desarrollan en la Estación de Servicio para conservar en condiciones óptimas de seguridad y operación los equipos e instalaciones como son: dispensarios, bombas sumergibles, válvulas, tuberías, instalaciones eléctricas, tierras físicas, extintores, drenajes, trampas de combustible, sistemas de recuperación de vapores, sistemas de control de inventarios, monitoreo de fugas, limpieza ecológica, pintura en general, señalamientos, etc.; elaborado principalmente en base a los manuales de mantenimiento de cada equipo o en su caso a las indicaciones de los fabricantes. Por su naturaleza el mantenimiento se divide en Preventivo y Correctivo:

- **Mantenimiento Preventivo:** Son las actividades que se desarrollan de acuerdo a un programa predeterminado; permite detectar y prevenir a tiempo cualquier desperfecto antes de que falle algún equipo o instalación; si se lleva a cabo correctamente disminuirá riesgos e interrupciones repentinas.
- **Mantenimiento Correctivo:** Son las actividades que se desarrollan para sustituir algún equipo o instalación por reparación o sustitución de estos.

Previsiones Para Realizar El Mantenimiento A Equipo E Instalaciones. Antes de realizar cualquier actividad de mantenimiento en áreas clasificadas como peligrosas, será indispensable:

- Suspender el suministro de energía eléctrica al equipo en mantenimiento si es el caso.
- En el caso de sustitución de dispensarios, suspender el suministro de producto desde la bomba sumergible al dispensario.
- Delimitar el área antes de iniciar cualquier actividad como se indica a continuación:
    a. Un radio de 6.10 metros a partir de cualquier costado de los dispensarios.
    b. Un radio de 3.00 metros a partir de la bocatoma de llenado.
    c. Un radio de 3.00 metros a partir de la bomba sumergible, según lo establece la **NOM-001-SEDE-2005** Instalaciones Eléctricas-Instrumentación.
    d. Un radio de 8.00 metros a partir de la trampa de grasas o combustibles.
- Verificar que no se presenten concentraciones de vapores en el rango de explosividad en las zonas donde se vayan a realizar trabajos peligrosos.
- Eliminar cualquier punto de ignición que se encuentre dentro de las áreas peligrosas.
- Todas las herramientas eléctricas portátiles estarán aterrizadas y sus conexiones e instalación serán a prueba de explosión.
- En el área de trabajo se designarán a dos personas capacitadas en el uso de extintores para apoyar en todo momento la seguridad de las actividades, cada una con un extintor de 9 kg. de polvo químico seco tipo ABC.

Todos los trabajos peligrosos efectuados por personal de la Estación de Servicio o contratados con terceros estarán autorizados por escrito por el Dueño y registrados en la bitácora, anotando la fecha y hora de inicio y terminación programados, así como el equipo y materiales de seguridad que serán utilizados. El personal interno y externo tendrá la capacidad, capacitación y calificación para el trabajo a desempeñar, y contará con el equipo de seguridad y protección, así como con herramientas y equipos adecuados de acuerdo al lugar y las actividades que vaya a realizar.

Medidas De Seguridad Para La Realización De Trabajos "En Caliente" En Estaciones De Servicio.

Se prohíbe realizar trabajos **"en caliente"** (corte y soldadura) en las Estaciones de Servicio.

Los casos especiales en los que se justifique la imposibilidad de cumplir con esta disposición, serán revisados por el personal técnico de las Subgerencias de Ventas Regionales juntamente con la Gerencia de Almacenamiento y Reparto, con el propósito de analizar los trabajos a realizar, identificar los riesgos

potenciales y definir las medidas a seguir que garanticen la seguridad durante el desarrollo de esas actividades. Una vez que las Gerencias determinen las actividades a realizar, el Dueño notificará las mismas a las autoridades de protección civil, con el objeto de que se pronuncien al respecto, y en su caso le den seguimiento. Por seguridad y para evitar riesgos, toda reparación será realizada por personal capacitado; ya sea el personal que trabaja en la Estación de Servicio, o por medio de empresas especializadas, utilizando las herramientas y refacciones adecuadas que garanticen los trabajos de reparación, y atender correctamente y a tiempo cualquier eventualidad. A continuación, se detallan cada uno de los Mantenimientos citados:

Mantenimiento Preventivo. Se define como aquel que busca identificar las posibles fallas y condiciones peligrosas, a fin de mantener en buen estado y en funcionamiento las instalaciones, para:

- Asegurar el buen funcionamiento de la Estación de Servicio.
- Conservar los equipos e instalaciones.
- Estar preparados al momento de una emergencia, garantizando que las condiciones de uso apropiadas de instalaciones y el equipo para combatirla.
- Evitar actividades riesgosas que conlleven a un accidente.
- Mitigar en lo posible los efectos de una contingencia.

Las siguientes actividades forman parte esencial de la prevención de accidentes:
Las instalaciones para el control de productos como son tanques de almacenamiento, tuberías, dispensarios, bombas, pistolas de despacho, entre otros, que involucran siempre fluidos inflamables, productos con los que laboran así como sus residuos, deben existir una persona y un grupo de trabajadores que tengan a su cargo la seguridad de la Estación y por lo tanto de los alrededores, favoreciendo así que la Estación de Servicio sea un lugar de trabajo seguro y eficaz, tanto para los trabajadores, compradores y población vecina de la zona. Sabiendo que el principal factor o problemática que pudiera provocar o desatar una posible contingencia en la Estación de Servicio son los incendios, es necesario conocer la estructura del "Triángulo Básico del Fuego"; combustible (gasolina), oxígeno y temperatura, así como una fuente de ignición; para mantener una combustión es necesario que estos tres elementos se encuentren en partes proporcionales, por lo que su ausencia permite un control seguro y prevenir un desastre. Las fuentes de ignición incluyen cualquier fuente de calor, flama o cualquier acción que produzca una chispa; las áreas de riesgo (área de vapores), se encuentran perfectamente delimitadas, reconocidas e identificadas por el personal de la Estación, con lo cual de manera indirecta cada trabajador se convierte en un inspector de seguridad.
Para evitar que existan fuentes de ignición, es necesario que se retire todo el equipo que produzca flama o chispa, como, por ejemplo, equipo eléctrico, de combustión interna y herramienta de acero, aunque las instalaciones estén construidas y aditamentadas con materiales "a prueba de explosiones".
Otro elemento de riesgo que es muy probable que aparezca en un momento determinado es la electricidad estática, por lo cual es recomendable reducir, en medida de lo posible, la agitación o el movimiento de los combustibles que producen electricidad estática. Ya que esta se puede producir por actividades cotidianas de la Estación, como: el aire o gas comprimido liberado a la atmósfera del tanque, la descarga del combustible que fluye por las mangueras desde el auto tanque al tanque de almacenamiento, la alta velocidad de rodada de los neumáticos en el pavimento bajo condiciones secas, entre otros. A continuación, se incluye unas observaciones donde se menciona las causas y recomendaciones para evitar los daños provocados por la Electricidad Estática: El Instituto de Equipamientos Petroleros está trabajando en una campaña para advertir a la gente acerca de la producción de incendios como resultado de la electricidad estática, mientras se carga combustible. Han investigado 150 casos de este tipo de incendios y los resultados son los siguientes.

1- De los 150 casos, casi todos les ocurrieron a hombres y más mujeres, por su costumbre de ingresar y salir del vehículo mientras se carga el combustible.
2- En la mayoría de los casos estuvieron involucradas personas que volvieron a entrar a sus autos cuando la manguera todavía estaba colocando combustible, cuando terminó y volvieron a salir para sacar la pistola de combustible del auto el fuego comenzó, como resultado de la estática.
3- La mayoría usaba zapatos con suela de goma.

4- La mayoría de los hombres nunca vuelven a sus vehículos hasta que la carga de combustible no haya finalizado completamente, por ello es menor su incidencia en este tipo de incendios.
5- Nunca se debe utilizar teléfonos celulares cuando carga combustible.
6- Es el vapor de la gasolina que sale del combustible, el que causa el fuego, cuando toma contacto con cargas estáticas.
7- Hubo 29 incendios en donde las personas entraron a sus vehículos y tocaron las pistolas durante la carga de combustible en autos de distintas variedades de marcas y modelos. Algunos resultaron en grandes daños tanto en los vehículos, en las Estaciones de Servicio y en los consumidores.
8- Diecisiete incendios ocurrieron antes, durante o inmediatamente después que la tapa del tanque fuese retirada y momentos antes de iniciar la carga de combustible.
9- La carga estática suele producirse cuando un pasajero fricciona sus ropas contra el tapiz de los asientos, al entrar o salir del vehículo**- Para evitarlo, es recomendable que NADIE entre o salga del vehículo mientras se está realizando la carga. Solamente deben hacerlo ANTES de comenzar, o cuando la carga ya está completa y colocado el tapón de combustible.**
10- **EXTREME LAS PRECAUCIONES** si el combustible se ha derramado o salpicado en el piso. Inmediatamente se generan vapores altamente explosivos, que pueden encenderse por chispas de estáticas, por encendido de equipos electrónicos (Celulares) o por el encendido del vehículo.
11- **ANTES** de poner en marcha nuevamente el motor, el combustible derramado debe ser recogido o neutralizado por el personal de la estación de servicio.

Al Cargar Gasolina:
En su vehículo: frene, apague el motor y radio.
Nunca: Regrese a su vehículo, mientras está cargando combustible.
Debe asegúrese de que al salir o ingresar cierre la puerta TOCANDO EL METAL, antes de tocar la pistola de combustible. De esta manera la estática de su cuerpo será descargada antes de que se retire la manguera y pistola.

Esta situación debe tener especial recomendación para aquellos que llevan niños en los autos cuando cargan combustible. Si esto les pasara, es muy difícil y riesgoso sacar a los niños a tiempo. Por lo que hay que evitar utilizar tuberías de PVC en las líneas de manejo, aspirado o desalojo de productos ya que los tubos de plástico tienden a acumular grandes cargas estáticas, lo que puede provocar un incendio. Además, hay que recordar que el vapor inflamable que proviene del líquido del combustible tiene un intervalo de inflamación del 10% por volumen de aire, este rango es la cantidad de vapor de combustible necesario, para que se inflame en la presencia del oxígeno y una fuente de ignición. Por debajo del nivel del 1% de vapor de combustible (limite bajo de explosividad o LBE), la mezcla de combustible y oxígeno, es muy deficiente como para soportar las causas de un mal funcionamiento de las instalaciones o del equipo en general, para tal efecto se propone el mantenimiento preventivo siguiente: Como se mencionó anteriormente, estas actividades tiene la facultad de ayudar a prevenir posibles contingencias destructivas dentro de la Estación de Servicio, por lo cual es importante su aplicación. Todas estas actividades se detallan en la bitácora con el objetivo de verificar en el momento que sea requerido el concepto de la actividad señalada y cada cuando se recomienda su realización. Entre las actividades que son necesarias llevar a cabo se encuentran las siguientes.

1. Se requiere implementar y difundir un Programa de Protección Civil, tanto al interior como al exterior de la Estación, haciéndolo del conocimiento de Autoridades, Asociaciones Civiles y Estación de Servicio involucradas.
2. Se debe contar con un Plan de Ayuda Mutua, elaborado juntamente con las instalaciones de servicios y comerciales cercanas, e incluso las zonas habitacionales.
3. Dar mantenimiento preventivo y correctivo adecuado a las instalaciones y equipos de emergencia.
4. Cumplir estrictamente con los procedimientos de seguridad en el proceso del manejo de combustible.
5. Conocer y determinas los ambientes explosivos o inflamables, con el uso de un explosímetro a fin de verificar la posibilidad de regresar a condiciones normales, en caso de emergencia y estar preparados con antelación, antes de que ésta se presente.

6. Realizar simulacros periódicos, no solo de incendio sino se debe incluir todos los eventos potenciales, tomando las medidas necesarias para no exponer en lo absoluto las instalaciones ni al personal.
7. Evitar en llevar a cabo dentro de la zona y descarga de combustible actividades que pudieran provocar una fuente de ignición.
8. Capacitar al personal en el combate contra incendios, rescate y primeros auxilios
9. Capacitar al personal en todo lo relacionado a las actividades propias de la Estación, esto es, conocimiento de instalaciones, tuberías, bombas, dispensarios, entre otros.
10. Favorecer el servicio médico mediante la capacitación en materia de primeros auxilios al personal.
11. La puesta en marcha de todos los programas permitirá evaluar beneficios, detectar errores y proceder a su corrección, para contar siempre con un instrumento vigente y útil para responder ante cualquier emergencia.
12. Los aditamentos y mobiliario de oficinas, deben estar sujetos a la pared para evitar que estas caigan sobre el personal, en algún movimiento telúrico.

Mantenimiento Correctivo. El objetivo esencial del mantenimiento es reparar averías menores, para poner en marcha la instalación o los sistemas y equipos, como consecuencia de problemas originados por falta de mantenimiento preventivo, sus características son reactivar el servicio urgentemente y satisfacer las necesidades imperiosas de uso, reparación de desperfectos, sustituciones de elementos, componentes de equipos y sistemas, reacondicionamiento de sistemas agua, luz, energía, etc. durante una emergencia o después de la misma, se requiere en forma casi obligatoria de este tipo de actividades llamadas de rehabilitación, las cuales son parte esencial del recuperación a la normalidad. De esta forma se deben observar las siguientes acciones:

- El personal de servicio será capacitado para llena una bitácora y detectar anomalías o desperfectos en las instalaciones y autos tanque, ser capaz de prestar ayuda y dar aviso e informar oportunamente al responsable de la Estación.
- El sistema hidráulico sanitario, se revisará anualmente y se dará mantenimiento preventivo al menos cada 5 años y el correctivo cuando sea necesario.
- El sistema eléctrico y de tierras será revisado cada seis meses por una unidad de verificación autorizada, con mantenimiento mensual a tableros de control.

Para llevar a cabo una buena operación se requiere todo un proceso de actividades, las cuales formen parte del Mantenimiento de la Estación de Servicio. El punto de partida tendrá para la aplicación del Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo, depende del acopio previo de información necesaria acerca de los equipos y materiales existentes en la estación. Dicha información abarca los siguientes aspectos.

- Información del Equipo referente a características, marcas, tipo y dispositivos auxiliares.
- Programa de Actividades, referentes al tipo de acciones, cargas de trabajo a los que estarán sometidos los equipos y su vida útil.
- Estado y Tiempo de las Instalaciones. Se refiere a la situación actual de los diversos servicios de la instalación física y del tiempo de operación del conjunto de la Estación de Servicio, a fin de determinar desgastes, situaciones de emergencia, cambios, reparaciones o reestructuraciones.

A continuación, se presenta el programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo, con sus acciones específicas y periodicidad de su realización, para garantizar la operación y funcionalidad permanente de la Estación de Servicio.

Tabla II. 23. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo.

ACTIVIDAD	MENSUAL	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	OBSERVACIONES.
Revisión del estado físico de las mangueras y pistolas de despacho.						Inspección diaria
Estado y funcionamiento del interruptor eléctrico de emergencia						
Funcionamiento y estado de válvulas de corte rápido en mangueras de despacho						Inspección diaria
Comprobar que se cuenta con suficiente emulgente.						
Comprobar el funcionamiento de la alarma audible y visible.						
Comprobar que las áreas de acceso a los edificios están libres						Inspección diaria
Revisión de los niveles en el pozo de observación o monitoreo						
Funcionamiento correcto del sistema de presión a la descarga de la bomba						
Limpieza de trampas de combustible.						Se adecua de acuerdo a la época de lluvias
Revisión del estado de las motobombas de despachadores de combustible.						Inspección diaria
Revisión del funcionamiento de los extintores.						
Limpieza de drenajes.						
Nivel de carga y rotación de extintores						
Revisión de los dispensarios.						Inspección diaria
Revisión del estado de los tableros eléctricos y la planta de emergencia.						
Poda de áreas verdes						
Revisión del estado de la pintura de las áreas operativas						
Revisión de las áreas de circulación vehicular						
Revisión del funcionamiento correcto de la instalación hidráulica y sanitaria.						Inspección diaria
Funcionamiento y estado de válvulas shut-off						Inspección diaria
Estado del elemento sellador en los sellos “EYS”						
Revisión del estado de las válvulas de presión de vacío y arrestadores de flama en venteo.						
Revisión del estado de todos los registros eléctricos.						
Revisión de las tierras físicas en la descarga del auto tanque.						
Revisión del estado físico del sistema de descarga hermética de autos tanque.						Inspección cada 4 meses
Estado de la conexión del sistema de tierra física						
Verificación del cerrado hermético de las cajas de conexión a prueba de explosiones						
Verificación del estado de la conexión adecuada del cople flexible a prueba de explosión						
Funcionamiento correcto de la instalación de recuperación de vapores.						Cada 10 meses por compañía autorizada
Revisión del estado físico de la instalación de cómputo y sistemas de detección de fugas.						
Pruebas de hermeticidad en tanque con más de 10 años.						
Aplicación de pintura e impermeabilizante en azoteas						
Recarga de polvo químico ABC de los extintores.						
Pruebas de hermeticidad de tuberías.						
Revisión del impermeabilizante de techos.						
Chequeo de monitores en espacio anular, si existe.						

Fuente: Biota, 2021.

A continuación, se describen algunas áreas de la Estación de Servicio, así como los puntos mínimos de mantenimiento a evaluar durante la operación de la Estación de Servicio:

Tanques De Almacenamiento. Dado que la gran mayoría de los tanques de almacenamiento se encuentran confinados, ya sean enterrados o superficiales, el mantenimiento se circunscribe a verificar los resultados de las pruebas de hermeticidad y al drenado del agua que se condensa por cambios de temperatura tanto del medio ambiente como de los productos. Para conocer la existencia de agua en el interior del tanque de doble

contención será necesario revisar la lectura del indicador del nivel de agua en el control de inventarios; en el caso de tanques de pared sencilla se tomará la prueba manual directamente en el tanque utilizando la regla y la pasta indicadora de agua, esta actividad se realizará al menos cada 30 días. Al detectarse agua, se procederá a drenarla utilizando el equipo que para tal efecto exista en la Estación de Servicio y almacenándola en tambores herméticos de 200 l., correctamente identificados para su posterior disposición como residuo contaminante a través de compañías especializadas. En caso de que se requiera limpieza interior del tanque por cambio de servicio, será necesario recurrir a empresas especializadas y tomar las medidas de seguridad indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

Para trabajos dentro de los tanques de almacenamiento se cumplirá con lo siguiente:

- El responsable de la Estación de Servicio, dueño o representante legal extenderá una autorización por escrito, registrando esta autorización en la Bitácora, indicando fecha y hora de inicio y término programadas de los trabajos a ser realizados; equipo de protección y seguridad que se utilizará; permiso de Protección Civil; Oficio de notificación a la instancias correspondientes y nombre y dirección de la compañía que realizará los trabajos, en su caso, extracción, transporte y recepción para confinamiento de residuos peligrosos, con una descripción detallada de los trabajos realizados, etc.
- Limpiar y vaporizar los tanques de almacenamiento, antes de realizar cualquier trabajo en su interior, con el objeto de evitar condiciones inseguras y de riesgo.
- Bloquear el suministro de energía eléctrica a la maquinaria y equipo relacionado con el espacio confinado donde se hará el trabajo, antes de que ingresar al interior del tanque, y colocar señales y avisos de seguridad que indiquen la prohibición de usarlos mientras se lleva a cabo el trabajo.
- Durante el tiempo que el trabajador se encuentre dentro del tanque de almacenamiento de combustibles, será estrechamente vigilado y supervisado por el responsable del trabajo o por una persona capacitada para esta función, además utilizará equipo de protección y seguridad personal, un arnés y cuerda resistente a las sustancias químicas que se encuentren en el espacio confinado, con longitud suficiente para poder maniobrar dentro del área y ser utilizada para rescatarlo en caso de ser necesario.

Se monitoreará constantemente el interior del tanque para verificar que la atmósfera cumpla con las condiciones siguientes:

- Que el contenido de oxígeno esté entre 19.5% y 23.5%; en caso contrario se tomarán las medidas pertinentes, tanto para el uso de equipo de protección respiratoria autónomo con suministro de aire, como para la realización de actividades en atmósferas no respirables.
- La concentración de gases o vapores inflamables no será superior en ningún momento al 5% del valor del límite inferior de inflamabilidad y de 0% en el caso de que se vaya a realizar un trabajo de corte y/o soldadura.
- La concentración de sustancias químicas peligrosas no excederá los límites máximos permisibles de exposición establecidos en la NOM-010-STPS-2014, condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral; de lo contrario se aplicarán las medidas de control establecidas en esa norma.
- Las lámparas que se utilicen para iluminar un espacio confinado, serán de uso rudo y a prueba de explosión.

Asimismo, se contratará a la empresa especializada que cuente con permisos para el manejo y disposición de residuos peligrosos.

El Dueño solicitará autorización por escrito a Protección Civil y notificar a la instancias correspondientes, que realizará la limpieza del tanque de almacenamiento presentando un programa de trabajo que indique lo siguiente:

- Datos de la Estación de Servicio.

- Objetivo de la limpieza.
- Responsable de la actividad.
- Fecha de inicio y de término de los trabajos.
- Hora de inicio y de término de los trabajos.
- Características y número del tanque y tipo de producto.
- Producto.

Al finalizar la actividad, el responsable de la Estación de Servicio entregará a Protección Civil y a la instancias correspondientes:

- Copia del manifiesto de "Entrega Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos", para su tratamiento y confinamiento.
- Copia del documento en el que la empresa especializada que realizó la actividad, certifica que el tanque quedó completamente limpio.

Accesorios de los Tanques de Almacenamiento. Los accesorios se localizan en la parte superior del tanque, en los contenedores o registros colocados a nivel de piso terminado de la Estación de Servicio, que, por estar enterrados, únicamente se observarán las tapas de estos; éstas comúnmente son metálicas, circulares y pintadas del color representativo de cada producto. Generalmente seis o siete tapas del mismo color identifican a cada tanque. Las de mayor dimensión corresponden al contenedor en donde se localiza la bomba sumergible y/o la entrada hombre. En las restantes se localizan los dispositivos para:

- Bocatoma de llenado que cuenta con válvula de sobrellenado.
- Detección electrónica de fugas del espacio anular.
- Purga o drenado.
- Control de inventarios.

Todos los contenedores y registros se revisarán como mínimo cada 30 días, verificando que estén limpios y secos, checando que las conexiones, empaques y accesorios instalados en cada uno de ellos se encuentre en buenas condiciones. De encontrarse combustible dentro del contenedor de la bomba sumergible, se suspenderá de inmediato el suministro de energía eléctrica al equipo y se procederá a revisar y determinar la causa, y en su caso realizar la reparación correspondiente. No se restablecerá el suministro de energía eléctrica hasta que la reparación se haya terminado, y se reciba la instrucción del supervisor de la Estación de Servicio y del supervisor de la empresa que realizó los trabajos de mantenimiento.

Zona de Tanques de Almacenamiento. En la mayoría de las Estaciones de Servicio, la zona de tanques de almacenamiento es exclusiva para carga y descarga de combustibles, en algunas otras, por lo reducido de los predios, no existe una zona definida ya que los tanques se localizan en las zonas de despacho o de circulación vehicular. En ambos casos y de acuerdo al proyecto, se dispondrá de un registro con rejilla conectado al drenaje aceitoso, el cual tiene como objetivo captar algún posible derrame de combustibles o los residuos resultantes de la limpieza y conducirlos a la trampa de combustible, por lo cual este registro siempre estará libre de obstrucciones. Todas las Estaciones de Servicio contarán con la manguera para recuperación de vapores con conexiones herméticas.

Tuberías. Al igual que los tanques de almacenamiento, las tuberías para producto en las Estaciones de Servicio se encuentran enterradas, por lo cual, el mantenimiento se efectuará con base en la evaluación de las pruebas de hermeticidad.

Drenaje Aceitoso. Se revisará que el drenaje aceitoso, formado por los registros con rejilla interconectados entre sí e instalados en la zona de despacho, zona de tanques y en su caso en la zona de lavado y lubricado de vehículos, siempre se mantenga libre de obstrucciones y en buenas condiciones de operación. La importancia de ello radica en que permiten captar derrames de combustibles y conducir los residuos de la limpieza a la trampa de combustibles.

Dispensarios. Como rutina diaria se revisará el cierre hermético, las buenas condiciones de las pistolas de despacho y el estado físico de las mangueras; asimismo, se observará el interior de los contenedores de los dispensarios, verificando que estén limpios, secos y herméticos, así como los accesorios, empaques, conexiones, válvulas y sensores que se localizan dentro del mismo. De acuerdo a las indicaciones de los fabricantes, se verificará a través de la jarra patrón que la calibración de los medidores sea la correcta; en el caso que se identifiquen desviaciones se notificará a la autoridad correspondiente para solicitar su recalibración en los términos señalados en la NOM-005-SCFI-2005, y dejar de suministrar producto hasta que se realice la calibración. Así mismo, se comprobará mensualmente el funcionamiento adecuado de las válvulas shut-off y de corte rápido en mangueras. La vida útil de los dispensarios son lo señalado en las Especificaciones Técnicas para Proyecto y Construcción de Estaciones de Servicio, así como que cumplan con lo establecido en la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización, en la Norma Oficial Mexicana NOM-005-SCFI-2005, para lo cual mantendrán vigentes los Certificados de conformidad de producto que emiten los organismos de certificación acreditados y la aprobación de modelo o prototipo que expide la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía.

Zona de Despacho. Se mantendrá en buen estado la pintura en los gabinetes para aire y agua, exhibidores de aceite, columnas, guarniciones, protecciones y reponer los señalamientos dañados.

Cuarto de Máquinas. El cuarto de máquinas permanecerá limpio, evitando acumular objetos ajenos al mismo para permitir el libre acceso a los tableros e instalaciones. Esta área no se utilizará como bodega.

Extintores. Se implementará un programa de mantenimiento de los extintores instalados en las Estaciones de Servicio. En cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, relativa a las condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo, el mantenimiento de los extintores se sujeta a lo siguiente:

- Los extintores recibirán, cuando menos una vez al año, mantenimiento preventivo, a fin de verificar que se encuentren permanentemente en condiciones seguras de funcionamiento, de acuerdo a lo establecido en la NOM-002-STPS-2000.
- Los extintores se colocarán en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos, de tal forma que el recorrido no exceda de 15 metros desde cualquier lugar de la Estación de Servicio; se fijarán entre una altura del piso no menor de 10 cm, medidos del suelo a la parte más baja del extintor y una altura máxima de 1.50 m, medidos del piso a la parte más alta del extintor; colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50 °C y no sea menor de -5 °C; estar protegidos de la intemperie; señalar su ubicación de acuerdo a lo establecido en la NOM-026-STPS-1998 y estar en posición para ser usados rápidamente.
- Los extintores serán revisados visualmente al momento de su instalación y, posteriormente, a intervalos no mayores de un mes; y en caso de no cumplir con las condiciones señaladas en la Norma, se someterán a mantenimiento y las anomalías se corregirán de inmediato.
- Durante su mantenimiento se sustituirán temporalmente por equipo del mismo tipo de clasificación y de la misma capacidad.
- El mantenimiento consiste en la verificación completa del extintor, siguiendo las instrucciones del fabricante. Dicho mantenimiento tendrá la garantía de que funcionará efectivamente.
- Se identificará claramente que se efectuó un servicio de mantenimiento preventivo, colocando una etiqueta adherida al extintor indicando la fecha, nombre o razón social y domicilio completo del prestador de servicios.
- La recarga es el reemplazo total del agente extinguidor por uno nuevo, y de la cápsula de gas inerte, entregando la garantía por escrito del servicio realizado y, en su caso, el extintor contará con la contraseña oficial de un organismo de certificación, acreditado y aprobado, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Instalación Eléctrica. Las instalaciones eléctricas serán autorizadas por un perito o una Unidad de Verificación Eléctrica y trabajar en condiciones normales de operación, el mantenimiento se realizará de acuerdo a indicaciones del programa de mantenimiento preventivo o correctivo. Es importante no instalar equipos adicionales sin la autorización correspondiente de la Unidad de Verificación Eléctrica. Toda conexión provisional para las actividades de limpieza y mantenimiento estará provista de los cables y las conexiones adecuadas y en el caso de áreas peligrosas, se verificará la ausencia de mezclas de vapores o gases explosivos en rangos de explosividad y en su caso, cumplir con ser a prueba de explosión.

Pavimentos. En la reparación o mantenimiento de pavimentos se seguirá el procedimiento siguiente:

- Limpiar las áreas afectadas.
- Inyectar adhesivo líquido en fisuras o grietas.
- Cuando la reparación abarque superficies de mayores dimensiones, colocar adhesivo líquido en la superficie del concreto antiguo para unirlo con el concreto nuevo.
- Rellenar con reparador epóxico de alta resistencia, mezclado con aditivos como las fibras reductoras de fisura miento por contracción.
- Colocar selladores a base de alquitrán de hulla o materiales elásticos, resistentes a los hidrocarburos en las juntas.

Bitácoras. Para el seguimiento del Programa de Mantenimiento es obligatorio para todas las Estaciones de Servicio, contar con una "Bitácora Foliada". En la "Bitácora" se registrarán por escrito de forma continua, a detalle y por fechas, las actividades relacionadas con los equipos e instalaciones, así como la propia operación, mantenimiento, supervisión, etc., de la Estación de Servicio.
Ejemplos de registros en la "Bitácora":

- Enero 20 del 2009
  Se recibieron 20,000 l. de Pemex Magna Sin en el tanque Nº 1 a las 10.00 hrs. La maniobra se realizó sin problemas.
- Enero 21 del 2009
  Se realizó la limpieza ecológica en drenajes, registros de zonas de despacho y zona de almacenamiento y se retiraron 200 l. de residuos de la trampa de combustible. Certificado WK-467.
- Enero 22 del 2009
  Se recibieron 20,000 l. de Pemex Premium en el tanque Nº 2 a las 14.00 hrs. La maniobra se realizó sin problemas.
- Enero 28 del 2009
  Aproximadamente a las 17.00 hrs. un cliente se retiró repentinamente sin pagar, de la posición de carga Nº 6, desprendiendo la manguera de Pemex Magna Sin, por lo que se accionó la válvula de corte rápido, no hubo consecuencias. Se procedió de inmediato a efectuar las reparaciones necesarias y a restablecer la válvula de corte en la manguera.
- Enero 30 del 2009
  La compañía Pruebas y Equipos, S. A. de C. V. realizó pruebas de hermeticidad a tanques y tuberías de las 8:00 hrs. a las 14:00 hrs., entregando el reporte correspondiente en donde se manifiestan los resultados siguientes:
  Tanque 1 Pemex Magna Sin hermético. Cantidad de producto 13,500 l.
  Tanque 2 Pemex Premium hermético. Cantidad de producto 28,750 L.
  Tubería Pemex Magna Sin hermética
  Tubería Pemex Premium hermética
- Febrero 1º del 20098
  Se enviaron a recarga 6 de 12 extintores, en tanto se realiza este servicio se colocaron provisionalmente 6 extintores de la empresa.
- Febrero 4 del 2009
  Se instalaron sensores en contenedores, dispensarios y se aplicó compuesto sellador en los sellos eléctricos.

Los registros en la "Bitácora" serán redactados con claridad, precisión, sin omisiones ni tachaduras y en caso de requerirse alguna corrección, ésta será a través de un nuevo registro, sin eliminar la hoja y sin borrar ni tachar el registro previo. La "Bitácora" permanecerá en todo momento en la Estación de Servicio en un lugar de fácil acceso al personal autorizado. El tipo, calidad y dimensiones de la "Bitácora" así como la forma de registro dependerá de las características particulares de cada Estación de Servicio, sin embargo, contendrá como mínimo lo siguiente:

- Número y nombre de la Estación de Servicio.
- Domicilio.
- Número de Bitácora.
- Personas autorizadas para asentar notas en la Bitácora, registrando el nombre y firma de cada una de ellas.
- Hojas no desprendibles y foliadas.
- En todas las notas se utilizará tinta permanente y lo firmará el personal autorizado.
- Firma autógrafa de la o las personas que realizaron el registro, así como la fecha y hora del registro.

Conformación de la Bitácora de Mantenimiento.

El objetivo de esta bitácora es conformar un registro cronológico y por escrito de las actividades de mantenimiento que se llevan a cabo en la estación de Servicio, tomándose de este criterio para que en su caso se aplique el "Mantenimiento Correctivo" al equipo que presente un mal funcionamiento. Esta actividad se lleva a cabo con una periodicidad y metodología adecuada que permite cumplir con el objetivo del mantenimiento "Preventivo y Correctivo", esta metodología se basa prácticamente en el llenado del formato denominado "F-MAN", por parte del encargo de la estación de Servicio, el cual deberá ser llenado y requisitado una vez por semana. El formato una vez utilizado y reportado se entregará al encargado de mantenimiento de la Estación de Servicio será archivado de forma cronológica, de manera que este archivo ira conformando la "Bitácora" de mantenimiento de la Estación de Servicio. A continuación, se anexa la Forma "F-MAN", la cual deberá ser fotocopiada para su utilización y con la cual sé ira conformando la Bitácora de Mantenimiento de la Estación de Servicio.

Tabla II. 24. Bitácora de Mantenimiento.

Estación de Servicio No.
Giro Comercial: Gasolinera
C.M.A.P.
Revisión No.
Nombre del responsable de elaboración
Mes:
Semana:

CONCEPTO	PERIODO	ACTIVIDAD	ESTADO OPTIMO NO	SI
EXTINTORES				
Ubicación acorde a especificaciones	Mensual	Revisión		
Características acorde a especificaciones	Mensual	Revisión		
Estado general en que se encuentra	Mensual	Revisión		
Presión	Mensual	Revisión		
Acceso libre de obstáculos	Mensual	Revisión		
Señalización adecuada y estado de esta	Mensual	Revisión		
Altura a 1.50 mts n.p.t.	Mensual	Revisión		
Capacidad	Mensual	Revisión		
Vigencia de la carga	Anual	Revisión		
Estado y conservación de las etiquetas.	Semestral	Revisión		
Prueba de presión hidrostática.	C/5 años	Revisión		
INSTALACIÓN HIDROSANITARIA.				
Fugas o derrames de agua potable	Diario	Revisión		
Azolve en drenajes	Diario	Revisión		
Medidor	Mensual	Revisión		
Válvula de paso	Mensual	Revisión		
Llave de nariz	Mensual	Revisión		
Llaves en general	Mensual	Revisión		
Fugas en tuberías y válvulas	Mensual	Revisión		

Humedad en paredes	Mensual	Revisión		
Fugas en regaderas	Mensual	Revisión		
Fugas en sanitarios	Mensual	Revisión		
Fugas en lavabos	Mensual	Revisión		
Fugas en cisternas	Mensual	Revisión		
Estado del calentador de agua	Mensual	Revisión		
Estado del hidroneumático	Mensual	Revisión		
Estado de registros y coladeras	Mensual	Revisión		
TANQUES DE ALMACENAMIENTO.				
Parámetro de vacuo metros entre 10 y 15 pulg/merc.	Diario	Revisión		
Sensor de vapores en caso de nivel freático alto.	Periódica	Revisión		
Pruebas de hermeticidad en tanques > de 10 años	Anual	Revisión		
Pruebas de hermeticidad en tanques < de 10 años	Semestral	Revisión		
Sistema de tierras físicas	Mensual	Revisión		
Válvula de sobrellenado	Mensual	Revisión		
Venteos (tensión del soporte de la compuerta)	Mensual	Revisión		
Sistema de recuperación de vapores	Mensual	Revisión		
Torque en conexión flexible.	Semestral	Revisión		
Sellos eys en motobomba (estado del chico)	Semestral	Revisión		
Tierras físicas en motobombas	Mensual	Revisión		
Sistema de tierras físicas para aterrizado de auto t.	Diario	Revisión		
Limpieza en contenedor de motobomba.	Mensual	Revisión		
DISPENSARIOS				
Válvulas de corte rápido.	Semestral	Revisión		
Mangueras y pistolas.	Mensual	Revisión		
Contenedor.	Mensual	Revisión		
Válvula shut-off	Mensual	Revisión		
Sensor de líquidos.	Semanal	Revisión		
Caja de conexión eléctrica.	Semestral	Revisión		
Sellos eys (estado del chico)	Semestral	Revisión		
Sistema de tierras físicas.	Mensual	Revisión		
ZONA ISLA				
Interruptor de emergencia	Mensual	Revisión		
Tierras físicas	Mensual	Revisión		
Dispensario aire – agua.	Diario	Revisión		
DRENAJE ACEITOSO				
Registro y rejillas libre de azolve.	Diario	Revisión		
Trampa de grasas y combustibles.	Mensual	Revisión		
DRENAJE PLUVIAL Y DE AGUAS NEGRAS				
Descarga a red municipal libre de hidrocarburos.	Semestral	Revisión		
Descarga a red municipal libre de azolve	Mensual	Revisión		
SISTEMA ELÉCTRICO GENERAL.				
Interruptor de energía	Mensual	Revisión		
Capacidad de los elementos térmicos en arrancador.	Periódico	Revisión		
Tapas, contactos y apagadores en buen estado.	Periódico	Revisión		
Terminales a tierra	Mensual	Revisión		
CUARTO DE MAQUINAS.				
Funcionamiento de relevadores, arrancadores.	Periódico	Revisión		
Funcionamiento de capacitores, reguladores.	Periódico	Revisión		
Interruptor de emergencia.	Mensual	Revisión		
OFICINAS				
Interruptor de emergencia.	Mensual	Revisión		
Sistema portátil de luz de emergencia.	Semanal	Revisión		
Consola y computadoras libres de objetos extraños.	Diario	Revisión		
Contacto sin sobrecargar	Diario	Revisión		

Fuente: BIOTA, 2021.

II.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto.

Cabe destacar que la construcción de la obra, operación y adecuado funcionamiento de la **ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V."** implica la recepción, almacenamiento y venta de gasolina y lubricantes, dentro de vialidades de alta intensidad, así como en una zona comercial y de servicios.

II.2.7. Etapa de abandono del sitio.

La vida útil del Proyecto se tiene contemplada de 50 años sin embargo se considera que habrá un deterioro de las instalaciones alterando la infraestructura, maquinaria, así como las áreas verdes, sin embargo, con los

programas de mantenimiento preventivo y correctivo que se tendrán en la Estación de Servicio este periodo aumentara, el abandono no está prevista por el Promovente ya que considera el éxito económico y social del proyecto, en función del análisis de mercado realizado previamente. En caso de ser necesario el abandono del predio y desmantelar de la infraestructura instalada, se requiere tener mucho cuidado en el área de tanques de almacenamiento, ya que se debe de eliminar la losa y abrir el espacio necesario para sacar los tanques de las fosas; en caso de que hubiera ocurrido alguna fuga de combustible, la arena que pudiera estar contaminada habrá que ser separada y dispuesta en tambores de 200 L, con la finalidad de darle un tratamiento y disposición final adecuada. El resto de la construcción se puede manejar como demolición de una casa-habitación y los materiales ferrosos pueden ser reutilizados o reciclados, mientras que el escombro será destinado a actividades de relleno y nivelación o disposición final. Finalmente, el predio queda listo para recibir cualquier tipo de infraestructura urbana. Cabe señalar que al momento del abandono se realizara un estudio conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSSA1-2012, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

II.2.8. Utilización de explosivos.

No se considera el empleo de explosivos en el proyecto.

II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Emisiones a la atmosfera.

Respecto a las emisiones a la atmósfera, no existirá una emisión continua de contaminantes atmosférica, sólo se consideran las evaporaciones ocasionales de combustibles durante el llenado de tanques de almacenamiento y venta al público. Por otra parte, ocurrirán emanaciones de compuestos volátiles durante el venteo controlado de los gases acumulados en tanques, como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla II. 25. Emanaciones de compuestos volátiles durante el venteo.

EMISOR	TIPO DE CONTAMINANTE	SISTEMA DE CONTROL
Derrame de Gasolina	Evaporación de gases del líquido	Procedimientos de evacuación y atención a derrames.
Tanques y Equipos	Vapores de Hidrocarburos 1.5 % mg HC/L.	Sistema de recuperación de vapores.

Fuente: BIOTA, 2021.

El control de las emisiones a la atmósfera será manteniendo cerrados los tanques de almacenamiento y ejerciendo control durante el suministro de los combustibles, con la finalidad de evitar derrames accidentales.

Aguas residuales.

La descarga de aguas residuales se realizará a una Fosa Séptica será mínima la descarga ya que la Estación de Servicio se esta contemplando el diseño de tal manera que con la captación del agua pluvial para la reutilización de esta en servicios sanitarios y áreas verdes se optimizará dicho recurso. Se estima una descarga de 0.2 L/seg para ver los detalles de las Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias consultar la Memoria Descriptiva.

Residuos sólidos.

Dentro de los residuos industriales destacan los derivados de la purga de lodos plomizos, que quedan en el fondo del tanque y que deben ser retirados una vez que se obstruye el paso de la gasolina a través del sistema de bombeo o al término de la vida útil del tanque, mismos que habrán de ser colectados y enviados a un confinamiento controlado de residuos peligrosos. Durante la operación de la estación de servicio, la generación de residuos sólidos, se limita a los botes de aditivos y lubricantes, que serán reutilizados y/o comercializados. Los residuos peligrosos, envases con residuos de aceites, grasas, solventes, así como trapo, papel, cartón, estopa u otros materiales impregnados de esos residuos peligrosos, se deben almacenar en forma temporal, dentro de tambores metálicos de 200 L con tapa y debidamente identificados. Cabe mencionar que pueden ser reutilizados como combustible alterno y en caso extremo, deberán ser enviados a confinamientos autorizados de residuos peligrosos; de modo similar se manejarán las sustancias recuperadas en la limpieza periódica de trampas de grasa y combustibles. Los residuos sólidos, de tipo doméstico serán entregados al

sistema de recolección de residuos del Municipio o alguna empresa privada para su reciclaje o disposición final. Los lodos plomizos están clasificados como residuos peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-053-SEMARNAT-2005 y serán retirados inmediatamente después de su recolección, para su disposición final o tratamiento por una empresa especializada. Los residuos de metal (recipientes de aditivos y lubricantes) pueden ser reciclados en su totalidad. Los residuos de aceites pueden ser reciclados por una empresa especializada o ser utilizados como combustible alterno en diferentes industrias.

Residuos domésticos.

El tipo de residuos sólidos domésticos incluye los generados en la oficina, principalmente papel, que se dispondrán en contenedores destinados exprofeso, para finalmente ser transportados por el servicio de recolección del Municipio o con una empresa privada. Para los desperdicios sólidos, se tiene planeado tener una serie de contenedores distribuidos en diferentes áreas de la Estación de Servicio, se almacenan por separado sin recibir tratamiento alguno en la estación, para finalmente ser entregados al servicio de recolección. Los residuos domésticos se entregarán al camión recolector. Los residuos sólidos serán principalmente papel y cartón proveniente de las oficinas, podrán ser reciclados con personas interesadas, en caso contrario se podrán disponer sin ningún problema en el relleno sanitario.

II.2.10. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

La estación de servicio cuenta con la infraestructura necesaria para el manejo de los residuos, se cuenta con una bodega donde se almacenarán temporalmente los residuos para su adecuada disposición. Los residuos se separarán conforme a la normativa y los residuos peligrosos se dispondrán por empresas especializadas en dicho servicio.

ÍNDICE GENERAL.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO. 3
III.1. VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES. 3
III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. 3
III.1.2. Plan De Desarrollo Del Estado De Quintana Roo 2016-2022. 5
III.1.3. Plan Municipal de Desarrollo Solidaridad 2018-2021. 6
III.1.4. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa de Carmen, Municipio Solidaridad 2010 – 2050 7
III.2. VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRA ZONIFICACIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN (RTP y/o RHP), O LA RELATIVA A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU). 9
III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 9
III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. 14
III.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. (POEMyRGMyMC). 20
III.2.4. Áreas Naturales Protegidas. 27
III.2.5. Regiones Prioritarias de Acuerdo con la CONABIO. 30
III.2.5.1. Área De Importancia Ecológica Para La Conservación De Las Aves (AICA). 30
III.2.5.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). 30
III.2.5.3. Regiones Terrestress Prioritarias (RTP). 32
III.2.5.4. Sitios RAMSAR. 32
III.2.5.5. Región Marina Prioritaria (RMP). 32
III.3. CUMPLIMIENTO DE LEYES, REGLAMENTOS O NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO. 38
III.3.1. Ley General Del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 38
III.3.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. 39
III.3.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 40
III.3.4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 41
III.3.5. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. 41
III.3.6. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. 43
III.3.7. Ley General de Vida Silvestre. 43
III.3.8. Ley General para la Preservación y Gestión de los Residuos y su Reglamento. 44
III.3.9. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido. 46
III.3.10. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación. 46
III.3.11. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos . 46
III.3.12. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Actividades Altamente Riesgosas. 49
III.3.13. Normas Oficiales Mexicanas. 49

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen III. 1 Esquema del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. 3
Imagen III. 2. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa de Carmen. 8
Imagen III. 3. Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 11
Imagen III. 4. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad 15
Imagen III. 5. Áreas Naturales Protegidas Federales cercanas al Proyecto. 28
Imagen III. 6. Áreas Naturales Protegidas Estatales cercanas al proyecto. 29
Imagen III. 7. AICA's cercanas a la zona del proyecto. 33
Imagen III. 8. Distancia de la RHP con respecto al proyecto. 34
Imagen III. 9. Distancia del proyecto a la RTP más cercana. 35
Imagen III. 10. Distancia de los sitios RAMSAR con el proyecto. 36
Imagen III. 11. Distancia de los sitios RMP con el proyecto. 37

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla III. 1. Región Ecológica: 17.33 10
Tabla III. 2. Unidades Ambientales Biofisicas (UAB) involucradas 12
Tabla III. 3. Estrategias de la región Ecológica que integra a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 62 involucrada con el proyecto. 12
Tabla III. 4. Ficha de la UGA 10. 14
Tabla III. 5. Vinculación de los criterios aplicables al proyecto. 16
Tabla III. 6. UGA 139 del POEMyRGMyMC. 21
Tabla III. 7. Acciones Generales del POEMyRGMyMC. 22
Tabla III. 8. Acciones Específica del POEMyRGMyMC. 24
Tabla III. 9. Áreas Naturales Protegidas en el estado de Quintana Roo. 27
Tabla III. 10. Normas aplicables al proyecto. 51

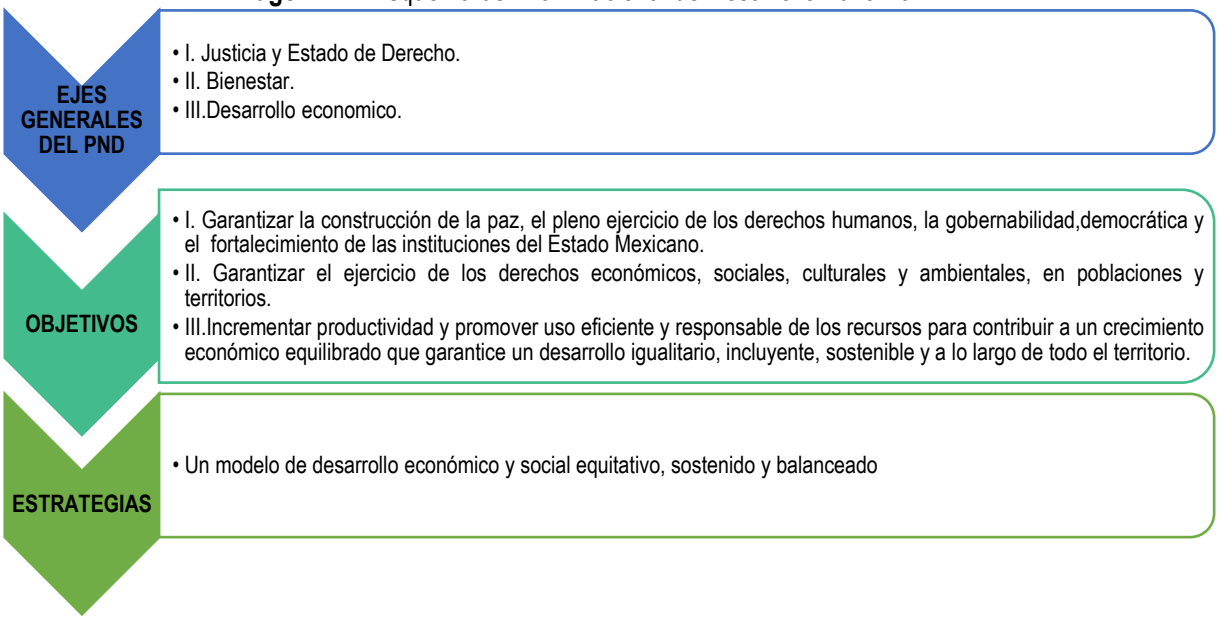
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.

III.1. VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES.

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 pretende construir una propuesta posneoliberal y de convertirla en un modelo viable de desarrollo económico, ordenamiento político y convivencia entre los sectores sociales. Para lograr esta condición de proponen algunos lineamientos en los que se enmarca este Plan Nacional y principios rectores de la propuesta. De manera esquemática, en la siguiente imagen se resume los ejes generales del Plan Nacional de Desarrollo, así como sus objetivos y estrategias.

Imagen III. 1 Esquema del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.



Fuente: Plan Nacional de Desarrollo, 2019.

El Plan Nacional de Desarrollo presenta cada una de las metas y propone los objetivos, estrategias y líneas de acción para alcanzarlas. No se presentan capítulos específicos para las Estrategias Transversales ya que se reflejan e integran en cada una de las Metas Nacionales. La Meta Nacional IV, un México Próspero pretende promover el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo. A esta Meta la componen los siguientes objetivos:

México Próspero.

- Objetivo 4.1. Mantener la estabilidad macroeconómica del país.
- Objetivo 4.2. Democratizar el acceso al financiamiento de proyectos con potencial de crecimiento.
- Objetivo 4.3. Promover el empleo de calidad.
- Objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.
- Objetivo 4.5. Democratizar el acceso a servicios de telecomunicaciones.

- Objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.
- Objetivo 4.7. Garantizar reglas claras que incentiven el desarrollo de un mercado interno competitivo.
- Objetivo 4.8. Desarrollar los sectores estratégicos del país.
- Objetivo 4.9. Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica.
- Objetivo 4.10. Construir un sector agropecuario y pesquero productivo que garantice la seguridad alimentaria del país.
- Objetivo 4.11. Aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica en el país.

El proyecto denominado: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO,** se relaciona con algunas de las estrategias y líneas de acción del objetivo 4.4:

- Objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.
- Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.
- Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.
- Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.
- Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural.

VINCULACIÓN.

El proyecto **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO,** deberá proteger el entorno natural en el que se desarrolla, al mismo tiempo que genere competitividad y empleo. Las afectaciones que se puedan generar durante el proceso constructivo y la operación de la Estación de Servicio son identificadas y evaluadas (Capítulo V), y se presentan las diferentes acciones y medidas que permitirán prevenir, mitigar y compensar la influencia de los impactos sobre el medio ambiente (Capítulo VI), con la finalidad de promover el desarrollo integral de las comunidades que circundan el área y garantizar el desarrollo sustentable del proyecto. El Plan Nacional de Desarrollo hace mención de que se abra el mercado a la competitividad ofreciendo diversos servicios, aunque no se habla de estaciones de servicio como tal, se presume que estas también se encuentran dentro de estos puntos, ya que con la apertura del sector se espera mayor competitividad y mejoras en los costos.

III.1.2. Plan De Desarrollo Del Estado De Quintana Roo 2016-2022.

El Plan de Desarrollo del Estado de Quintana Roo 2016-2022 es un documento en el cual se da cumplimiento a cada una de las disposiciones legales tanto en el ámbito Federal como Estatal; al mismo tiempo, se responde a las demandas más sentidas de la población de Quintana Roo, es decir, la construcción de un plan de gobierno con las más diversas opiniones, propuestas y demandas de los distintos sectores de la sociedad. Se establece un orden de la acción pública del gobierno en el corto, mediano y largo plazos; en su estructura se mantiene una relación estratégica entre ciudadanía y gobierno; está integrado por cinco ejes rectores. De entre ellos, los puntos aplicables o relacionados directamente al proyecto es el siguiente:

Eje 1. Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos.

Quintana Roo requiere un desarrollo y crecimiento económico de manera sostenida, sustentable y regional, lo que contribuirá a reducir las asimetrías territoriales que afronta la entidad y permitirá a todos los quintanarroenses elevar su calidad de vida.

- ✓ Empleo y Justicia Laboral: fomenta la capacitación del capital humano, la creación de empleos dignos, igualdad de oportunidades laborales, la percepción de ingresos justos, el respeto y el fortalecimiento de los derechos y la impartición de justicia, con elementos de garantía para la seguridad física y patrimonial de los trabajadores, en colaboración con los sectores público y privado.
- ✓ Desarrollo, Innovación y Diversificación Económica: tiene como principal objetivo combatir las asimetrías regionales, propiciando un desarrollo económico equilibrado a través del cual se fortalezcan los procesos productivos, principalmente de los sectores primario y secundario con responsabilidad ambiental. Asimismo, promueve la reorganización, modernización, tecnificación, innovación y puesta en marcha de proyectos, lo que permitirá elevar la competitividad en la producción de insumos, incrementar su comercialización y generar una mayor derrama económica de la entidad.
- ✓ Competitividad e inversión: instrumenta acciones tales como la mejora regulatoria, con el objetivo de reducir los tiempos de espera en la realización de trámites y servicios y generar un clima de negocios idóneo para la atracción de inversiones productivas multisectoriales. Igualmente, impulsa la creación de empresas y la consolidación de las ya existentes, lo que permitirá incrementar la comercialización de bienes y servicios con una visión regional, nacional e internacional, en la que su vinculación con Centroamérica y el Caribe adquiera una mayor relevancia.
- ✓ Diversificación y Desarrollo del Turismo: identifica la necesidad de crear planes, programas y proyectos que dinamicen el desarrollo del sector de manera ordenada, sustentable y equitativa, con la finalidad de explotar las potencialidades con las que cuenta la entidad, al ampliar los destinos turísticos a través de la construcción y modernización de la infraestructura e incrementar con ello la llegada de turistas y la derrama económica; en el mismo sentido, es necesario diversificar el tipo de turismo que se realiza en la entidad, para consolidar a Quintana Roo como un destino turístico por excelencia donde se presten servicios con estándares de calidad nacional e internacional.

VINCULACIÓN.

El proyecto atiende una de las necesidades de la población que es la de contar con infraestructura de servicios y fuentes de empleo. El proyecto no contraviene el Plan Estatal, ya que este lo que busca es que las personas cuenten con más y mejores servicios que es el caso de nuestro proyecto.

III.1.3. Plan Municipal de Desarrollo Solidaridad 2018-2021.

El Plan Municipal de Desarrollo es el principal instrumento, a nivel local, que guía al Ayuntamiento y a la administración municipal en su actuar y toma de decisiones, no solo porque así lo determinan la Constitución del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Quintana Roo y disposiciones normativas emanadas de ellas, sino porque es un documento surgido de espacios de deliberación y consenso entre los distintos sectores sociales de nuestro municipio respecto a la visión de lo que deseamos para nuestro entorno común en los próximos tres años y como base para el desarrollo a mediano y largo plazo. El Plan Municipal presenta 5 ejes de desarrollo, a continuación, se presenta el Eje 2, con el cual el proyecto es vinculante:

Eje 2: Desarrollo Económico Ordenado Y Sostenible.

Planteamiento general.

Este eje gira alrededor de una propuesta de desarrollo integral de infraestructura que fortalezca la economía local, mediante la mejora de la imagen urbana, los servicios y la oferta turística. De igual forma considera el potencial que detonará el proyecto del Tren Maya, cuyo trazo en el municipio es una gran oportunidad, un impulso a la industria turística en la historia reciente de nuestro México, y sobre todo de regeneración social para nuestras comunidades. El eje se centra en la diversificación de la oferta turística, el fomento al trabajo decente e inclusivo y la producción sostenible, la capacidad de resiliencia y la armonía con el medio ambiente. Con la premisa de que el desarrollo económico sostenible, solo es posible si las sociedades crean las condiciones necesarias para que las personas accedan a empleos de calidad, estimulando la economía sin dañar el medio ambiente.

Metas:

- Promover el desarrollo económico a través de empleos plenos y decentes para todos sin distinción alguna, apoyando las actividades productivas que promuevan el emprendimiento, la creatividad y la innovación.
- Alentar la formalización y el crecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas mediante el acceso a estímulos financieros.
- Elaborar y poner en práctica políticas encaminadas a promover y seguir de cerca los efectos del desarrollo para lograr un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales.

VINCULACIÓN.

El proyecto **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO,** es congruente con los propósitos del plan de desarrollo Municipal, ya que consolidará una Estación de Servicio ambientalmente amigable, la cual fomentará la creación de empleos en el Municipio, logrando la consolidación de la economía en diferentes ámbitos gubernamentales y la creación de empleos en el municipio.

III.1.4. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa de Carmen, Municipio Solidaridad 2010 – 2050

El Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (en donde se ubica el centro de población de Playa del Carmen) contiene una estrategia de desarrollo integral de gran visión, en un horizonte de planeación que abarca hasta el año 2050. En concordancia con lo anterior, para la instrumentación de las políticas, estrategias y acciones previstas en este Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen, se han considerado tres etapas de desarrollo: la primera, correspondientes al corto plazo, cubre el periodo 2010-2030; la segunda etapa, correspondiente al mediano plazo, cubre el periodo 2031-2040; y la tercera etapa al largo plazo correspondiente al periodo 2041-2050. La consideración respecto a la autorización de proyectos y obras, se ajustará a la programación establecida en el Programa de Desarrollo Urbano y en su esquema de etapas de desarrollo.

Esquema General de Zonificación de Usos, Destinos y Reservas.

Como se establece en el subcapítulo de Diagnóstico-Pronóstico Integrado, las hipótesis de crecimiento poblacional consideran el parámetro de 3.6 habitantes por vivienda, de conformidad con los resultados del Segundo Conteo de Población y Vivienda 2005, del INEGI, por lo que, para el establecimiento de las densidades permitidas normadas en este instrumento, regirá la misma cifra: 3.6 habitantes por vivienda. Los alcances de cualquier instrumento de planeación o Programas Parciales de Desarrollo urbano (PPDU) que se desprendan de la presente actualización del Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Playa del Carmen, del Municipio Solidaridad, Quintana Roo, por motivos de congruencia, siempre considerarán las mismas densidades y coeficientes urbanos de este instrumento

Para el caso del proyecto, se describe el uso de suelo en el que se encuentra el proyecto:

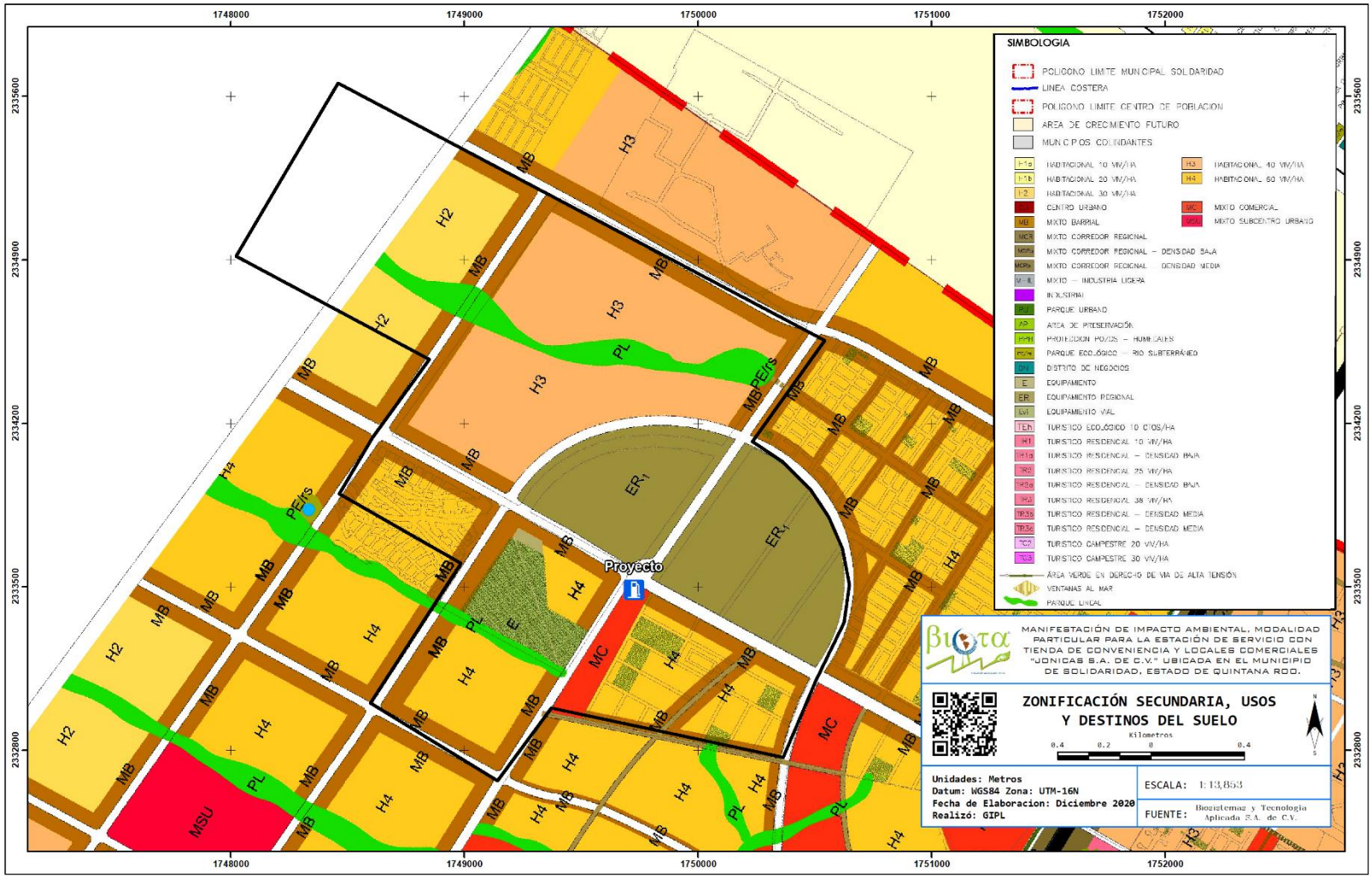
Zonas de Uso Mixto.

Las zonas de usos mixtos son aquellas en las que la habitación se mezcla con actividades relativas al comercio y servicios, así como instalaciones de equipamiento urbano y alojamiento temporal. Están ubicadas principalmente sobre las vialidades primarias y en los centros de cada supermanzana preferentemente. En el caso de los corredores urbanos (sobre las vialidades primarias), se considera la densidad especificada para el lote con el que colinde y deberá combinarse el comercio, habitacional y uso turístico. La profundidad de las franjas será de 35 metros como mínimo. Se trata de zonas donde la habitación deja de ser predominante, mezclada con usos comerciales y de servicio de carácter urbano general, que sirven a la totalidad o a un amplio sector de la población.

VINCULACIÓN.

El proyecto **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO,** es congruente con el uso de suelo donde se propone la construcción, ya que se presenta la Constancia de Uso de Suelo, oficio SOTMyS/DDUyF/SPU/2016/2020, No de Expediente: SPU-CUS-0369-2020, de fecha 6 de Noviembre de 2020, que identifica al predio en un uso de suelo: Zona Central Mixto Comercial, donde la construcción de una Estación de Servicio (Gasolinera) esta permitido, en el siguiente mapa se muestra el uso de suelo del predio así como entorno al mismo.

Imagen III. 2. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa de Carmen.



Fuente: BIOTA, 2021.

III.2. VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRA ZONIFICACIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN (RTP y/o RHP), O LA RELATIVA A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU).

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación. Atendiendo a lo anterior, se hace el respectivo análisis del proyecto respecto al ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 7 de septiembre de 2012. La base para la regionalización ecológica del POEGT, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. A cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales. Aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; dichas Unidades difieren en el proceso de construcción, toda vez que las UGA se construyen originalmente como unidades de síntesis que concentran, en su caso, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas, en tanto que las UAB, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta, como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas Unidades y, por ende, a las regiones ecologías de las que formen parte.

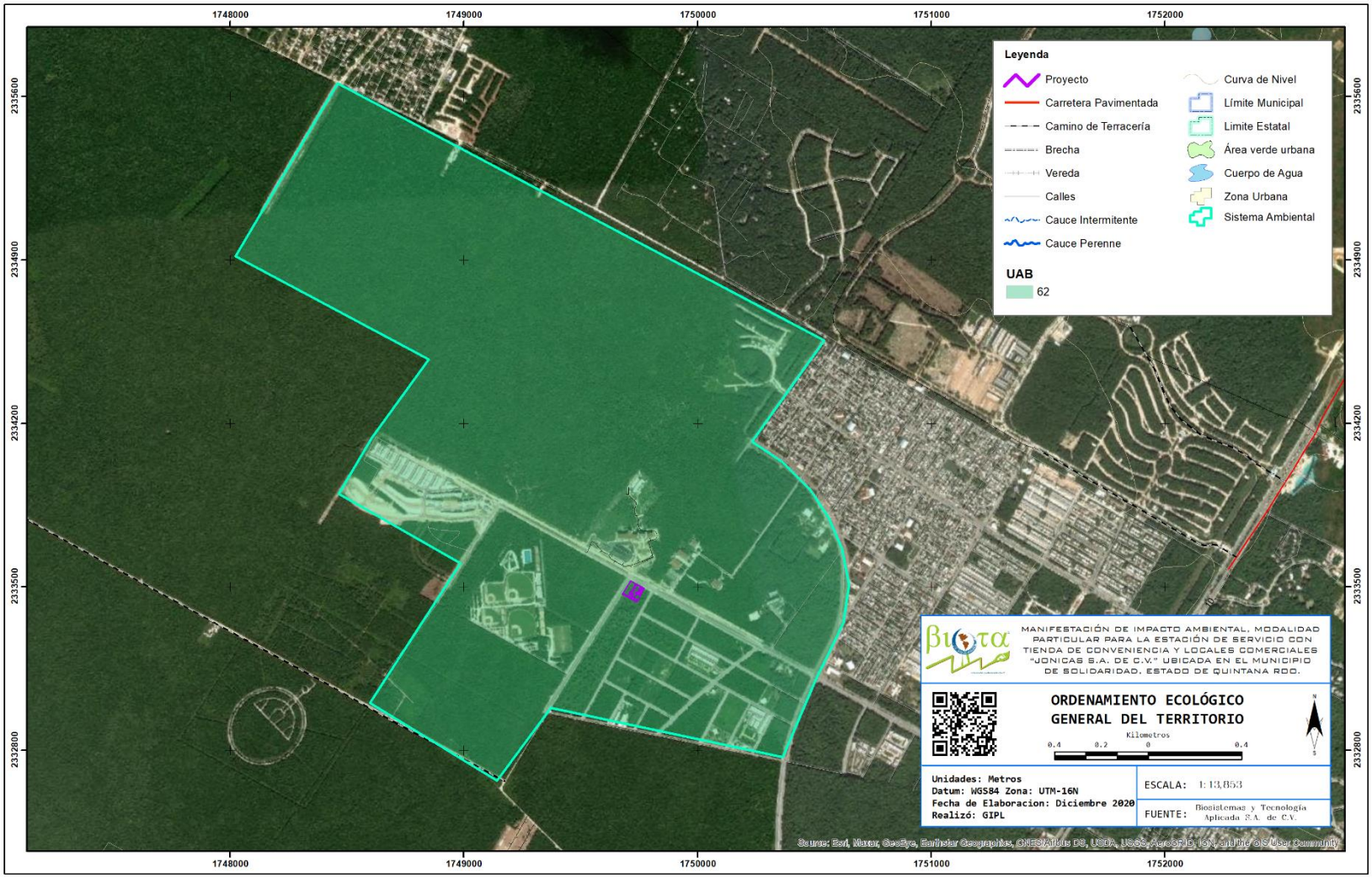
En base a lo anterior, el proyecto: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO,** de acuerdo a la regionalización establecida en el POEGT, se ubica en la Región Ecológica: 17.33, y en la Unidad Ambiental Biofísica 62, "Karst de Yucatán y Quintana Roo".

Tabla III. 1. Región Ecológica: 17.33

Región Ecologica	Unidades Ambientales Biofísicas que la componen: 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.
Localización	Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo.
Superficie en km²:	59,542.35 Km²
Población Total	2,982,494 hab.
Población indígena:	Maya.
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Fuente: POEGT.

Imagen III. 3. Ordenamiento Ecológico General del Territorio.



Fuente: POEGT.

Tabla III. 2. Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) involucradas

Clave región	17.33
UAB	62
Nombre	Karst de Yucatán y Quintana Roo
Rectores del desarrollo	Preservación de Flora y Fauna - Turismo
Coadyuvantes del desarrollo	Desarrollo Social - Forestal
Asociados del desarrollo	Agricultura Ganadería
Otros Sectores de Interés	Pueblos Indígenas
Nivel de atención Prioritaria	Alta
Estrategias	1 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Fuente: POEGT.

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. Dichas estrategias se encuentran definidas en tres grupos: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. En la siguiente tabla se detallan las estrategias de la región Ecológica que integra a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 62 involucrada con el proyecto:

Tabla III. 3. Estrategias de la región Ecológica que integra a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 62 involucrada con el proyecto.

ESTRATEGIAS UAB 62.	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.	
A) Preservación.	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable.	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales.	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Preservación.	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
B) Aprovechamiento sustentable.	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.
C) Agua y saneamiento.	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
E) Desarrollo social	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región. 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.

	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Fuente: BIOTA, 2021.

VINCULACIÓN.

En cuanto a las estrategias del grupo I el proyecto promoverá la aplicación de criterios ambientales con el objetivo de desarrollar un proyecto sustentable y cumplir las estrategias enfocadas al B) Aprovechamiento sustentable, C) Protección de los recursos naturales y D) Dirigidas a la Restauración buscando la protección de las zonas sensibles y áreas expuestas así como controlar la erosión, proteger la calidad de agua, reducir la acumulación de sedimentos y reducir la cantidad de desperdicios materiales. Cabe resaltar que, en la tabla anterior, cada una de las estrategias mencionadas se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En cuanto a las estrategias del grupo II, el proyecto pretende que permita una mejora económica, social, dando además una mayor seguridad y accesibilidad, y para lograr el desarrollo sustentable de la región, para cumplir con las estrategias: D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional y estrategia, E) Desarrollo Social. En cuanto a las estrategias del grupo III el presente proyecto pretende ayudar en el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad con el fin de impulsar proyectos productivos.

III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

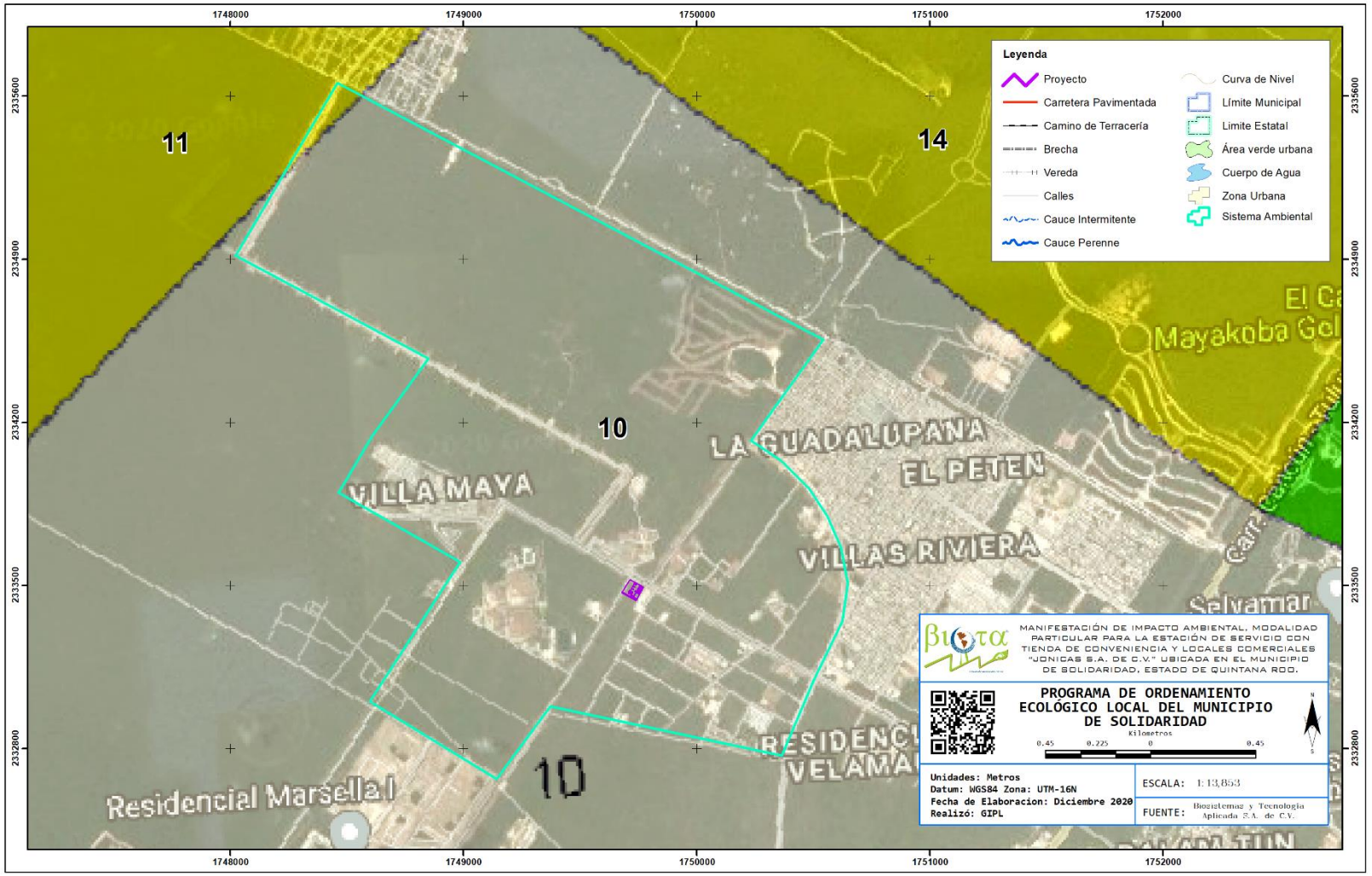
El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad subdivide el territorio municipal en 19 unidades de gestión ambiental. En la conformación de tales unidades se partió de la caracterización de los atributos ambientales definidos para las unidades de paisaje identificadas en el territorio municipal (CNEC, 2007), teniendo en cuenta la congruencia jurídica con los instrumentos de planeación vigentes, que emanan de decretos, programas, políticas, planes o autorizaciones jurídicamente válidas, así como la vocación y aptitud natural del territorio, los usos del suelo actuales y las tendencias de desarrollo indicadas por los distintos sectores participantes en la construcción del programa. El proyecto se localiza dentro de la siguiente UGA.

Tabla III. 4. Ficha de la UGA 10.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL		**10**	
NOMBRE	ZONA URBANA DE PLAYA DEL CARMEN		
POLÍTICA AMBIENTAL		Aprovechamiento sustentable	
SUPERFICIE:	9,343.99 hectáreas	PORCENTAJE MUNICIPAL	3.93 %
ESCENARIO INICIAL	La ciudad de playa del Carmen representa el centro urbano con la mayor tasa de crecimiento del estado, por lo que las reservas urbanas se agotan rápidamente, ocasionando que día a día se incremente la mancha urbana. Esta dinámica responde al crecimiento y diversificación de la oferta turística del municipio, la cobertura de los servicios básicos es buena, no obstante, existe un importante rezago en el manejo y disposición final de los residuos sólidos. De acuerdo con las estimaciones realizadas este centro urbano seguirá creciendo por lo que se requiere prever la dotación de nuevas reservas urbanas para contener y controlar de manera eficiente el crecimiento urbano.		
TENDENCIAS	Se considera que la zona urbana llega a una saturación en el lapso comprendido entre los 5 y 10 años, por lo que se han adicionado zonas de reserva urbana suficientes que permitan contener el acelerado crecimiento de la ciudad, el cual continuará en la medida que se continúe ampliando el sector turístico del municipio. La ciudad tiende hacia la ecoeficiencia con la aplicación de diferentes acciones, técnicas, procedimientos y equipo para la reducción de la contaminación.		
LINEAMIENTO AMBIENTAL	La ciudad presenta un crecimiento ordenado en apego a programa director de desarrollo urbano, el manejo de las aguas residuales, así como la disposición de los residuos se realiza con estándares por encima de lo establecido en la normatividad vigente. La ciudad presenta áreas verdes suficientes		
ESTRATEGIAS AMBIENTALES	• Se deberá llevar a cabo una bitácora ambiental del cambio de uso del suelo para este centro urbano. • Se instalan oportunamente plantas de tratamiento y la red de drenaje sanitario en las nuevas áreas de crecimiento. • Las aguas residuales se tratan con una eficiencia del 95%. • Se establece un adecuado sistema de recolección, acopio y disposición final de residuos sólidos. • Se ofrecen espacios verdes suficientes a los habitantes (9 m² de área verde por persona). • Se instalan sistemas alternativos para la generación de energía eléctrica para el uso público (alumbrado público y de oficinas gubernamentales). • La ciudad cuenta con un sistema vial moderno y eficiente. • La ciudad mantiene la cobertura actual de manglares.		
VOCACIÓN DE USO DEL SUELO	Urbana.		
USOS CONDICIONADOS	Los que establezca el Programa Director de Fortalecimiento Urbano 2002-2026 (P.O. 1 de abril de 2002) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano número 1 del Centro Urbano de Población de Playa del Carmen 2008-2013, Municipio Solidaridad, Quintana Roo, denominado “del fuego y del agua”. (P.O. 29 de mayo de 2008).		
USOS INCOMPATIBLES	Los que establezca el Programa Director de Fortalecimiento Urbano 2002-2026 (P.O. 1 de abril de 2002) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano número 1 del Centro Urbano de Población de Playa del Carmen 2008-2013, Municipio Solidaridad, Quintana Roo, denominado “del fuego y del agua”. (P.O. 29 de mayo de 2008).		
CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	USO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA APLICABLES A LAS ÁREAS URBANAS	
	Urbano	1 al 33	
	USO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA APLICABLES A LAS ÁREAS URBANAS	
	Urbano	39, 79, 95, 98, 103, 104, 105, 106.	

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen III. 4. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad



Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla III. 5. Vinculación de los criterios aplicables al proyecto.

CRITERIO	RECOMENDACIÓN	VINCULACIÓN
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 considera el cumplimiento con la normatividad aplicable en los diferentes niveles de gobierno
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.	El proyecto contempla la ejecución de un programa de rescate selectivo de vegetación en la etapa de preparación del sitio.
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.	El proyecto contempla la ejecución de un programa de rescate de fauna en la etapa de preparación del sitio.
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.	El proyecto contempla la instalación de áreas verdes con especies nativas.
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 acahual.	No es posible dicho criterio, ya que el predio en donde se desarrollará la obra no se puede cambiar, aunque la zona presenta afectación antrópica por desarrollo de vialidades, escuelas y casas.
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 material será triturado.
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El proyecto contempla la separación de los drenajes.
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.	No aplica ya que a descarga de aguas residuales será hacia la fosa séptica de la estación.
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.	No aplica.

CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, 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 el área verde solo se utilizarán fertilizantes y plaguicidas autorizados.
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.	El proyecto cumplirá con lo señalado.
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.	No aplica.
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.	No aplica.
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 estos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	El proyecto contempla un almacén de residuos peligrosos durante la etapa de operación.
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.	El proyecto implementará dicho plan.
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 o ecosistema costeros 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.	No aplica.
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 aplica.
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.	No aplica.
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.	La construcción de la estación de servicio es vinculante con el uso de suelo determinado en el predio.
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 aplica.
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.	No aplica.
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.	No aplica, ya que el proyecto contempla la construcción de una fosa séptica.

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.	No aplica.
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.	No aplica.
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 proyecto respeta los coeficientes de uso y ocupación, conforme a la constancia de uso de suelo.
CU-26	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de estos, 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.	No aplica.
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.	No aplica.
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 de este. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	No aplica.
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.	No aplica
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 colocará la malla perimetral solicitada.
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.	El transporte de materiales acatara dicha indicación.
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.	No aplica.
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 se 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 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.	Las materias peligrosas que se empleen en la estación de servicio serán reportadas en la bitácora de residuos peligrosos.

LINEAMIENTOS PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES		
CE-39	Si un predio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento de cada porción será la que se establezca para cada uso y unidad. La superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre usos o unidades de gestión.	No aplica.
LINEAMIENTOS PARA LA PRESERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.		
CE-79	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.	No aplica.
CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.	No aplica.
CE-98	Las reservas urbanas destinadas a aprovechamiento urbano deberán mantener su cobertura vegetal original en tanto no sean urbanizadas.	No aplica.
LINEAMIENTOS PARA LA PRESERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE.		
CE-103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	No aplica.
CE-104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.	No aplica.
CE-105	Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.	No aplica.
CE-106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación de este con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	No aplica.

Fuente: BIOTA, 2021.

En conclusión, después de realizar el análisis del PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD. QUINTANA ROO, el proyecto resulta congruente con el proyecto, ya que en ningún momento contraviene los criterios que en él se establecen.

III.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. (POEMyRGMyMC).

El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

Modelo de Ordenamiento Ecológico

- Lineamientos Ecológicos, que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.
- Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.

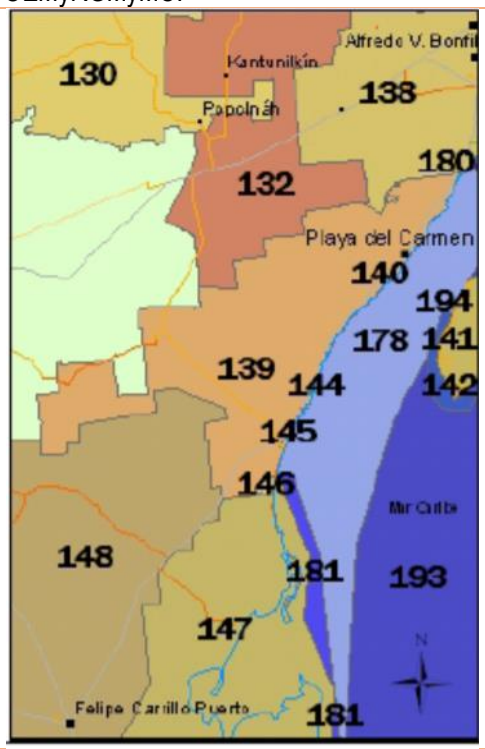
    - ✓ Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo con su ubicación.
    - ✓ Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

Cada UGA incluye una ficha que contiene su toponimia, ubicación y características, como presencia de puertos y áreas de exclusión entre otros datos. Además, las fichas contienen una tabla con las acciones específicas aplicables a la UGA correspondiente. En las fichas se utiliza la abreviatura NA para indicar que una acción no es aplicable en la UGA correspondiente. La delimitación geográfica de las UGA´s se realizó con una combinación de las variables de límites geoestadísticos municipales y cuencas hidrológicas, por lo que cabe señalar que, en el caso de los límites geoestadísticos, éstos no sustituyen ni demeritan los límites "políticos-administrativos" actuales ni los que están en proceso de delimitación, ya que su finalidad es referir información estadística. El límite geoestadístico es la "línea divisoria convencional, exclusiva del Marco Geoestadístico Nacional, que delimita al territorio en áreas geoestadísticas, la cual se apega en la medida de lo posible, a los límites político-administrativos. Este se traza sobre rasgos naturales (ríos, arroyos, barrancas, cerros o litorales) y/o culturales permanentes e identificables en el terreno (calles, vías de comunicación terrestre, líneas de conducción, cercas, ductos, límites de viviendas o linderos)".

A continuación, se presenta la ficha de la Unidad de Gestión Ambiental Numero 139, en la que se localiza el proyecto:

Tabla III. 6. UGA 139 del POEMyRGMyMC.

Tipo de UGA:	**Regional.**
Nombre:	Solidaridad.
Municipio:	Solidaridad.
Estado:	Quintana Roo.
Población:	135,237 Habitantes.
Superficie:	327,229.174 Hectáreas.
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe.
Puerto Turístico:	Presente.
Puerto Comercial:	Presente.



Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla III. 7. Acciones Generales del POEMyRGMyMC.

ACCIONES GENERALES	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
001	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 proyecto si bien no considera el empleo de agua en cantidades excesivas, propone el empleo de instalaciones y accesorios sanitarios de alta eficiencia hidrológica.
002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	No aplica.
003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	No aplica.
004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	No aplica.
005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No aplica.
006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	No aplica.
007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	No aplica.
008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No aplica.
009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	No aplica.
010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No aplica.
011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	No aplica.
012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No aplica.
013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	No aplica.
014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No aplica.
015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	No aplica.
016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	No aplica.
017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No aplica.
018	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 aplica.
019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	No aplica.
020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	No aplica.
021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No aplica.
022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No aplica.
023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	No aplica.
024	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.	No aplica.
025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	No aplica.
026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	No aplica.
027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	No aplica.
028	Promover el uso de energías renovables.	No aplica.
029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	No aplica.

030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	No aplica.
031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	No aplica.
032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	No aplica.
033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	No aplica.
034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	No aplica.
035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes	No aplica.
036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	No aplica.
037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agroecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No aplica.
038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No aplica.
039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	No aplica.
040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El proyecto debe ser constantemente auditado conforme a la normatividad aplicable a Estaciones de Servicio.
041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No aplica.
042	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.	La estación de servicio debe llevar bitácoras para el control de los residuos que se generen en la misma y garantizar una adecuada disposición conforme a la normatividad aplicable.
043	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.	No aplica.
044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No aplica.
045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No aplica.
046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	El proyecto se trata de infraestructura necesaria para el autotransporte, por lo cual ayudara a implementar dicha acción.
047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	No aplica.
048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	No aplica.
049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Dentro del proyecto se implementa la creación de brigadas de protección civil.
050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	No aplica.
051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	El proyecto contempla un plan de manejo de residuos.
052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	El proyecto contempla un plan de manejo de residuos.
053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	No aplica.
054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	No aplica.
055	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.	El proyecto contempla el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que se realizara el tramite pertinente conforme a la normatividad aplicable.
056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	No aplica.
057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No aplica.
058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	No aplica.

059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	No aplica.
060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	No aplica.
061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	No aplica.
062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplica.
063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No aplica.
064	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.	No aplica.
065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	No aplica.

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla III. 8. Acciones Específica del POEMyRGMyMC.

ACCIONES ESPECIFICA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
A-001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	No aplica.
A-002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	No aplica.
A-003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	No aplica.
A-005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de esta.	No aplica.
A-006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El proyecto contempla la captación de agua de lluvia para el riego de las áreas verdes.
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	No aplica.
A-008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	No aplica.
A-009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	No aplica.
A-010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	No aplica.
A-011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	No aplica.
A-012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	No aplica.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No aplica.
A-014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	No aplica.
A-015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	No aplica.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO	No aplica.
A-017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	No aplica.
A-018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	No aplica.
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.	No aplica.
A-020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	No aplica.

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.	No aplica.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No aplica.
A-023	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.	Se contempla la construcción de una fosa de concreto para los tanques de almacenamiento y evitar posibles infiltraciones de combustible al subsuelo.
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 cuando ello sea técnicamente viable.	No aplica.
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	El proyecto desarrollara un plan de manejo de residuos, conforme a la normatividad aplicable.
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 aplica.
A-027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	No aplica.
A-028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	No aplica.
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 alguna contingencia meteorológica o desastre natural	No aplica.
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.	No aplica.
A-031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	No aplica.
A-032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	No aplica.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No aplica.
A-037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	No aplica.
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.	No aplica.
A-039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	No aplica.
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.	No aplica.
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	No aplica.
A-046	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.	No aplica.
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.	No aplica.
A-051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	No aplica.
A-052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	No aplica.
A-053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No aplica.
A-054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	No aplica.
A-055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No aplica.
A-056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	No aplica.
A-057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El proyecto no se localiza en zonas de riesgo.
A-058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No aplica.
A-059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	No aplica.
A-060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	No aplica.

A-061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No aplica.
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 desarrollara un plan de manejo de residuos, conforme a la normatividad aplicable.
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No aplica.
A-064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	No aplica ya que el proyecto contempla la construcción de una fosa séptica.
A-065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No aplica.
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 aplica.
A-067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	No aplica.
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 desarrollara un plan de manejo de residuos, conforme a la normatividad aplicable.
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	El proyecto desarrollara un plan de manejo de residuos, conforme a la normatividad aplicable.
A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	No aplica.
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.	No aplica.
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.	No aplica.
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	No aplica.

Fuente: BIOTA, 2021.

Teniendo como conocimiento, que las Áreas Naturales Protegidas están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley, específicamente con las disposiciones del Título Segundo de la LGEEPA sobre Biodiversidad y su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas, específicamente en lo que se establece en el artículo 44, en el que se dispone la zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en los que los ambientes originales no han sido significa mente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en la Ley y los demás ordenamientos aplicables, considerando de acuerdo al artículo 46 de la misma Ley que son competencia federal las áreas naturales protegidas comprendidas como:

- Reservas de la Biosfera.
- Parques nacionales.
- Monumentos naturales.
- Áreas de protección de recursos naturales.
- Áreas de protección de flora y fauna.
- Santuarios.
- Parques y reservas estatales.
- Zona de preservación ecológica de los centros de población.

De lo anterior, se observó que la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 182 áreas naturales de carácter federal que representan cerca de 91 millones de hectáreas, en lo que respecta a éstas, tenemos lo siguiente con respecto a nuestro proyecto de la ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES “JONICAS, S.A. DE C.V.” UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO.

III.2.4. Áreas Naturales Protegidas.

El Estado de Quintana Roo cuenta con áreas naturales protegidas de competencia federal, las cuales son:

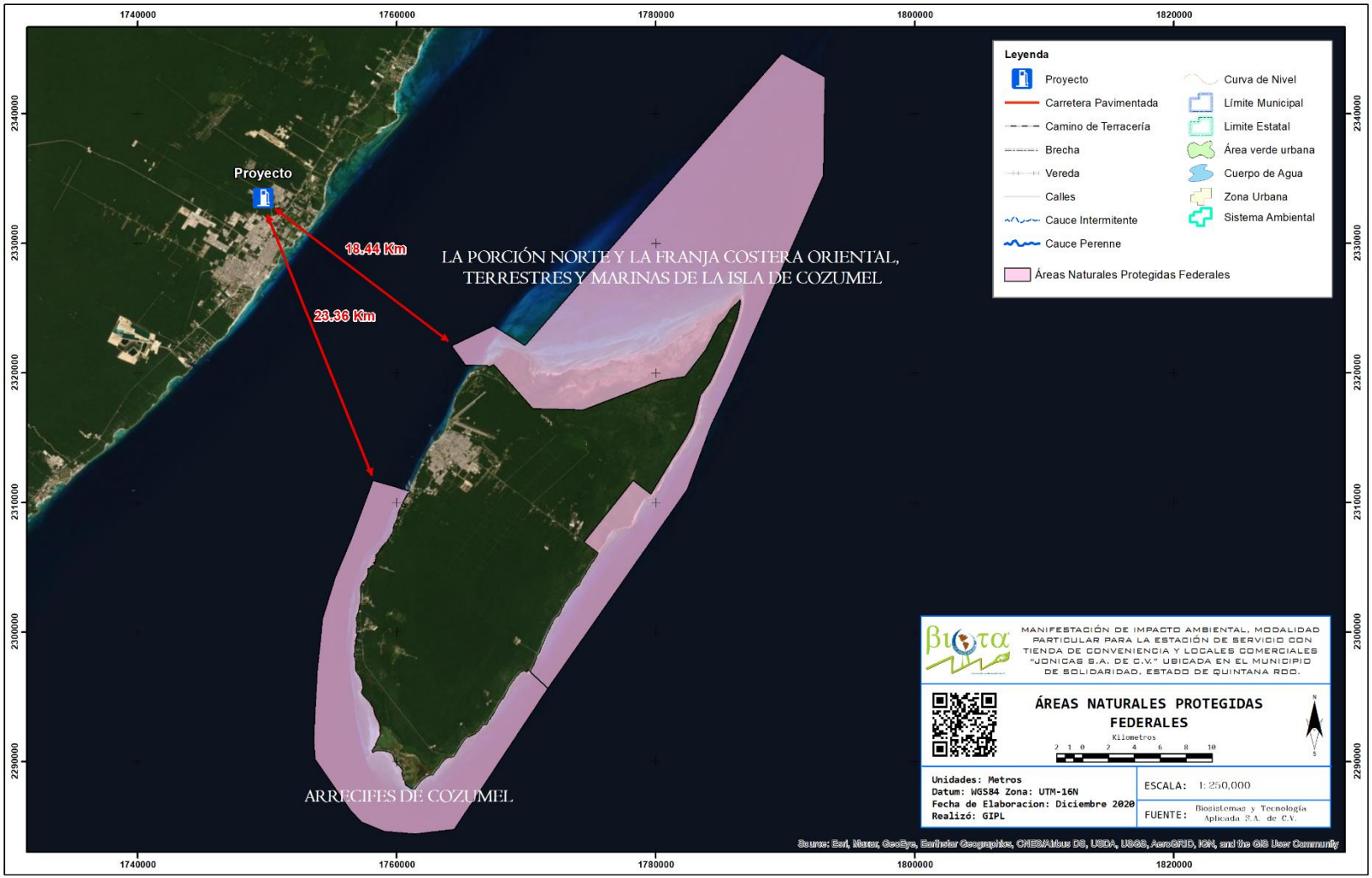
Tabla III. 9. Áreas Naturales Protegidas en el estado de Quintana Roo.

NOMBRE DEL ANP.
Yum balam.
Uaymil.
Otoch Ma’ax Yetel Kooh.
Manglares de Nichupté.
La porción norte y franja costera oriental terrestres y marinas de la isla de Cozumel.
Tulum.
Arrecife de Puerto Morelos.
Isla Contoy.
Arrecifes de Cozumel.
Costa Occidental de Isla Mujeres.
Punta Cancún y Punta Nizuc.
Arrecifes de Xcalak.
Banco Chinchorro.
Arrecifes de Sian Ka’an.
Tiburón Ballena.
Playa de la Isla Contoy.

Fuente: BIOTA, 2021.

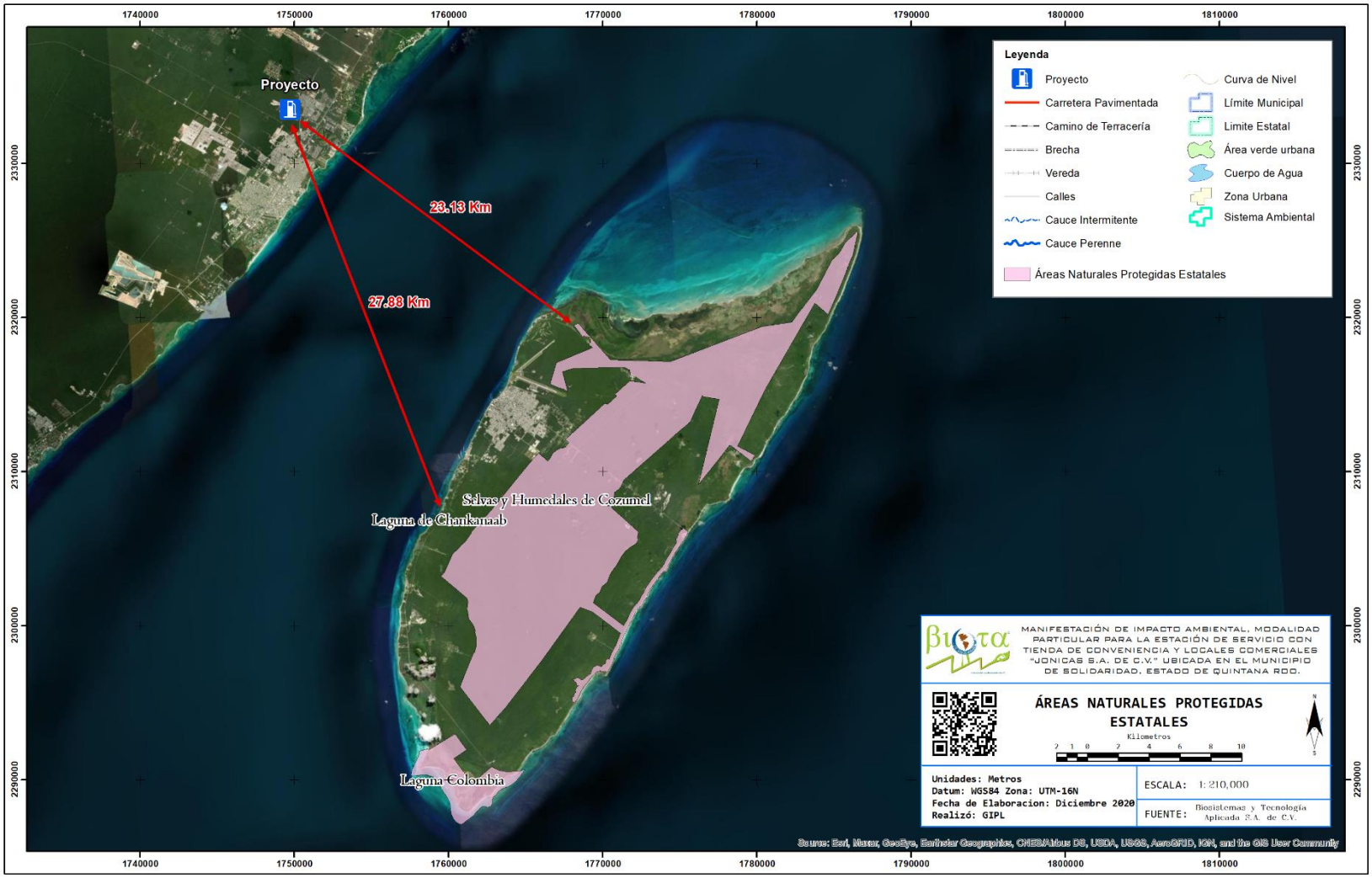
El proyecto no se encuentra dentro de ninguna poligonal de las Áreas naturales protegidas en ámbito Federal o Estatal, la ANP más cercana corresponde a la ANP Federal: “La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel” a una distancia de 18.44 Km. Para el caso de la ANP Estatal más cercana, corresponde a “Selvas y Humedales de Cozumel” a una distancia de 23.13 Km.

Imagen III. 5. Áreas Naturales Protegidas Federales cercanas al Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021

Imagen III. 6. Áreas Naturales Protegidas Estatales cercanas al proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

III.2.5. Regiones Prioritarias de Acuerdo con la CONABIO.

La CONABIO impulsa el programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional, se espera orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

III.2.5.1. Área De Importancia Ecológica Para La Conservación De Las Aves (AICA).

El proyecto no se encuentra dentro del polígono establecido para alguna AICA, las más cercanas son el AICA que lleva por nombre “Isla de Cozumel” que se encuentra a 18.97 km del proyecto como se muestra en la siguiente imagen.

III.2.5.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

El proyecto se ubica dentro de una Región Hidrológica Prioritaria, la cual lleva por nombre “Corredor Tulum-Cancún “, es importante mencionar que el proyecto no modificara los patrones de escurrimiento de la zona, por lo que no interfiere con la RHP, referente a dicha RHP, a continuación, se presenta la ficha de la CONABIO, de dicha área de interés biológico

Estado(s): Quintana Roo **Extensión:** 1,715 km^2

Polígono: Latitud 21°10'48" - 20°20'24" N
Longitud 87°28'12" - 86°44'24" W

Recursos hídricos principales
lénticos: lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales
lóticos: aguas subterráneas
Limnología básica: ND
Geología/Edafología: suelos tipo Litosol, Rendzina y Zolonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.
Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1000-2000 mm.
Principales poblados: Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha
Actividad económica principal: turismo, forestal y pecuaria
Indicadores de calidad de agua: ND
Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: *Acacia globulifera,* tasiste *Acoelorrhaphe wrightii, Annona glabra, Atriplex cristata, Bactris balanoidea,* ramón *Brosimum alicastrum*, *Bucida buceras,* chaca *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cameraria latifolia, Capparis flexuosa, C. incana, Coccoloba reflexiflora*, *C. uvifera*, palma nakax *Coccothrinax readii, Cordia sebestena, Crescentia cujete, Curatella americana, Cyperus planifolius, Dalbergia glabra, Eugenia lundellii,* palo de tinte *Haematoxylum campechianum, Hampea trilobata, Hyperbaena winzerlingii, Ipomoea violacea,* chicozapote *Manilkara zapota,* chechén *Metopium brownei, Pouteria campechiana, P. chiricana,* palma *Pseudophoenix sargentii*, mangle rojo *Rhizophora mangle,* palma chit *Trinax radiata*. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como *Amphora ovalis, Cocconeis placentula, Cyclotella meneghiniana, Cymbella turgida, Diploneis puella, Eunotia maior, E. monodon, Gomphonema angustatum, G. lanceolatum, Nitzchia scalaris, Synedra ulna* y *Terpsinoe musica*. Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; el anfípodo *Tulumella unidens*; el paleménido *Creaseria morleyi;* los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis, Eucyclops agilis, Macrocyclops albidus, Mastigodiaptomus texensis, Mesocyclops edax, Mesocyclops* sp., *Schizopera tobae cubana,*

Thermocyclops inversus, Tropocyclops prasinus mexicanus, T. prasinus s.str.*;* los ostrácodos *Candonocypris serratomarginata, Chlamydotheca mexicana, Cypridopsis niagrensis, C. rhomboidea, Cyprinotus putei, C. symmetricus, Darwinula stevensoni, Eucypris cisternina, E. serratomarginata, Herpetocypris meridiana, Metacypris americana, Stenocypris fontinalis, Strandesia intrepida, S. obtusata*; de peces como los cíclidos *Archocentrus octofasciatus, Cichlasoma friedrichsthali, C. robertsoni, C. salvini, C. synspilum, C. urophthalmus, Petenia splendida* y *Thorichthys meeki*; los poecílidos *Belonesox belizanus*, *Gambusia yucatana, Heterandria bimaculata, Poecilia mexicana, P. orri* y *P. petenensis*; la anguila americana *Anguilla rostrata,* el carácido *Astyanax aeneus* y el bagre *Rhamdia guatemalensis*. Endemismos del isópodo *Bahalana mayana*; de los anfípodos *Bahadzia bozanici*, *Mayaweckelia cenoticola*, *Tuluweckelia cernua*; del ostrácodo *Danielopolina mexicana*; del remípedo *Speleonectes tulumensis*; del termosbenáceo *Tulumella unidens,* los cuales habitan en cenotes y cuevas; de los peces *Astyanax altior,* la brótula ciega *Ogilbia pearsei,* la anguila *Ophisternon infernale, Poecilia velifera;* de aves el pavo ocelado *Agriocharis ocellata,* el loro yucateco *Amazona xantholora*, que junto con el manatí *Trichechus manatus* se encuentran amenazados por lo reducido y aislado de sus hábitats, por la contaminación y navegación respectivamente. Zona de reproducción de tortugas caguama *Caretta caretta,* blanca *Chelonia mydas,* laúd *Dermochelis coriacea* y el merostomado *Limulus polyphemus*. Todas estas especies amenazadas junto con los reptiles boa *Boa constrictor*, huico rayado *Cnemidophorus cozumela*, garrobo *Ctenosaura similis*, iguana verde *Iguana iguana*, casquito *Kinosternon scorpioides*, mojina *Rhinoclemmys areolata,* jicotea *Trachemys scripta*; las aves loro yucateco *Amazona xantholora*, garceta de alas azules *Anas discors*, carao *Aramus guarauna*, aguililla cangrejera *Buteogallus anthracinus*, hocofaisán *Crax rubra,* el trepatroncos alileonado *Dendrocincla anabatina,* garzita alazana *Egretta rufescens*, halcón palomero *Falco columbarius*, el gavilán zancudo *Geranospiza caerulescens,* el bolsero yucateco *Icterus auratus,* el bolsero cuculado *I. cucullatus*, zopilote rey *Sarcoramphus papa*, golondrina marina *Sterna antillarum, Strix nigrolineata* y los mamíferos mono aullador *Alouatta pigra*, mono araña *Ateles geoffroyi,* grisón *Galictis vittata* y oso hormiguero *Tamandua mexicana.*

Aspectos económicos: pesquerías de caracol y langosta. Cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Turismo y ecoturismo. Porcicultura en Pto. Morelos.

Problemática:

- Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.
- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.
- Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco *Cocos nucifera tasiste*.

Conservación: se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; DUMAC; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP.

VINCULACION

Es importante señalar que el proyecto: ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES “JONICAS, S.A. DE C.V.” UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO. Se trata de una obra puntual, la cual no influirá con los patrones de drenaje de la zona, adicionalmente el proyecto contempla la construcción de fosa séptica, para las aguas negras del proyecto, se contempla la separación de aguas aceitosas, así como la instalación de dispositivos de ahorra de agua en donde el servicio sea requerido, con estas medidas, se garantiza que el proyecto no influirá de manera significativa con la RHP “Corredor Tulum-Cancún“

III.2.5.3. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna RTP, la más cercana corresponde a “Dzilam - Ria Lagartos - Yum Balam”, se encuentra a 63.59 km del proyecto, como se demuestra en la imagen presentada más adelante.

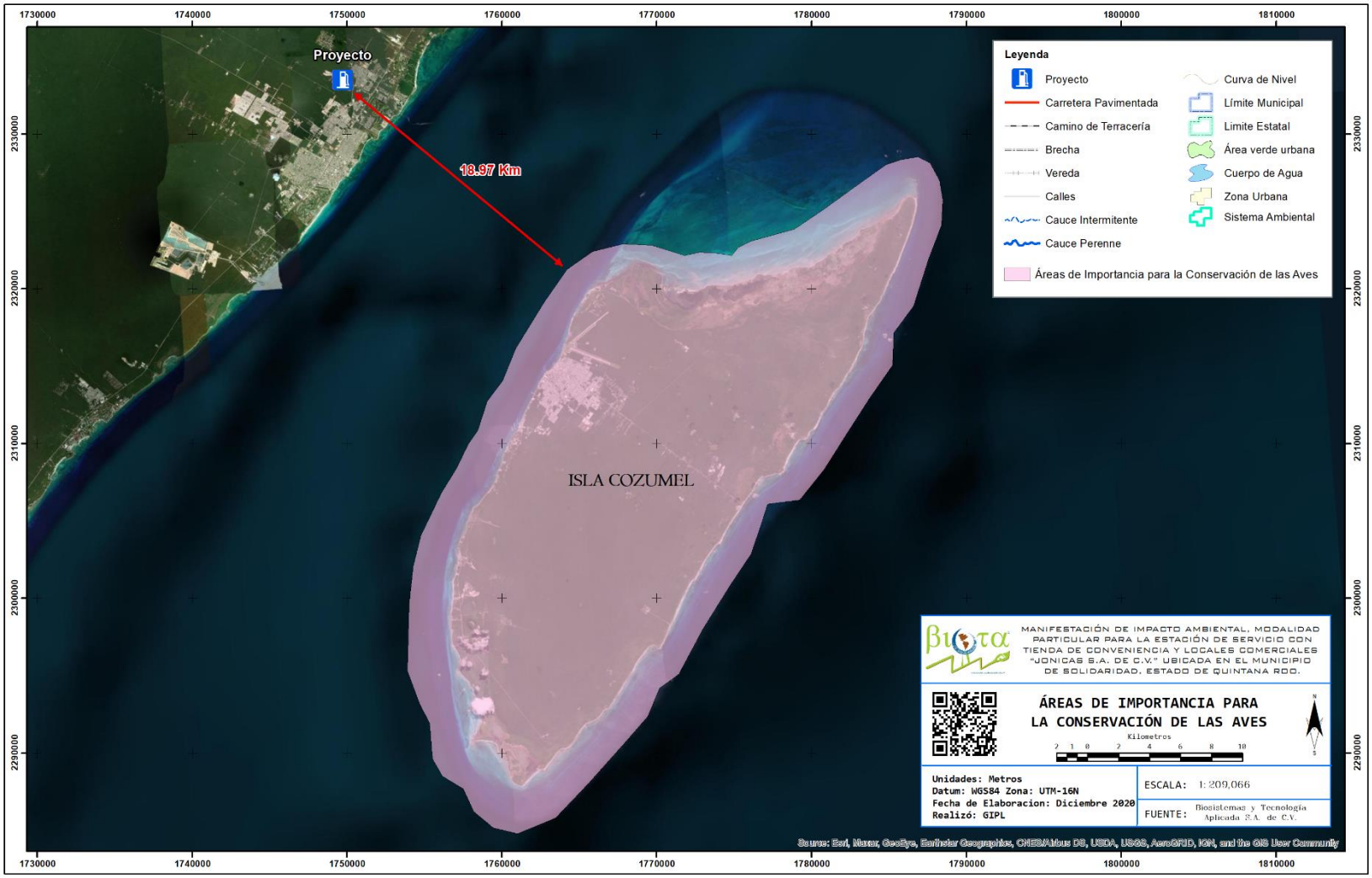
III.2.5.4. Sitios RAMSAR.

El proyecto de interés no se desarrolla dentro o cerca del algún sitio RAMSAR, el más cercano es el de “Manglares y Humedales del Norte de la Isla de Cozumel” que se encuentra a 18.43 km del proyecto, como se muestra en la imagen más adelante.

III.2.5.5. Región Marina Prioritaria (RMP).

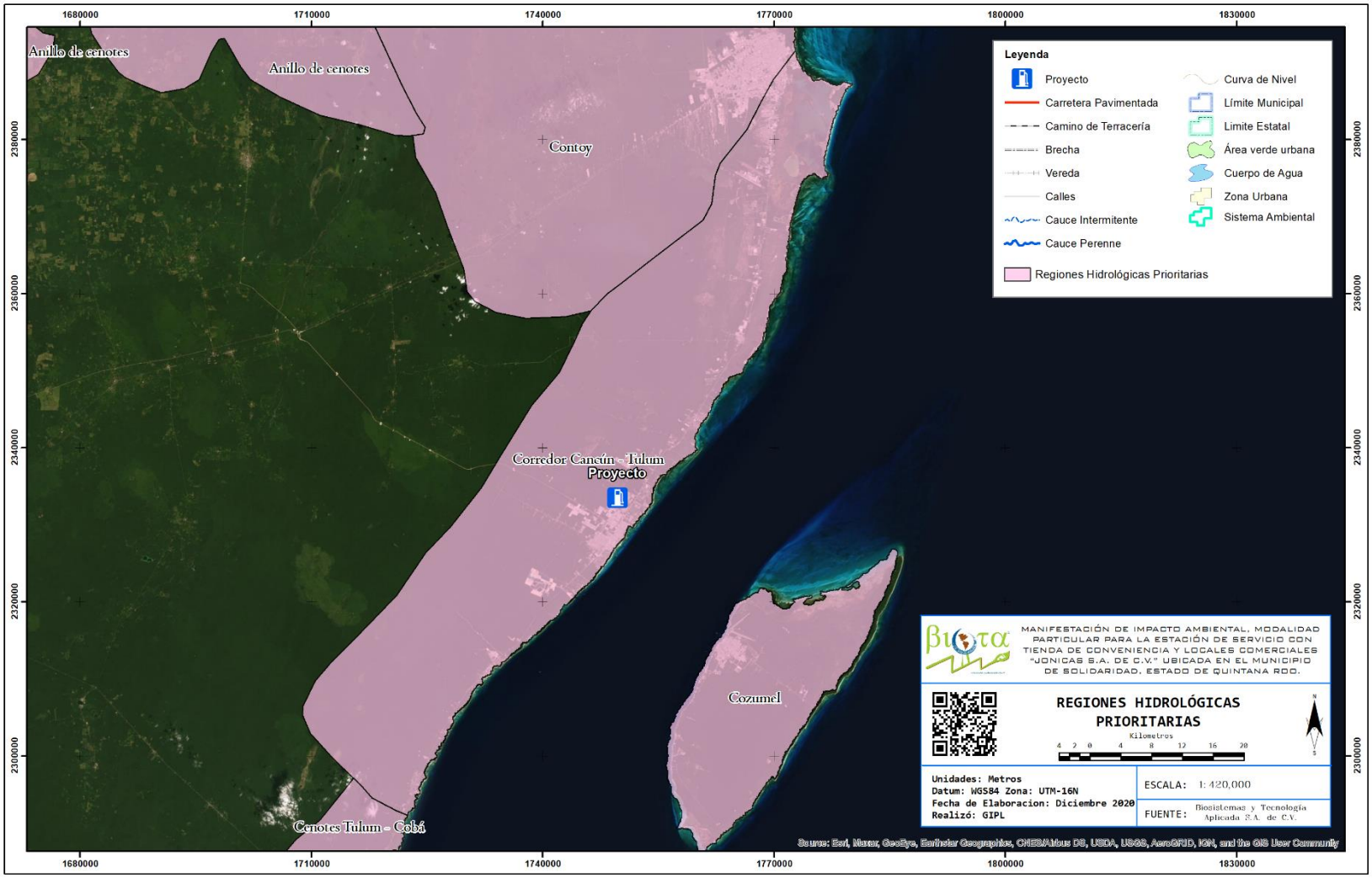
El proyecto no se encuentra dentro de ninguna RMP, la más cercana corresponde a “Punta Maroma- Nizuc”, se encuentra a 0.49 km del proyecto, como se demuestra en la imagen presentada más adelante.

Imagen III. 7. AICA's cercanas a la zona del proyecto.



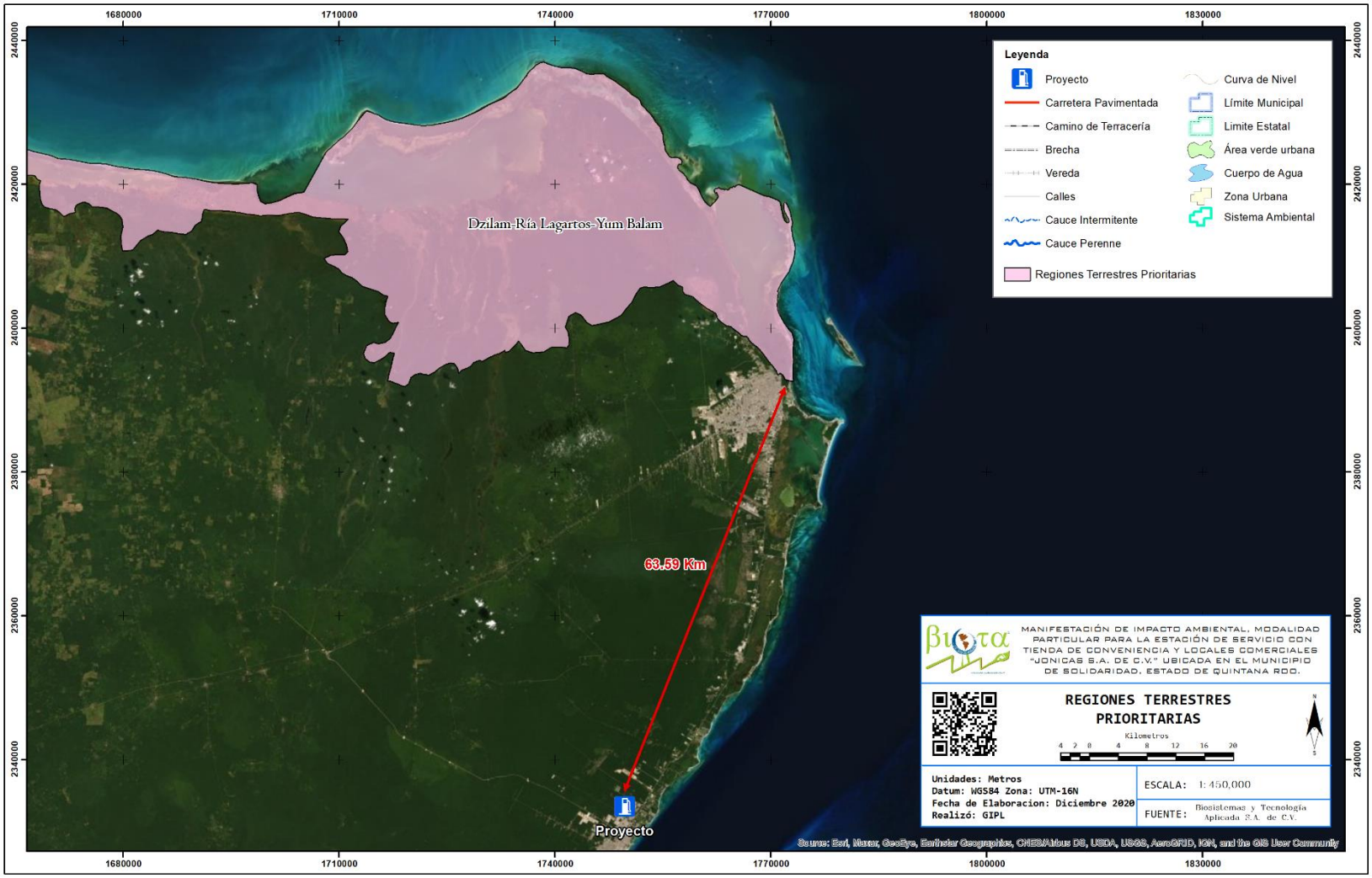
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen III. 8. Distancia de la RHP con respecto al proyecto.



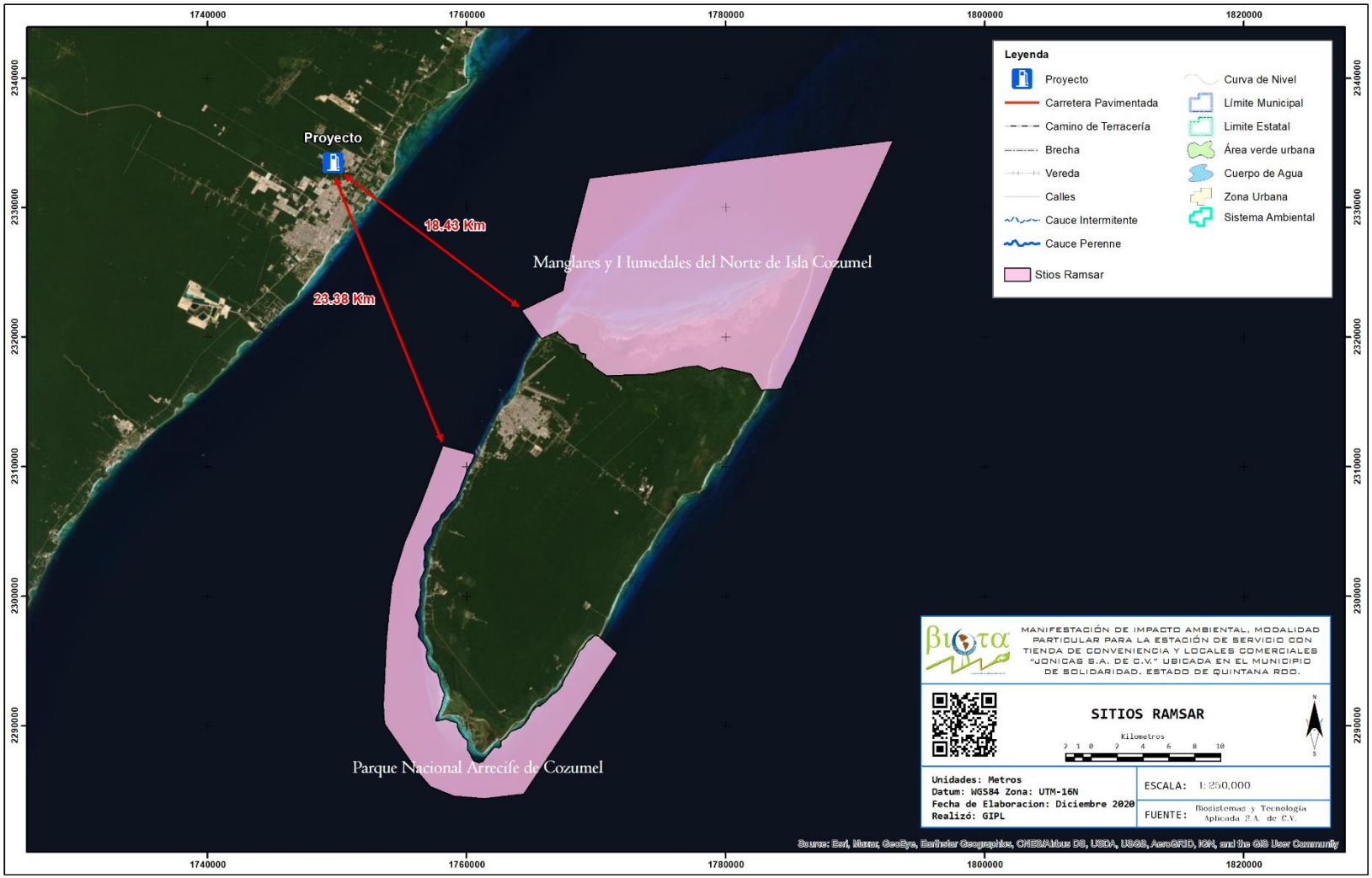
Fuente: BIOTA, 2021

Imagen III. 9. Distancia del proyecto a la RTP más cercana.



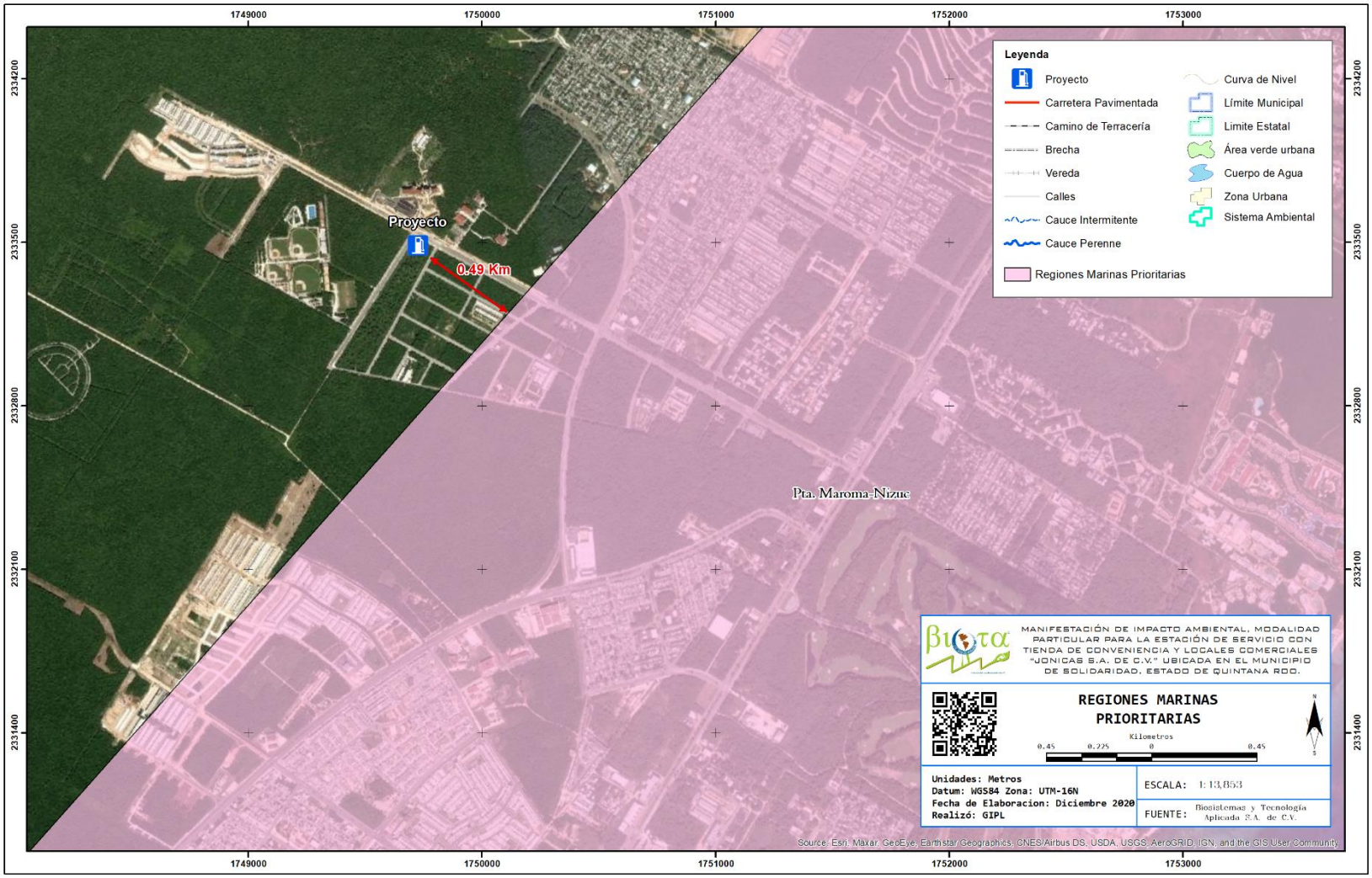
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen III. 10. Distancia de los sitios RAMSAR con el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen III. 11. Distancia de los sitios RMP con el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021

III.3. CUMPLIMIENTO DE LEYES, REGLAMENTOS O NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO.

Por comprender un proyecto de servicio público y tratarse de una Estación de Servicio que será financiado con fondos particulares, el proyecto es de competencia federal, esto con la reforma energética que se presenta en la actualidad, a continuación, se presenta la siguiente vinculación y forma de cumplimiento de leyes federales, para que posteriormente se vincule con las leyes estatales aplicables.

III.3.1. Ley General Del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Los siguientes artículos se vinculan con el proyecto:

- **Artículo 28**. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

  II- <u>Industria del petróleo</u>, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

<u>VINCULACIÓN.</u>

El proyecto: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO**, se somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, por tratarse de una Estación de Servicio corresponde a la Agencia de Seguridad y Ambiente su evaluación.

- **Artículo 30**. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

<u>VINCULACIÓN.</u>

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular del proyecto en cuestión, la cual contempla la información necesaria, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en el Art. 30.

- **Artículo 64.** En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujetaren la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos en áreas naturales protegidas, se observarán las disposiciones de la presente Ley, de las leyes en que se fundamenten las declaratorias de creación correspondiente, así como las prevenciones de las propias declaratorias y los programas de manejo.

<u>VINCULACIÓN.</u>

El presente proyecto no se establece en alguna Área Natural Protegida (Federal, Estatal o Municipal).

- **Artículo 113.** No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

VINCULACIÓN.

Las emisiones a la atmósfera que generará el proyecto serán generadas principalmente durante la etapa de construcción, provenientes de los vehículos y maquinaria; estas emisiones se ajustarán a cumplir con lo establecido en las normas aplicables, así mismo en la fase de operación se tienen y no se requiere un sistema de recuperación de vapores por la zona donde se localiza.

- **Artículo 109.** La Secretaría, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, deberán integrar un registro de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos de su competencia, así como de aquellas sustancias que determine la autoridad correspondiente. La información del registro se integrará con los datos y documentos contenidos en las autorizaciones, cédulas, informes, reportes, licencias, permisos y concesiones que en materia ambiental se tramiten ante la Secretaría, o autoridad competente del Gobierno del Distrito Federal, de los Estados, y en su caso, de los Municipios. Las personas físicas y morales responsables de fuentes contaminantes están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios para la integración del registro. La información del registro se integrará con datos desagregados por sustancia y por fuente, anexando nombre y dirección de los establecimientos sujetos a registro. La información registrada será pública y tendrá efectos declarativos. La Secretaría permitirá el acceso a dicha información en los términos de esta Ley y demás disposiciones jurídicas aplicables y la difundirá de manera proactiva.

VINCULACIÓN.

Las emisiones a la atmósfera que generará el proyecto serán generadas principalmente durante la etapa de construcción, provenientes de los vehículos y maquinaria; estas emisiones se ajustarán a cumplir con lo establecido en las normas aplicables, así mismo en la fase de operación se tienen emanaciones las cuales no requieren un Sistema de Recuperación de Vapores, sin embargo el promovente será el responsable de tramitar todas las licencias y permisos correspondientes, solicitados en el Artículo.

III.3.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

El proyecto se vincula con los siguientes artículos del Reglamento en materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA.

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

  D) Actividades del Sector Hidrocarburos.

VINCULACIÓN.

Derivado de que el proyecto se refiere a una Estación de Servicio requiere previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental a nivel Federal.

- **Artículo 9.** Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto...

VINCULACIÓN.

Se presenta la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular, misma que incluye la información ambiental relevante relacionada con el proyecto, para exponer los factores ambientales susceptibles de ser afectados y las respectivas medidas de mitigación que deberán ejecutarse a fin de minimizar de la mejor forma los efectos adversos atribuibles al proyecto.

- **Artículo 12.** La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:
  - I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
  - II. Descripción del proyecto;
  - III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
  - IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
  - V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
  - VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
  - VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
  - VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

VINCULACIÓN.

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, porque el proyecto denominado **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO**, se encuentra comprendido dentro del numeral I, de dicho precepto, asimismo corresponde a un proyecto que pretende realizarse en una región ecológica determinada.

- **Artículo 13.** La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: …

VINCULACIÓN.

El presente documento se encuentra estructurado y contiene la información relevante de acuerdo con lo establecido por este artículo.

III.3.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

- **Artículo 1.** La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos así como distribuir competencias que en materia forestal correspondan a La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.

- **Artículo 2.** Sus objetivos generales de esta Ley:
  - I.- Contribuir al desarrollo, social, económico, ecológico y ambiental del país mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos;
  - III.- Desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales;

V.- Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas, en los términos del artículo 2 fracción VI de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable.

- **Artículo 58.** Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:
  I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales…

VINCULACIÓN.

El proyecto se trata de un Estación de Servicio, con una superficie 4,300.34 m^2, que presenta Vegetación secundaria Arbórea de selva mediana Subperennifolia, de tal forma que se requiere presentar un Estudio Técnico Justificativo en materia de cambio de uso de suelo para terrenos forestales, conforme a la normatividad aplicable.

III.3.4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

- **Artículo 120.** Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá…
  Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo.

VINCULACIÓN.

El proyecto se desarrollará en sitios con vegetación con vocación forestal como se reporta en el capítulo IV, la estación de servicio requerirá de la remoción de la vegetación al interior del predio, por lo que será necesario cambiar la vocación natural del suelo, y se requerirá cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) en una superficie de 4,300.34 m^2. La solicitud para el CUSTF se realizará en tiempo y forma por la promovente del presente proyecto.

III.3.5. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

- **Artículo 1o.-** La presente Ley es de orden público e interés general y de aplicación en todo el territorio nacional y zonas en las que la Nación ejerce soberanía o jurisdicción y tiene como objeto crear la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión. La Agencia tiene por objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión de:
  I. La Seguridad Industrial y Seguridad Operativa;
  II. Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y
  III. El control integral de los residuos y emisiones contaminantes.

- **Artículo 13.-** Los Sistemas de Administración deben considerar todo el ciclo de vida de las instalaciones, incluyendo su abandono y desmantelamiento, de conformidad con lo que prevean las reglas de carácter general correspondientes y considerar como mínimo lo siguiente:
  I. La política de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente;
  II. La evaluación de la integridad física y operativa de las instalaciones mediante procedimientos, instrumentos y metodologías reconocidos en el Sector Hidrocarburos;
  III. La identificación de riesgos, análisis, evaluación, medidas de prevención, monitoreo, mitigación y valuación de incidentes, accidentes, pérdidas esperadas

en los distintos escenarios de riesgos, así como las consecuencias que los riesgos representan a la población, medio ambiente, a las instalaciones y edificaciones comprendidas dentro del perímetro de las instalaciones industriales y en las inmediaciones;

IV. La identificación e incorporación de las mejores prácticas y estándares a nivel nacional e internacional en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente;
V. El establecimiento de objetivos, metas e indicadores para evaluar el desempeño en Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, así como de la implementación del Sistema de Administración;
VI. La asignación de funciones y responsabilidades para implementar, administrar y mejorar el propio Sistema de Administración;
VII. El plan general de capacitación y entrenamiento en Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente;
VIII. El control de actividades y procesos;
IX. Los mecanismos de comunicación, difusión y consulta, tanto interna como externa;
X. Los mecanismos de control de documentos;
XI. Las disposiciones para los contratistas en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente;
XII. Los lineamientos y procedimientos para la prevención de accidentes y atención de emergencias;
XIII. Los procedimientos para el registro, investigación y análisis de incidentes y accidentes;
XIV. Los mecanismos para el monitoreo, verificación y evaluación de la implementación y desempeño del propio Sistema de Administración;
XV. Los procedimientos para la ejecución de auditorías internas y externas, así como para el seguimiento de atención a incumplimientos detectados;
XVI. Los aspectos legales y normativos internos y externos de las actividades de los Regulados en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y de protección al medio ambiente;
XVII. La revisión de los resultados de la verificación,
XVIII. El informe periódico del desempeño en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente.

- **Artículo 14.-** Los Regulados deberán establecer en los contratos, o en cualquier otro acuerdo de voluntades que celebren, la obligación de sus contratistas de apegarse a un Sistema de Administración que cumpla con los requisitos establecidos por la Agencia, en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, cuando la ejecución de estos implique riesgos para la población, medio ambiente o las instalaciones.

VINCULACIÓN.

El proyecto: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO**, se somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, por tratarse de una Estación de Servicio, además de que el promovente se encargará de tramitar todos los permisos necesarios, así como cumplir de con la legislación en la materia.

III.3.6. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

- **Artículo 1o.-** La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales. El proceso judicial previsto en el presente Título se dirigirá a determinar la responsabilidad ambiental, sin menoscabo de los procesos para determinar otras formas de responsabilidad que procedan en términos patrimoniales, administrativos o penales.
- **Artículo 7o.-** A efecto de otorgar certidumbre e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de los daños ocasionados al ambiente, la Secretaría deberá emitir paulatinamente normas oficiales mexicanas, que tengan por objeto establecer caso por caso y atendiendo la Ley de la materia, las cantidades mínimas de deterioro, pérdida, cambio, menoscabo, afectación, modificación y contaminación, necesarias para considerarlos como adversos y dañosos. Para ello, se garantizará que dichas cantidades sean significativas y se consideren, entre otros criterios, el de la capacidad de regeneración de los elementos naturales. La falta de expedición de las normas referidas en el párrafo anterior, no representará impedimento ni eximirá al responsable de su obligación de reparar el daño a su estado base, atendiendo al concepto previsto en el artículo 2o., fracción III, de esta Ley. Las personas y las organizaciones sociales y empresariales interesadas, podrán presentar a la Secretaría propuestas de las normas oficiales mexicanas a las que hace referencia el presente artículo, en términos del procedimiento previsto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

VINCULACIÓN.

El proyecto: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO,** se sujetará a lo que indica esta ley en el caso remoto de llegar a causar algún desequilibrio o afectación al medio ambiente se acatará lo que indique la Ley.

III.3.7. Ley General de Vida Silvestre.

La presente Ley es de orden público y de interés social, su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo. Se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

- **Artículo 19.** Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

VINCULACIÓN.

El proyecto en su totalidad se encuentra dentro de una zona urbana, por lo que no existe fauna en el sitio y en el caso remoto de que lleguen a encontrarse ejemplares se les dará el manejo apropiado por un especialista.

- **Artículo 29.** Los municipios y entidades federativas y la federación adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio

VINCULACIÓN.

El proyecto en su totalidad se encuentra dentro de una zona urbana, por lo que no existe fauna en el sitio y en el caso remoto de que lleguen a encontrarse ejemplares se les dará el manejo apropiado por un especialista.

- **Artículo 30.** El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre, mencionados en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.
- **Artículo 31.** Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan a tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

VINCULACIÓN.

El proyecto en su totalidad se encuentra dentro de una zona urbana, por lo que no existe fauna en el sitio y en el caso remoto de que lleguen a encontrarse ejemplares se les dará el manejo apropiado por un especialista.

III.3.8. Ley General para la Preservación y Gestión de los Residuos y su Reglamento.

- **Artículo 18.** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

VINCULACIÓN.

Se llevará un Plan Integral para el manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos. Los residuos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán separados en orgánicos e inorgánicos, destinando en contenedores para el mismo fin, realizando la disposición final según sea el tipo de residuos, así mismo para la fase de operación se contrata el servicio de recolección por empresas particulares o directamente con el Municipio.

- **Artículo 22.** Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.

VINCULACIÓN.

Se implementará un Plan Integral para el manejo y disposición adecuada de los Residuos Peligrosos. Dentro del proyecto se considera la generación de residuos peligrosos provenientes del mantenimiento de los vehículos automotores, así como restos del proceso de pavimentación, el manejo de estos se hará de acuerdo con lo establecido, en esta Ley y en las NOM´s aplicables.

- **Artículo 31.** Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:
    - I. Aceites lubricantes usados;
    - II. Disolventes orgánicos usados
    - III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;
    - IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;
    - V. …

VINCULACIÓN.

Se establecerá un Plan de manejo para los Residuos Peligrosos mencionados en este artículo y que se contemplan serán generados durante el desarrollo del proyecto (dichas medidas se desarrollan en el Capítulo VI, del presente documento).

- **Artículo 40.** Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.
- **Artículo 41.** Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.
- **Artículo 45.** Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

VINCULACIÓN.

El manejo de los residuos peligrosos se hará en apego a lo dispuesto por la LGPGIR y demás disposiciones aplicables, cumpliendo con lo establecido en los artículos 40, 41 y 45.

III.3.9. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido.

Este reglamento es de observancia general en todo el Territorio Nacional y tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de la Ley Federal de Protección al Ambiente, en lo que se refiere a emisión contaminante de ruido, proveniente de fuentes artificiales. Este reglamento en su artículo 11 establece que el nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas, y de 65 dB de las veintidós a las seis horas.

VINCULACIÓN.

Durante la construcción del proyecto se dará cumplimiento a lo establecido en el reglamento y normas en materia de emisión de ruido. Se espera que, en las labores de construcción, y por la operación de vehículos, no se rebasen determinados niveles auditivos. En el primer caso (labores de construcción) los límites máximos permisibles son de 68 dB(A), (máximo), mientras que en el segundo caso (operación de vehículos) los límites son de 90 dB(A) como máximo en tiempos de exposición no mayores de 15 minutos. En general, los ruidos generados no deberán exceder los 68 dB(A) de las 6 a las 22 hrs, y los 65 dB(A) de las 22 a las 6 horas.

III.3.10. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación.

En relación al reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación, el proyecto se tendrá que ajustar a lo mencionado en los artículos 10, 13, Capítulo II de la Emisión de contaminantes a la atmosfera, generada por fuentes fijas artículos 16 y 17 fracciones I, II, IV, VI, VII, IX y artículo 25 de este reglamento;

- **Articulo 10.** Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o que realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas.
- **Articulo 13**. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:
  La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y
  Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

VINCULACIÓN.

Se llevará a cabo un mantenimiento periódico de los vehículos y se verificará que se cumpla con lo que este Reglamento.

III.3.11. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos .

De ser el caso el proyecto se ajustara a los lineamientos establecidos en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Capítulo IV Disposiciones Comunes a los generadores de Residuos Peligrosos en sus artículos 68 fracción I, 70, 71 fracción III, Capítulo IV Criterios de Operación Integral de Residuos, Sección I Almacenamiento y Centros de Acopio de residuos peligros artículo 83 y 84. Titulo sexto Remediación de sitios Contaminados, Capítulo I Disposiciones comunes artículos 126 al 136, Capítulo IV Declaratoria de Remediación artículos 152 y 153.

CAPÍTULO IV.

Disposiciones Comunes a los Generadores de Residuos Peligrosos.

- **Artículo 68.** Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente.

Cuando se trate del cierre de la instalación, los generadores presentarán el aviso señalado en el párrafo anterior, proporcionando además la siguiente información:

I. Los microgeneradores de residuos peligrosos indicarán solamente la fecha prevista para el cierre de sus instalaciones o suspensión de la actividad generadora de sus residuos o en su caso notificarán que han cerrado sus instalaciones, y

Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta. Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, con excepción de los que
prestan el servicio de disposición final de este tipo de residuos.

- **Artículo 70.** La información a que se refieren los dos artículos anteriores será revisada por la Secretaría, la cual podrá ordenar, en un plazo no mayor a un año, la inspección física de las instalaciones y del sitio en donde éstas se ubican con el fin de inspeccionar que se hayan observado las disposiciones aplicables.
  Cuando existan irregularidades de la información proporcionada respecto de la inspección física realizada por la Secretaría, ésta iniciará el procedimiento administrativo correspondiente.

- **Artículo 71.-** Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán:
  III. Para el control de los procesos de remediación de sitios contaminados:
  a) Tipo de tecnología utilizada;
  b) Fecha de inicio y término de acciones de remediación;
  c) Volumen por tratar;
  d) Puntos y fecha de muestreo;
  e) Resultados analíticos del muestreo del suelo durante la remediación;
  f) Nombre, cantidad y fechas de adición de insumos;
  g) Fecha de volteo y homogenización del suelo, en caso de que esto se realice, y
  h) Nombre del responsable técnico de la remediación.

CAPÍTULO V.
Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos

Sección I .
Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos .

- **Artículo 83.** El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:
  En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;
  II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y
  Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.
- **Articulo 84.-** Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

VINCULACIÓN.

Se llevará un Plan Integral para el manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos. Los residuos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán separados en orgánicos e inorgánicos, destinando en contenedores para el mismo fin, realizando la disposición final según sea el tipo de residuos, así mismo para la fase de operación se contrata el servicio de recolección por empresas particulares o directamente con el Municipio.

TITULO SEXTO REMEDIACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS.
CAPITULO I Disposiciones comunes.

- **Articulo 126.-** Quienes transfieran a terceros los inmuebles que hubieran sido contaminados por materiales peligrosos, deberán informarlo a quienes les transmitan la propiedad o posesión de dichos bienes, en los términos previstos en el segundo párrafo del artículo 71 de la Ley; dicho informe se hará constar en el instrumento en el cual se formalice la transmisión.
- **Articulo 127.-** Quienes transfieran o adquieran la propiedad de sitios contaminados con residuos peligrosos, conforme a lo previsto en el artículo 71 de la Ley, deberán contar con autorización expresa de la Secretaria. Para tal efecto, presentaran la solicitud en el formato que al efecto se expida, la cual contendrá:
  - I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del enajenante y del adquirente
  - II. Datos de ubicación del sitio, describiendo sus colindancias, construcciones e infraestructura existente, y.
  - III. Determinación expresa del responsable de la remediación.

  A la solicitud se anexará la carta del adquirente en la que especifique que fue informado de la contaminación del sitio. La autorización de la Secretaria no impide la ejecución de actos de comercio o de derecho civil, únicamente tiene como efecto definir a quien corresponde realizar las acciones de remediación del sitio transferido.
- **Articulo 128.-** En caso de que una transferencia se efectué antes de la remediación o al término de esta y no existiera pacto expreso respecto a quien corresponde llevar a cabo o concluir dicha remediación, se entenderá responsable de llevarla a cabo o concluirla a quien enajena el sitio. El instrumento jurídico mediante el cual se perfeccione la transferencia del inmueble deberá contener la declaración del enajenante sobre la contaminación que en este caso tenga el sitio que se transfiere. Lo anterior, sin perjuicio de la responsabilidad que se convenga para la remediación de este.
- **Articulo 129.-** Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales o residuos peligrosos que no excedan de un metro cubico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes. Lo previsto en el presente artículo no aplica en el caso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales ocasionados durante el transporte de materiales o residuos peligrosos.
- **Articulo 130.-** Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales o residuos peligrosos, en cantidad mayor a la señalada en el artículo anterior, durante cualquiera de las operaciones que comprende su manejo integral, el responsable del material peligroso o el generador del residuo peligroso y, en su caso, la empresa que preste el servicio deberá:
  - I. Ejecutar medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio;
  - II. Avisar de inmediato a la Procuraduría y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido de materiales o residuos peligrosos;
  - III. Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto las autoridades competentes conforme a lo previsto en el artículo 72 de la Ley, y
  - IV. En su caso, iniciar los trabajos de caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de remediación correspondientes.
- **Artículo 131.-** El aviso a que se refiere la fracción II del artículo anterior se formalizará dentro de los tres días hábiles siguientes al día en que hayan ocurrido los hechos y contendrá:
  - I. Nombre y domicilio de quien dio el aviso o nombre del generador o prestador de servicios y el número de su registro o autorización otorgados por la Secretaría;
  - II. Localización y características del sitio donde ocurrió el accidente;

III. Causas que motivaron el derrame, infiltración, descarga o vertido accidental;
IV. Descripción precisa de las características fisicoquímicas y toxicológicas, así como cantidad de los materiales o residuos peligrosos derramados, infiltrados, descargados o vertidos, y
V. Medidas adoptadas para la contención.

VINCULACIÓN.

EL proyecto **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO**, se desarrollará cumpliendo con lo establecido en estos artículos. El promovente está comprometido a realizar todas y cada una de las medidas precautorias, de mitigación y compensación que sean necesarias para no comprometer el equilibrio ecológico de la zona de influencia del proyecto.

III.3.12. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Actividades Altamente Riesgosas.

En relación al reglamento de la LGEEPA en materia de Actividades Altamente Riesgosas, el proyecto se tendrá que ajustar a lo mencionado en los artículo 6 al 10, Titulo segundo de las Actividades Altamente riesgosas Capítulo I Clasificación de las Actividades Altamente Riesgosas; artículos 11 y 11 Capítulo II Del Estudio de Riesgo y El Programa para la Prevención de Accidentes; artículos 22 y 23 Capítulo III Medidas para el Control de Accidentes, para lo cual deberá elaborar un Informe Preliminar de Riesgo ambiental nivel 1 y entregar para su evaluación ante la secretaria, toda vez que la actividad que pretende desarrollar el promovente se encuentra en la lista de las actividades altamente riesgosas contenidas en el artículo 6, Fracción II, inciso i).

VINCULACIÓN.

El proyecto denominado **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO,** se desarrollará cumpliendo con lo establecido en estos artículos. El promovente está comprometido a realizar todas y cada una de las medidas precautorias, de mitigación y compensación que sean necesarias para no comprometer el equilibrio ecológico de la zona de influencia del proyecto.

III.3.13. Normas Oficiales Mexicanas.

Para las Estaciones de Servicio, existe un documento NORMATIVO que contempla diseños y materiales, que debe ser utilizados en la construcción e instalación de equipos para su adecuada operación y mantenimiento, para garantizar estándares de seguridad y preservar la integridad del ambiente. Para cumplir con la función de distribución y comercialización al menudeo de combustibles y lubricantes, por lo que se debe de dar cumplimiento a esta normatividad (especificaciones técnicas) de quienes participan en las diversas etapas para hacer llegar los productos al consumidor final. En este sentido el promovente estará sujeto al cumplimiento de los requisitos que requiere y garantizar la adecuada operación de la estación de servicios y priorizar la seguridad y el cuidado del ambiente, considerando desde su planeación la integración de todas las especificaciones técnicas para este tipo de servicios que pretende brindar el proyecto, y contar con equipo e infraestructura que cumpla con la normatividad vigente en la materia y dará cumplimiento a las siguientes normas las cuales se presentan de forma específica a Estaciones de Servicio y más adelante se muestran las generales que se incluyen en cualquier proyecto:

EQUIPOS E INSTALACIONES.

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones eléctricas (utilización).
- Norma Oficial Mexicana NOM-005-SCFI-2011, relativa a los instrumentos de medición-Sistema para medición y despacho de gasolina y otros combustibles líquidos-Especificaciones, métodos de prueba y de verificación.

- Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2008, relativa a la electricidad estática en los centros de trabajo- condiciones de seguridad e higiene.
- Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, relativa a las condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, relativa a los colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, relativa a las condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.

RESIDUOS SÓLIDOS.

- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

EMISIONES ATMOSFÉRICAS.

- Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045- SEMARNAT-2006 que establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases de contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina y diésel como combustible;

SEGURIDAD E HIGIENE

- Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles.
- Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, la cual establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, contempla disposiciones relativas al equipo de protección personal - selección y uso en los centros de trabajo. En la cual se establece que es necesario elaborar por escrito y conservar los estudios y análisis del riesgo para determinar el uso del equipo de protección personal.
- Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000. Sistema de identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA

- Norma Oficial Mexicana NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos.

VINCULACIÓN.

El proyecto denominado **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO**, se desarrollará cumpliendo con lo establecido en estas Normas. El promovente está comprometido a realizar todas y cada una de las Normas Oficiales arriba mencionadas, así como las medidas precautorias, de mitigación y compensación que sean necesarias para no comprometer el equilibrio ecológico de la zona de influencia del proyecto.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-005-ASEA-2016, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DE SERVICIO PARA ALMACENAMIENTO Y EXPENDIO DE DIÉSEL Y GASOLINAS.

El objetivo de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia es establecer las especificaciones, parámetros y requisitos técnicos mínimos de seguridad industrial y operativa, y protección ambiental que se deben cumplir en el diseño, construcción, mantenimiento y operación de estaciones de servicio de fin específico y asociadas a la actividad de Expendio en su modalidad de Estación de Servicio para Autoconsumo para gasolinas y diésel. Esta Norma Oficial Mexicana aplica en todo el territorio nacional y es de observancia obligatoria para los Regulados, responsables del diseño, la construcción, el mantenimiento y la operación de estaciones de servicio de fin específico y asociadas a la actividad de Expendio en su modalidad de Estación de Servicio para Autoconsumo para gasolinas y diésel.

VINCULACIÓN.

El proyecto denominado **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS, S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO,** se desarrollara cumpliendo con lo establecido en la Norma antes mencionada, ya que como se puede demostrar en los planos arquitectónicos, el promovente sigue a detalle todas y cada una de las especificaciones parea la construcción, operación y mantenimiento de una Estación de Servicio, por lo que se compromete a cumplir todos y cada uno de los puntos incluidos en esta Norma.

Así como también se le dará cumplimiento a las siguientes Normas:

Tabla III. 10. Normas aplicables al proyecto.

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	No se deben descargar o depositar en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, tales como grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio, etc.	El promovente durante la construcción, operación y mantenimiento.	El promovente deberá evitar que se depositen en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, tales como grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio entre otros contaminantes, para esto la estación de servicio contará con una trampa de grasas y aceites.
NADF-004-AMBT-2004. Que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles para vibraciones mecánicas, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras en el distrito federal.	No se deberán rebasar los límites para las vibraciones mecánicas, procurando realizar los trabajos de día.	El promovente ajustará sus horarios durante las etapas de construcción del proyecto, para minimizar los efectos negativos.	El promovente evitará trabajar en horarios inhábiles con el fin de reducir las vibraciones y molestia entre los vecinos, con lo que también reduce el ruido.
NOM-004-SEMARNAT-2002 Protección ambiental. - Lodos y biosólidos. - Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.	Es de observancia obligatoria para los responsables de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, verificar los límites de emisión de contaminantes tales como: emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, máximo y mínimo de dilución, y óxidos de nitrógeno.	El promovente, realizará la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizará en el proyecto.	Se requerirá que los vehículos que sean utilizados en el proyecto, den cumplimiento a esta Norma, para lo cual, se les solicitará la presentación de las verificaciones vehiculares.
NADF-005-AMBT-2006, Que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes	Se utilizará equipo especial para la medición de las emisiones sonoras con la finalidad de mantenerlas en los niveles permitidos.	El promovente realizará la supervisión constante para no rebasar los límites permitidos.	Se requerirá que todo el equipo se encuentre en buenas condiciones con la finalidad de que al estar en un estado óptimo la generación de emisiones sonoras se mantenga a niveles aceptables.

emisoras ubicadas en el distrito federal.			
NOM-005-SCFI-2005, Instrumentos de medición-Sistema para medición y despacho de gasolina y otros combustibles líquidos-Especificaciones, métodos de prueba y de verificación.	Se procurarán las medidas que sean necesarias para garantizar que los instrumentos de medición sean seguros y exactos.	El promovente en ningún momento alterara los instrumentos de medición	El promovente será el responsable del buen estado y que los instrumentos de medición funcionen correctamente, así como estar preparado siempre para cualquier revisión por parte de la autoridad a los equipos.
NADF-010-AMBT-2006, Que establece el método de prueba para determinar la eficiencia de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina y su límite mínimo permisible, que deberán cumplir los propietarios o responsables de estaciones de servicio y autoconsumo ubicadas en el territorio del distrito federal.	Se instalarán recuperadores de vapores en la estación de servicio, los cuales deben de cumplir con las especificaciones requeridas.	Los sistemas recuperadores de vapores estarán en constante supervisión para verificar su correcto funcionamiento, así como estar en constante actualización.	Se deberá realizar un mantenimiento constante, así como verificar su correcto funcionamiento.
NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación.	Se contará con equipo para medir las partículas suspendidas.	El promovente durante las diferentes etapas de construcción, operación y mantenimiento.	Se realizarán mediciones periódicas con la finalidad de verificar que no se rebasen los límites permitidos para partículas suspendidas.
NOM-044-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmosfera de partículas sólidas provenientes de las fuentes fijas.	Los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmosfera de partículas solidas provenientes de fuentes fijas, será de obligatoria observancia de los responsables de las estaciones de servicio.	El promovente será el encargado de monitorear los niveles de emisión de partículas.	Se realizará mantenimiento periódico a las unidades que emitan partículas sólidas, con la finalidad de no rebasar los límites permitidos.
NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible	Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas como combustible. Es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así como para los responsables de los citados vehículos.	El Promovente deberá realizar la verificación de la maquinaria y automotores que se utilizaran en el proyecto.	Los vehículos que sean utilizados en el proyecto, deben dar cumplimiento a esta Norma, por lo cual, se les pedirá la presentación de las verificaciones vehiculares, sin rebasar los niveles máximos permisibles que establezcan las normas oficiales mexicanas correspondientes.
NOM-085-SEMARNAT-1994. Contaminación atmosférica. Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones.	Es de carácter obligatorio conocer las emisiones de bióxido de azufre, para el uso de los equipos de calentamiento directo por combustión.	La empresa Constructora responsable de la elaboración de asfalto y equipo de trituración.	En las plantas de asfalto o concreto se deberán monitorear periódicamente sus emisiones, siempre y cuando utilicen combustibles sólidos, líquidos o gaseosos.
NOM-052-SEMARNAT-2010. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Los residuos producto de las actividades de preparación del sitio y construcción como son los que se generaran por las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo (latas vacías, con algún contenido de pinturas, solventes, aceites usados o lubricantes y estopa impregnada de grasas) se manejaran como residuos peligrosos conforme la norma.	El promovente debe contar con un almacenamiento temporal de residuos peligrosos y establecer un contrato de servicios con una empresa especializado en el manejo y tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.	Contar con un programa integral de manejo de Residuos Peligrosos, realizando la separación, almacenamiento temporal y confinamiento especial, los cuales deben ser manejados por una empresa especializada y autorizada en el manejo de residuos peligrosos, bajo un contrato de servicio.

Fuente: DOF varias fechas.

ÍNDICE GENERAL

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 5
IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. 5
IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL. 10
IV.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS. 10
IV.2.1.1. CLIMA. 10
IV.2.1.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA. 23
IV.2.1.3. SUELOS. 41
IV.2.1.4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA. 49
IV.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS. 56
IV.2.2.1. VEGETACIÓN. 56
IV.2.2.2. FAUNA. 86
IV.2.3. PAISAJE. 122
IV.2.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO. 127
IV.2.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. 134

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen IV. 1. Delimitación del Sistema Ambiental Local. 6
Imagen IV. 2. Vista Satelital. 8
Imagen IV. 3. Vías de Acceso. 9
Imagen IV. 4. Climas en el Estado. 13
Imagen IV. 5. Climas en el Área del Proyecto. 14
Imagen IV. 6. Ubicación de la Estación Meteorológica con respecto al proyecto. 17
Imagen IV. 7. Isotermas del Estado de Quintana Roo. 19
Imagen IV. 8. Isotermas del Sistema Ambiental. 20
Imagen IV. 9. Isoyetas del Estado de Quintana Roo. 21
Imagen IV. 10. Isoyetas del Sistema Ambiental. 22
Imagen IV. 11. Provincias Fisiográficas para la zona del proyecto. 25
Imagen IV. 12. Subprovincias Fisiográficas para la zona del proyecto. 26
Imagen IV. 13. Topoformas para la zona del proyecto. 27
Imagen IV. 14. Topografía para la zona del proyecto. 29
Imagen IV. 15. Topográfico para la zona del proyecto. 30
Imagen IV. 16. Modelo digital de elevaciones para la zona del proyecto. 31
Imagen IV. 17. Geología presente en Quintana Roo. 37
Imagen IV. 18. Geología para la zona del proyecto. 38
Imagen IV. 19. Zonificación Sísmica de México. 40
Imagen IV. 20. Edafología de Quintana Roo. 47
Imagen IV. 21. Edafología del área de estudio 48
Imagen IV. 22. Cuencas Hidrológicas del Sistema Ambiental. 51
Imagen IV. 23. Subcuencas Hidrológicas del Sistema Ambiental. 52
Imagen IV. 24 Diseño de muestreo. 57
Imagen IV. 25. Sitios de Muestreo del Proyecto. 59
Imagen IV. 26. Derribo arbóreo por el proyecto. 79
Imagen IV. 27. AICA`s con respecto SAL. 87
Imagen IV. 28. ANP Estatales con respecto SAL. 88
Imagen IV. 29. ANP Federales con respecto SAL. 89
Imagen IV. 30. Hábitats disponibles de fauna silvestre con respecto al SAL. 90
Imagen IV. 31. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. 93
Imagen IV. 32. Cuadrantes establecidos para el muestreo de mastofauna y herpetofauna en el área del proyecto. 94
Imagen IV. 33. Sitios de Muestreo. 100
Imagen IV. 34. Centros de Concentración Masiva que rodean al predio del proyecto en un radio de 500 metros. 132
Imagen IV. 35. Atlas Nacional de Riesgo en un radio de 500 metros. 133
Imagen IV. 36. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Aire). 135
Imagen IV. 37. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Suelo). 137
Imagen IV. 38. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Hidrología). 138
Imagen IV. 39. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Geomorfología). 140

Imagen IV. 40. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Vegetación). 141
Imagen IV. 41. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Fauna). 142
Imagen IV. 42. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Presencia Antrópica). 144
Imagen IV. 43. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Proyecto. 146
Imagen IV. 44. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%. 147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1. Características generales del Municipio de Solidaridad. 5
Tabla IV. 2. Coordenadas del Sistema Ambiental Local. 7
Tabla IV. 3. Escala Saffir-Simpson. 11
Tabla IV. 4. Tipo de clima para el Municipio de Solidaridad. 12
Tabla IV. 5. Descripción de las provincias geomórficas de la Península de Yucatán. 23
Tabla IV. 6. Descripción de la Geología de la Península de Yucatán. 32
Tabla IV. 7. Geología presente en el Sistema Ambiental. 36
Tabla IV. 8. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB. 43
Tabla IV. 9. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB. 44
Tabla IV. 10. Coordenadas de los sitios de muestreo dentro del SAL y el predio. 58
Tabla IV. 11. Resumen de vegetación de probable afectación debido al proyecto 61
Tabla IV. 12. Cambio de Uso de suelo. 61
Tabla IV. 13. Acumulado de especies los sitios de muestreo 61
Tabla IV. 14. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson. 64
Tabla IV. 15. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson. 65
Tabla IV. 16. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson. 66
Tabla IV. 17. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson. 66
Tabla IV. 18. Cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener. 68
Tabla IV. 19. Cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener. 70
Tabla IV. 20. Cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener. 70
Tabla IV. 21. Cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener. 71
Tabla IV. 22. Cálculo del valor de importancia relativa para las especies de árboles. 74
Tabla IV. 23. Cálculo del valor de importancia relativa para las especies de arbustos. 75
Tabla IV. 24. Cálculo del valor de importancia relativa para las especies de arbustos. 76
Tabla IV. 25. Cálculo del valor de importancia relativa para las especies de lianas y cactáceas. 76
Tabla IV. 26. Derribo estrato Arbóreo. 77
Tabla IV. 27. Derribo estrato arbustivo. 77
Tabla IV. 28. Derribo estrato herbáceo. 77
Tabla IV. 29. Derribo lianas y cactáceas. 78
Tabla IV. 30.Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción. 78
Tabla IV. 31. Clasificación del estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 83
Tabla IV. 32. Listado general de especies presentes en los muestreos del Sistema Ambiental Local estrato Arbóreo. 83
Tabla IV. 33. Listado general de especies presentes en los muestreos del Sistema Ambiental Local estrato arbustivo. 84
Tabla IV. 34. Listado general de especies presentes en los muestreos del Sistema Ambiental Local estrato herbáceo. 85
Tabla IV. 35. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el SAL. 99
Tabla IV. 36. Especies de aves presentes en los puntos de conteo establecidos en el SAL. 101
Tabla IV. 37. Atributos de las especies de aves presentes en los puntos de conteo establecidos en el SAL. 102
Tabla IV. 38. Matriz de abundancia y riqueza específica de la avifauna registrada en el SAL. 103
Tabla IV. 39. Riqueza específica de la avifauna en SAL. 105
Tabla IV. 40. Cálculo de individuos por hectárea de cada una de las especies de avifauna registradas en el SAL. 105
Tabla IV. 41. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el SAL. 106
Tabla IV. 42. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el SAL. 107
Tabla IV. 43. Índice de diversidad de Margalef de las especies de avifauna registradas el SAL. 107
Tabla IV. 44. Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el SAL. 108
Tabla IV. 45. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos. 108
Tabla IV. 46. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico. 109
Tabla IV. 47. Especies de mamíferos presentes en los cuadrantes establecidos en el SAL. 109
Tabla IV. 48. Atributos de las especies de mamíferos presentes en los cuadrantes establecidos en el SAL. 110
Tabla IV. 49. Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el SAL. 111
Tabla IV. 50. Riqueza específica de la mastofauna registrada en el SAL. 112

Tabla IV. 51. Cálculo de individuos por hectárea de cada una de las especies de mastofauna registradas en el SAL. .. 113
Tabla IV. 52. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el SAL. 113
Tabla IV. 53. Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el SAL. 113
Tabla IV. 54. Índice de diversidad de Margalef de las especies de mastofauna registradas en el SAL. 114
Tabla IV. 55. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el SAL. 114
Tabla IV. 56. Especies acumuladas de mastofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos. 114
Tabla IV. 57. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo logarítmico. 115
Tabla IV. 58. Listado de especies de herpetofauna registradas en el SAL. 115
Tabla IV. 59. Atributos de las especies de reptiles y anfibios presentes en los cuadrantes establecidos en el SAL. SC (Sin categoría), A (Amenazada), Pr (Sujeta a protección especial). 117
Tabla IV. 60. Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el SAL. 117
Tabla IV. 61. Riqueza específica de herpetofauna en el SAL. 118
Tabla IV. 62. Cálculo de individuos por hectárea de cada una de las especies de herpetofauna registradas en el SAL. 119
Tabla IV. 63. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el SAL. 119
Tabla IV. 64. Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el SAL. 119
Tabla IV. 65. Índice de diversidad de Margalef de las especies de herpetofauna registradas en el SAL. 120
Tabla IV. 66. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el SAL. 120
Tabla IV. 67. Especies acumuladas de herpetofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos. .. 120
Tabla IV. 68. Riqueza específica de herpetofauna de acuerdo al modelo logarítmico. 121
Tabla IV. 69. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica. 122
Tabla IV. 70. Sensibilidad del Paisaje por Algún Tipo de Alteración. 124
Tabla IV. 71. Valoración del paisaje del Proyecto. 125
Tabla IV. 72. Fragilidad visual del Sistema Ambiental Local del proyecto. 125
Tabla IV. 73. Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica. 125
Tabla IV. 74. Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica. 126
Tabla IV. 75. Capacidad de acogida ecológica del Proyecto. 126
Tabla IV. 76. Porcentajes de Población Económicamente Activa e Inactiva. Municipio de Solidaridad, 2003 127
Tabla IV. 77. Distancia del proyecto a zonas de concentración masiva a un Radio de 500 metros. 130
Tabla IV. 78. Distancia del proyecto a zonas de concentración masiva a un Radio de 500 metros de acuerdo al Atlas de Riesgo. 130
Tabla IV. 79. Ponderación del Aire. 134
Tabla IV. 80. Ponderación del Suelo. 136
Tabla IV. 81. Ponderación de la Hidrología. 138
Tabla IV. 82. Ponderación de la Geomorfología. 139
Tabla IV. 83. Ponderación de la Vegetación. 141
Tabla IV. 84. Ponderación de la Fauna. 142
Tabla IV. 85. Ponderación de la presencia antrópica. 143
Tabla IV. 86. Tabla de ponderación de la calidad ambiental. 145
Tabla IV. 87. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Local. 145

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía IV. 1. En las fotografías se puede observar la complejidad de topoformas presentes en el Sistema Ambiental Local. 28
Fotografía IV. 2. Tipo de suelo dentro del área del trazo. 46
Fotografía IV. 3. Muestreo realizado para el proyecto. 57
Fotografía IV. 4. Empleo de Dron en prospección de campo. 58
Fotografía IV. 5. Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia. 60
Fotografía IV. 6. Condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto. 80
Fotografía IV. 7. Fotografías de las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 83
Fotografía IV. 8. Imágenes aéreas de Llanura rocosa con vegetación secundaria de selva mediana perennifolia. 123
Fotografía IV. 9. Imágenes aéreas de Llanura rocosa de la zona urbana de Playa del Carmen. 124

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica IV. 1. Climograma de la Estación Meteorológica Playa del Carmen. 16
Gráfica IV. 2. Curva de acumulación de especies. 95
Gráfica IV. 3. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). 96
Gráfica IV. 4. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas en el SAL. 104
Gráfica IV. 5. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico. 108
Gráfica IV. 6. Distribución de los individuos de mastofauna en cada cuadrante en el que fueron registradas en el SAL. 112
Gráfica IV. 7. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico. 115
Gráfica IV. 8. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada cuadrante en el que fueron registradas en el SAL. 118
Gráfica IV. 9. Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico. 121
Gráfica IV. 10.Tasa de crecimiento Anual 127
Gráfica IV. 11. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local. 145

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

IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El proyecto se trata de una Estación de Servicio con Tienda de Conveniencia y Locales Comerciales "**JONICAS, S.A. DE C.V.**", en una superficie de 4,300.34 m^2, ubicada en la Avenida Paseo del Mayab S/N, Lote 035-1, Manzana 016, entre Avenida Universidades y Avenida Hipocampo, Fraccionamiento Arrecifes, Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, CP. 77725, la cual contará con tres tanques de almacenamiento con una capacidad total de 210,000 litros y tendrá 5 islas sencillas, 4 para el despacho de Gasolina Magna Sin-Gasolina Premium y 1 para el despacho de Gasolina Magna Sin-Gasolina Premium-Diesel para un total de 10 posiciones de carga. Respecto al Municipio de Solidaridad en la siguiente tabla se muestran las principales características físicas y biológicas.

Tabla IV. 1. Características generales del Municipio de Solidaridad.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Localización	El municipio de Solidaridad se localiza en la porción norte del estado, entre las coordenadas geográficas extremas, al norte 20° 45', al sur 19° 46' de latitud norte; al este 86° 57' y al oeste 88° 05' de longitud oeste. Tiene como colindancias: al norte con el estado de Yucatán y con los municipios de Lázaro Cárdenas y Benito Juárez; al este con el Mar Caribe y el municipio de Cozumel; al sur con el Mar Caribe y el municipio de Felipe Carrillo Puerto y al oeste con el Municipio de Felipe Carrillo Puerto y el estado de Yucatán.
Extensión	El municipio cuenta con una extensión de 2 204.73 Km^2, lo que representa el 8.35 % de la superficie del Estado.
Orografía	El municipio se encuentra sobre una planicie de origen tectónico, las máximas elevaciones son inferiores a los 25 metros sobre el nivel del mar, estas elevaciones disminuyen hacia la zona de la costa.
Hidrografía	El clima del municipio es cálido subhúmedo con lluvias en el verano de mayor humedad La temperatura media anual es de 26° C. Los vientos predominantes son los del sureste. La precipitación pluvial anual oscila entre los 1,300 y los 1,500 milímetros con estación de lluvia de marzo a octubre. El clima se ve afectado por los ciclones, que aumentan la precipitación sobre todo en el verano.
Principales Ecosistemas	La vegetación se conforma de selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, y selva baja subperennifolia, que son particularmente valiosas para la explotación forestal debido a la presencia de maderas preciosas como la caoba y el cedro. Por otra parte, en zonas próximas a las áreas inundables y al mar se han desarrollado comunidades de manglares, aunque la superficie que ocupan es relativamente pequeña. La zona costera posee manchones de vegetación de dunas. Dentro de la amplia riqueza de especies de flora detectadas en la zona se encuentra árboles de: zapote, ramón, chechén, chacah, cedro, ya'axche, kitanche, papaya, sa'kbob, mahahau, hiraea obovata, bisil, mansoa verrucifera, tatsi, habín, kaniste, guaya y palma chit, todas distribuidas y presentes en el corredor Cancún - Tulum. En la orilla de la costa se localizan áreas de manglar y algunas ciénagas con especies tales como el mangle rojo y el mangle blanco. En la zona de las dunas costeras existe predominio de la uva de mar, así como la palma cocotera entre otros. Las áreas inundables o sujetas a inundación presentan vegetación de tule. Los animales de la región corresponden mayoritariamente de origen neotropical, sin embargo, están presentes animales de origen neartíco como el venado. Los principales grupos representados son los anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Se detectaron la presencia de 309 especies en el corredor Cancún - Tulum, de las cuales las aves son las mas difundidas de todas. Las aves se encuentran representadas por zanates, garzas blancas, colibríes y pequeños mamíferos como la zorra gris, ardillas, ratones, tlacuaches y murciélagos; que junto con la gran variedad de fauna marina representan un recurso importante de la localidad. En el litoral, se localiza una parte de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, "Puerta del cielo", que alberga más de 300 especies de aves acuáticas y una gran variedad de mamíferos. En esta reserva se reproducen especies como el jaguar, el puma, el ocelote, el tigrillo, el mono araña, el venado cola blanca, y otros en peligro de extinción como el manatí. La biodiversidad de la selva incluye: bosque tropical, sabana, manglares y costa. Así mismo, forma parte de la reserva llamada el Gran Arrecife Mesoamericano para protección de las áreas de coral desde Quintana Roo hasta Honduras.
Recursos naturales	Los principales recursos naturales del municipio son la selva con sus diferentes especies maderables y la explotación del chicle, la fauna marina, las playas, arrecifes coralinos y el mar de incomparable belleza. Existe potencial para la fruticultura y actividades pecuarias.
Características y Uso de Suelo	Los suelos de rendzina son los mas extendidos, se presentan en áreas de poca pendiente; son suelos de poca profundidad, con buena estructura, drenaje y aireación, erosionable fácilmente por el aire y lluvia excesiva. Las zonas próximas a las playas están formadas por areniscas calcáreas de origen marino, que forman regozoles y arenosoles. Predominan asimismo los litosoles y luvisoles. En general, los suelos predominantes en el municipio son los litosoles y redzinas, que son poco desarrollados, por lo que no son aptos para la agricultura, su potencial es forestal y ganadero. En el sureste también se encuentran terrenos salinos.

Fuente: Enciclopedia de los Municipios.

Como se puede apreciar el Municipio de Solidaridad, presenta una gran diversidad de atributos bióticos y abióticos, por lo que se emplean elementos de una menor escala para delimitar el Sistema Ambiental Local del proyecto de la Estación de Servicio con Tienda de Conveniencia y Locales Comerciales "**JONICAS, S.A. DE C.V.**", como se muestra en la siguiente imagen:

Imagen IV. 1. Delimitación del Sistema Ambiental Local.

Fuente: BIOTA, 2021.

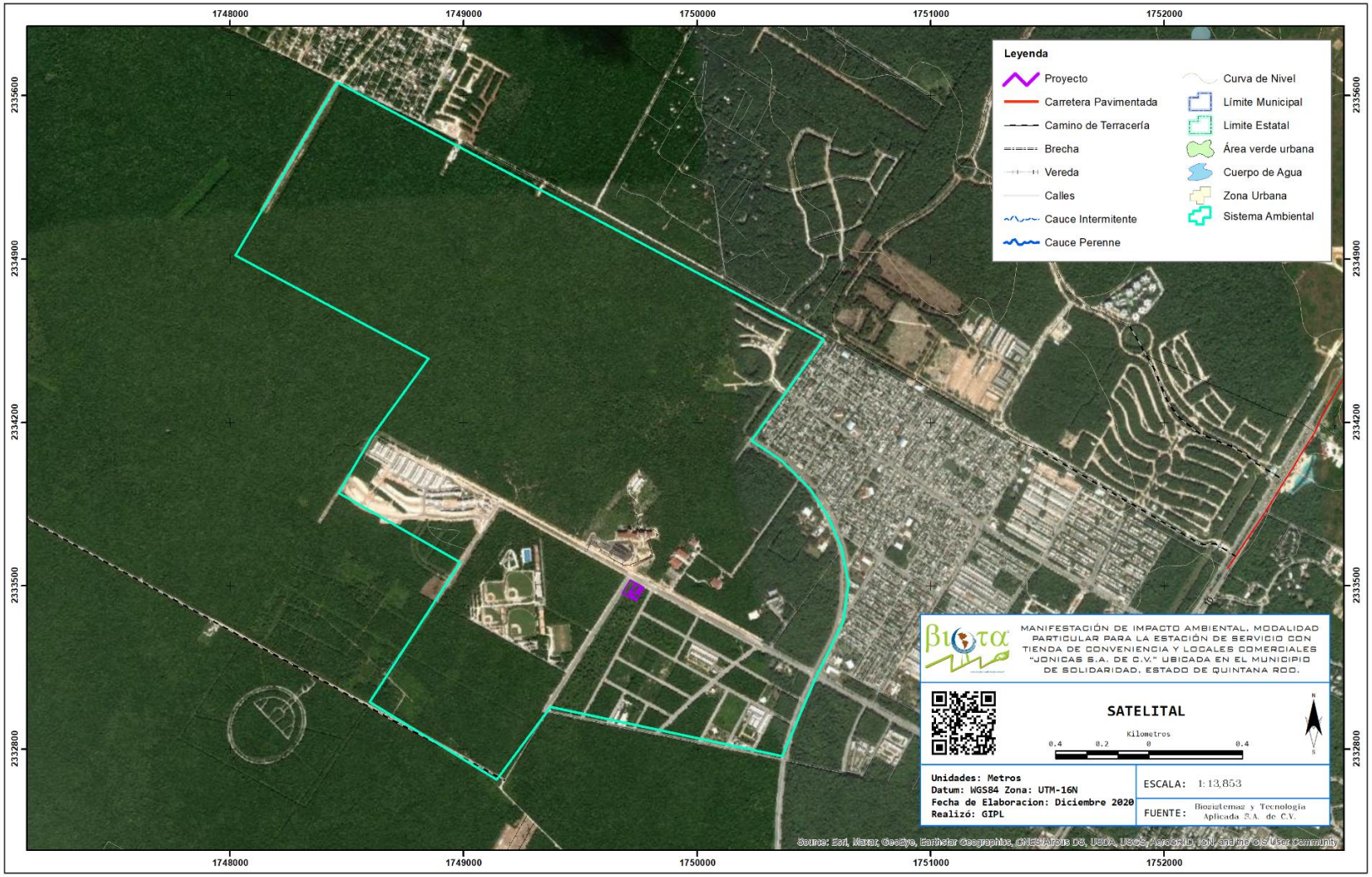
El Sistema Ambiental Local (SAL), del proyecto de la Estación de Servicio con Tienda de Conveniencia y Locales Comerciales "**JONICAS, S.A. DE C.V.**", quedara definido por las vialidades que se localizan entorno al este, es importante mencionar que la Estación de Servicio se construirá en una zona urbanizada, donde los elementos bióticos primarios han sido modificados de manera importante, para consolidar la traza urbana de Playa del Carmen, el polígono definido para el SAL tiene una superficie de 419.76 Ha, a continuación se presentan las coordenadas del SAL calculadas con el datum WGS 84N, para la zona 16N.

Tabla IV. 2. Coordenadas del Sistema Ambiental Local.

FID	UTM		FID	UTM	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
1	492058.15	2289264.52	20	493029.86	2286501.21
2	491894.41	2289029.07	21	493338.10	2286410.69
3	491723.86	2288783.83	22	493709.11	2286301.74
4	491576.76	2288572.33	23	493870.07	2286612.93
5	491867.53	2288387.97	24	494005.79	2286847.44
6	492121.56	2288226.91	25	494040.30	2287004.82
7	492352.85	2288080.28	26	494022.92	2287158.25
8	492162.55	2287855.85	27	493976.22	2287292.94
9	491933.19	2287546.02	28	493907.53	2287415.54
10	492189.94	2287372.96	29	493802.29	2287537.74
11	492421.68	2287216.75	30	493678.81	2287633.06
12	492267.19	2287013.41	31	493855.39	2287844.13
13	492116.84	2286815.53	32	494014.12	2288033.88
14	491998.67	2286660.00	33	493750.23	2288199.89
15	492178.85	2286530.02	34	493488.13	2288364.78
16	492347.73	2286408.21	35	493193.00	2288550.46
17	492505.92	2286294.09	36	492863.95	2288757.48
18	492644.04	2286453.60	37	492595.00	2288926.70
19	492755.13	2286581.89	38	492308.66	2289106.88

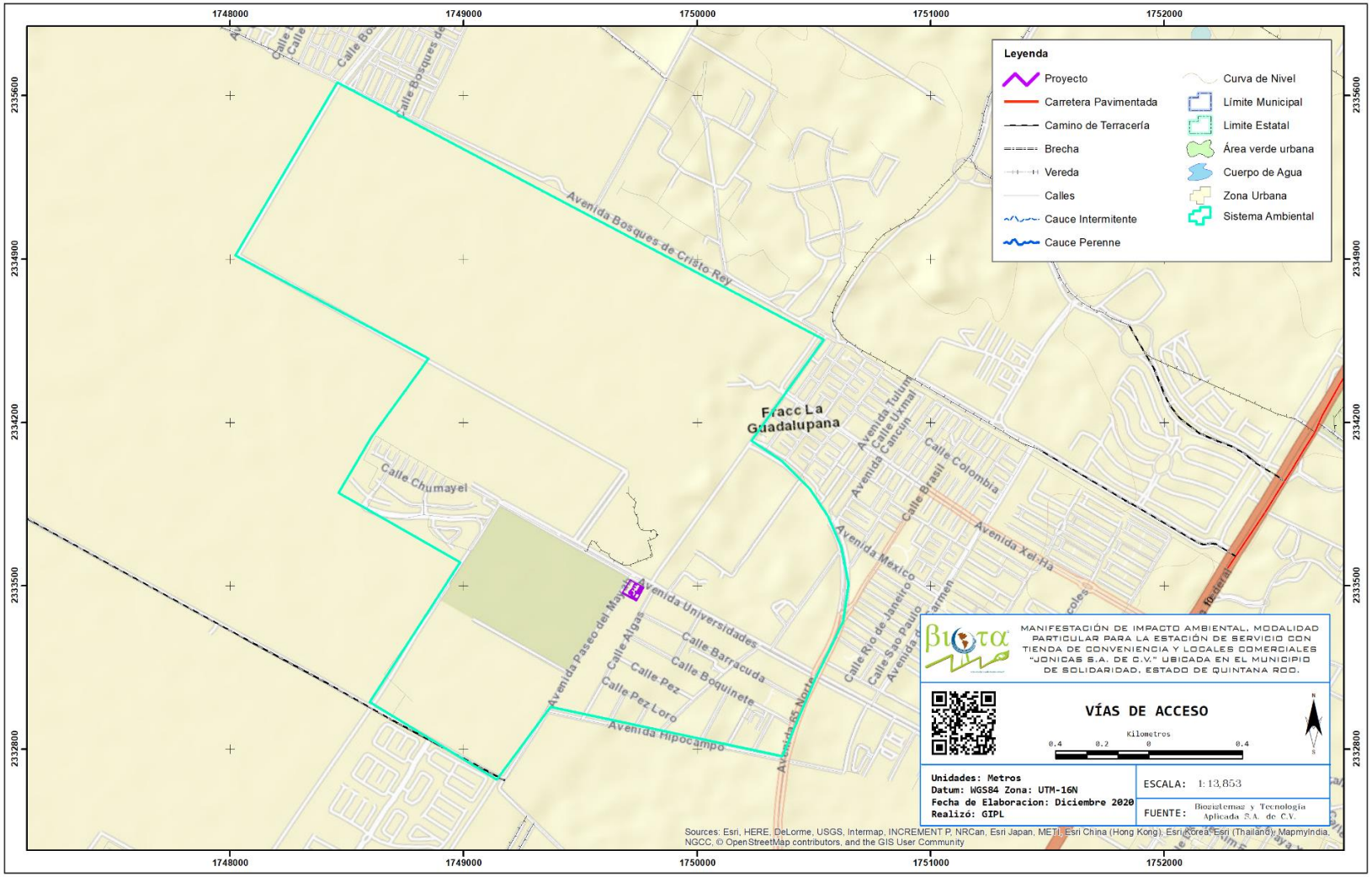
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 2. Vista Satelital.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 3. Vías de Acceso.



Fuente: BIOTA, 2021.

IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.

IV.2.1. Aspectos Abióticos.

IV.2.1.1. Clima.

Para el siguiente trabajo se ha tomado en cuenta el sistema de clasificación climática de Köppen, adecuado por Enriqueta García (en modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a las condiciones particulares de la República Mexicana, México Offset Larios). De acuerdo a los lineamientos de la obra anteriormente citada, en nuestro país se encuentran cuatro grupos climáticos, los cuales a su vez se dividen en varios subgrupos, tipos y subtipos, en tal sentido tendríamos:

- Grupo de climas cálidos húmedos, definidos por temperatura media del mes más frío en 18 °C.
- Grupo de climas templados húmedos, definido por temperatura media del mes más frío entre -3 °C y 18 °C y la del más caliente en 6.5 °C.
- Grupo de climas secos, en este caso los límites para determinar los climas secos y los húmedos se establece por medio de fórmulas que relacionan la participación anual con la temperatura y con el régimen de lluvias.
- Grupo de climas fríos, definido por temperatura media del mes más caliente en 6.5 °C.

El Estado de Quintana Roo tiene climas cálidos subhúmedos en la mayor parte de su territorio; es cálido húmedo en la Isla de Cozumel, debido, entre otros factores, a que está situada al sur del trópico de Cáncer; así mismo a que el relieve es plano con ligeras ondulaciones, y que su altitud es baja. Los climas cálidos se clasifican en tipos y subtipos con base en el régimen de humedad, la precipitación y temperatura:

1) Cálido subhúmedo con lluvias en verano, con los subtipos:
    a) Cálido subhúmedo y
    b) Humedad intermedia
2) Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano.

1. **Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano.** Es el clima predominante en casi 99% del territorio de Quintana Roo. Se distribuye en la zona continental y en las islas Contoy e Isla Mujeres; la temperatura media anual varía entre 24 y 28 °C, con una precipitación de entre 700 y más de 1 500 mm anuales. Ante el amplio rango de precipitación se pueden diferenciar tres zonas, por su grado de humedad y temperatura:
    1) Zona de humedad mayor (de 1300 a más de 1500 mm). Comprende la parte central de la franja costera este, desde Kantunilkín Tulum y Playa del Carmen, continúa a lo largo del litoral hacia el sur, hasta el límite oriental y suroriental de la Bahía de Chetumal, así como en el sur del estado, en el límite con Belice y Guatemala y el triángulo formado por La Unión, entre el Río Hondo y el Río Azul. A lo largo de la línea de costa la humedad es mayor, ya que la precipitación anual es de 1300 a más de 1500 milímetros.
    2) Zona de humedad media (1 100 a 1 300 mm). Se presenta en la mitad occidental (excepto tres unidades pequeñas en la periferia de Felipe Carrillo Puerto) y una angosta franja que va del norte de Kantunilkín al norte de Playa del Carmen, la humedad es media porque la precipitación anual varía de 1 100 a 1 300 milímetros.
    3) Zona de humedad baja (menos de 1 100 mm). Abarca los terrenos del extremo noreste, que incluyen el sur de Cancún, así como dos pequeñas áreas en el centro, y otra más en el occidente. La humedad es baja porque la precipitación es menor a 1 100 mm anuales.

    Subtipos climáticos subhúmedos.

    - **Cálido subhúmedo.** Corresponde a la zona ubicada en el extremo norte del estado, entre Puerto Morelos y Chiquilá, al oeste de Felipe Carrillo Puerto, y en otra zona al oeste de la laguna de Bacalar. Es el más seco de los cálidos subhúmedos con régimen de lluvias de verano, su temperatura media anual es de 26.6 °C, con una variación de la media mensual menor a 5 °C

entre el mes más frío y el mes más caliente, y un promedio de precipitación anual de 1,012.87 milímetros.

- **Humedad intermedia.** Abarca la mayor extensión del estado, se presenta al oeste y se prolonga en Campeche y Yucatán; la temperatura media anual es de 25.5 °C, con diferencias de media mensual de 5 y 7 °C entre el mes más caliente y el mes más frío, lo que implica poca variabilidad; la precipitación promedio es de 1,224.70 mm anuales. En la franja costera occidental, desde Puerto Morelos hasta Xcalak, rige el más húmedo de los cálidos subhúmedos, con temperatura media anual de 25.5 °C y una precipitación promedio de 1 504.3 mm al año.

2. **Clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano.** Este clima corresponde a poco más de uno por ciento del estado; se presenta en la isla de Cozumel, cuya temperatura media anual es de 26 a 28 °C, con una precipitación anual de 1,504.3 milímetros.

FENÓMENOS METEOROLÓGICOS.

Las depresiones tropicales y ciclones se manifiestan durante los meses de junio a octubre, ya que la península se halla cerca de cuatro regiones de huracanes: el Golfo de Tehuantepec, la Sonda de Campeche, el Caribe Oriental y la región Atlántica; en las dos últimas se originan los que más afectan a la entidad, con vientos de entre 150 y 300 km/h. Quintana Roo ocupa el tercer lugar en incidencia de huracanes, después de Baja California Sur y Sinaloa; en la Península de Yucatán, es el estado donde impactan con mayor fuerza y poder destructivo. Los huracanes salen por las costas yucatecas y campechanas, a su paso aumenta el caudal de las rías yucatecas o se crean nuevos bancos arenosos. Según datos de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), 30 ciclones tropicales afectaron al estado entre 1970 y 2007. Los huracanes de mayor magnitud fueron Janet (1955), Hallie (1966), Dorothy (1970), Carmen (1974), Eloise (1975), Gilberto (1988), el Wilma (2005) y Dean (2007), reportaron los daños materiales más cuantiosos de los que se tenga memoria. Otro factor que influye la actividad ciclónica es la variabilidad inducida por El Niño en la temperatura (temperaturas oceánicas calientes) y su contraparte La Niña (temperaturas oceánicas frías). Banichevich y Lizano (1998), al estudiar la relación entre los huracanes y el fenómeno El Niño / La Niña, encontraron que durante los años en que se presenta El Niño se ha observado una reducción en el número y fuerza de los ciclones originados en el Caribe, y cuando se manifiesta La Niña hay mayor actividad ciclónica.

CANÍCULA.

La canícula es un periodo en el cual la temperatura en la región crece hasta sus máximos niveles en verano (cercana a los 40 °C). Comienza el 21 de junio y termina a finales de agosto, las más altas temperaturas se registran a mitad de este periodo, aproximadamente en el mes de julio; es un periodo relativamente seco en el que el número de días lluviosos disminuye. Este fenómeno se manifiesta en pequeñas áreas ubicadas al suroeste de la laguna de Chichankanab, en las cercanías de la margen del Río Hondo y en la península de Xcalak.

Tabla IV. 3. Escala Saffir-Simpson.

CATEGORÍA	DAÑOS	VIENTOS	ESPECIFICACIONES
Categoría 1	Mínimos	119 a 153 km/hr	Presión barométrica mínima, igual o superior a 980 milibares. Marejadas de 1.5 m sobre lo normal. Caminos y carreteras en costas bajas, inundados.
Categoría 2	Moderados	154 a 177 km/hr	Presión barométrica de 965 a 979 milibares, Marejadas de 2 a 2.5 m sobre lo normal. Carreteras y caminos inundados cerca de las costas. Las rutas de escape en terrenos bajos se interrumpen de dos a cuatro horas antes de la llegada del centro del huracán.
Categoría 3	Extensos	178 a 209 km/hr	Presión barométrica mínima de 945 a 964 milibares. Marejadas de 2.6 a 3.7 m sobre lo normal, inundando extensas áreas de zonas costeras con amplia destrucción de edificaciones cercanas al litoral. Las gran des estructuras cerca de las costas son seriamente dañadas por el embate de las olas y escombros flotantes. Las vías de escape en terrenos bajos se interrumpen tres a cinco horas antes de la llegada del centro del huracán, debido a la subida de las aguas. Los terrenos llanos de 1.65 m o menos sobre el nivel del mar son inundados más de 13 km tierra adentro.

Categoría 4	Extremos	210 a 249 km/hr	Presión barométrica mínima de 920 a 944 milibares. Ma re ja das de 4.5 a 5.5 m sobre lo normal. Los terrenos llanos de 3.30 m o menos sobre el nivel del mar son inundados hasta 10 km tierra adentro. Las rutas de escape son interrumpidas por la subida de las aguas tres a cinco horas antes de la llegada del centro del huracán.
Categoría 5	Catastróficos	Más de 250 km/hr	Presión barométrica mínima por debajo de 920 milibares. Marejadas de más de 5.5 m sobre lo normal. Los terrenos llanos de 3.30 m o menos sobre el nivel del mar son inundados hasta 6 millas tierra adentro. Hay grandes daños a los pisos bajos de las estructuras cerca de las costas debido al influjo de las inundaciones y el batir de las olas llevando escombros. Las rutas de escape son interrumpidas por la subida de las aguas tres a cinco horas antes de la llegada del centro del huracán.

Fuente: Sistema Estatal de Protección Civil, Gobierno del Estado de Quintana Roo..

Los ciclones tropicales que se formaron en el Atlántico en el 2020 corresponden a las tormentas Arthur, Bertha, Cristóbal, Dolly, Edouard, Fay, Gonzalo, Josephine, Kyle, Omar, Rene, Vicky, Wilfred, Alpha, Beta, Gamma y Theta; así como a los huracanes Paulette, Sally, Hanna, Isalas, Teddy, Delta, Epsilon, Laura, Eta, Marco, Nana, Iota y Zeta. En lo que respecta al Municipio de Solidaridad, se presentan dos tipos de climas, principalmente el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad Aw (x´), con el 82.33% del total del Municipio, localizado el norte del Municipio. Este tipo de clima presenta una temperatura media mayor a 22 °C, con temperatura del mes más frío superior a los 18 °C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 102% anual. En menor proporción con un 17.67% se presenta el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media Aw2 (x´) que presenta una temperatura media anual mayor de 22 °C, temperatura del mes más frío mayor de 18 °C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

Tabla IV. 4. Tipo de clima para el Municipio de Solidaridad.

TIPO O SUBTIPO	% RESPECTO A SUPERFICIE.
Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad	82.33%
Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media	17.67%
TOTAL	**100.00%**

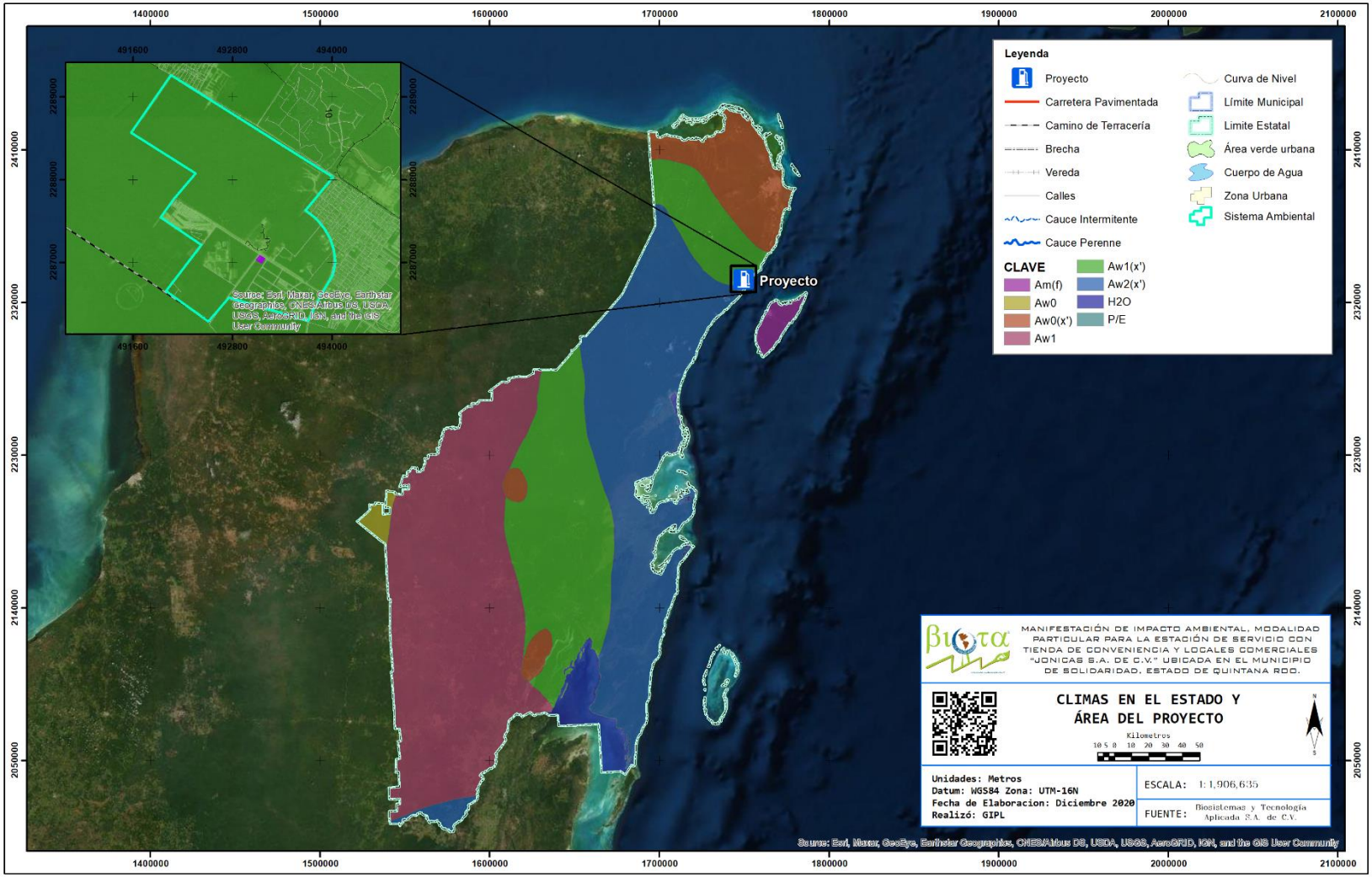
Fuente: Compendio Municipal, INEGI, 2010.

En lo concerniente al Sistema Ambiental y al Predio del Proyecto, se localizan en un clima cálido subhúmedo Aw1(x´), con altitudes que oscilan entre los 0 y los 10 msnm; en seguida se presenta una descripción de este tipo de clima:

A. Corresponde al cálido.
Cálido. Temperatura media anual mayor de 22 °C.
W(x´). Corresponde al subhúmedo.
Subhúmedo. Son aquellos cuyo régimen de lluvias es de verano y presentan sequía en invierno.

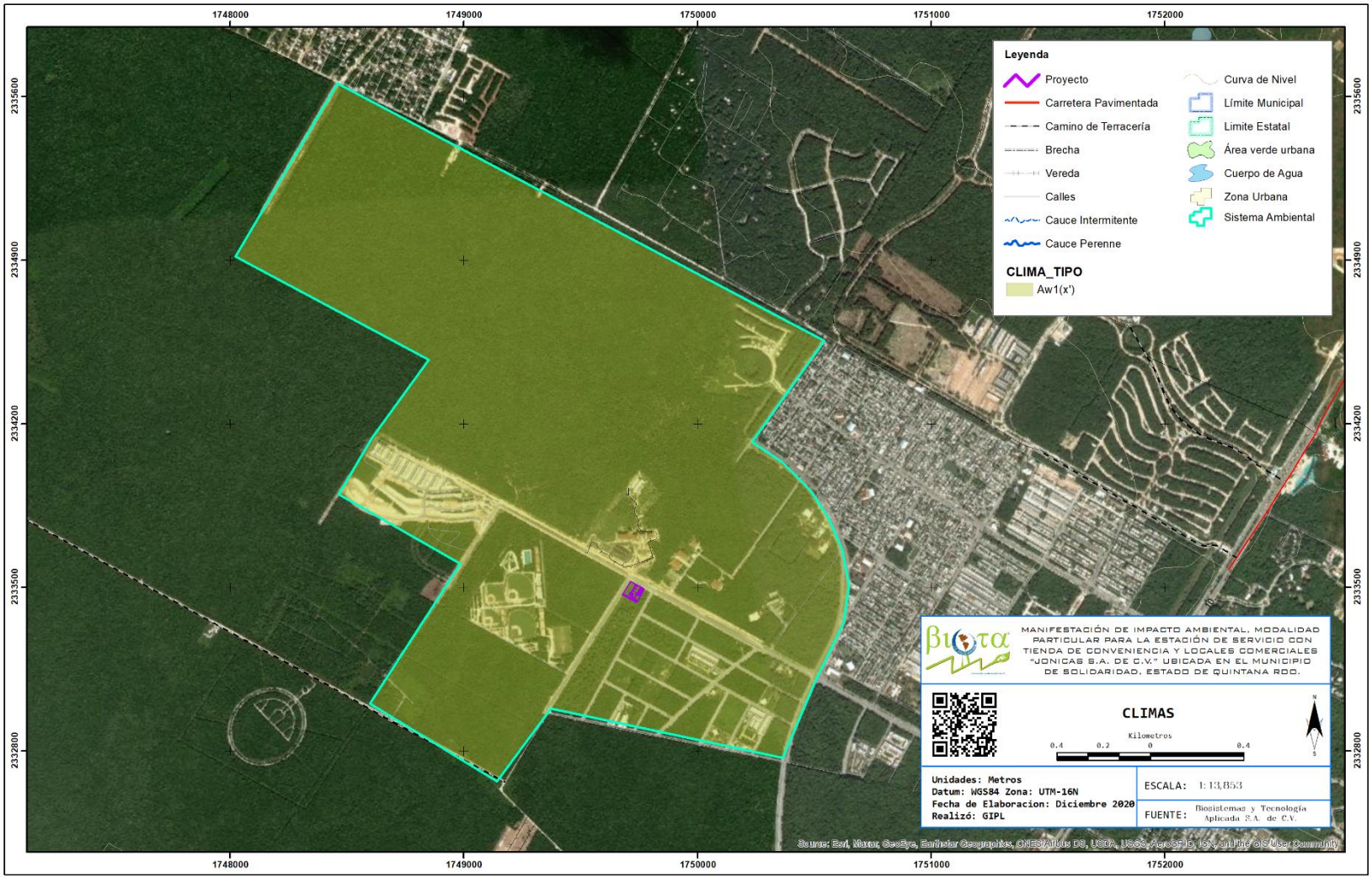
1. Corresponde a humedad media.
Humedad media. Con cociente menor entre 43.2 y 55.0.
w. corresponde al de verano.
De verano. Cuando el mes de máxima precipitación se presenta dentro del período mayo-octubre, y este mes recibe por lo menos diez veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año.
(x´). corresponde a >102. En tipo subhúmedo.
>10.2. Porcentaje de lluvia invernal correspondiente a la cantidad de lluvia en este período con respecto a la total anual.
<60. Precipitación del mes más seco que corresponde al promedio aritmético calculado a partir del total de precipitación del más seco, a lo largo de un período determinado de años.
>22. Temperatura media anual correspondiente con el promedio aritmético calculado a partir de la suma de las temperaturas medias mensuales, a lo largo de un período determinado de años.

Imagen IV. 4. Climas en el Estado.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 5. Climas en el Área del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

De manera complementaria se muestra el climograma en el que se representa el comportamiento mensual de los parámetros temperatura y precipitación registrados por la Estación Meteorológica Playa del Carmen, la cual cuenta con los registros estadísticos más completos, del año 1951 al 2010. De igual forma, en la gráfica señalada se puede apreciar una importante temporada de lluvias en los meses de agosto a noviembre. Se ha tomado como referencia la Estación meteorológica Playa del Carmen 23163, cuyas coordenadas geográficas son: 20°38´04´´ Latitud Norte y los 087°04´40´´ de Longitud Oeste; por su relación en cuanto distancia del Predio del Proyecto es decir a 5.46 kilómetros al suroeste en línea recta (esto se puede confirmar en la siguiente imagen), lo cual indica datos más precisos del clima del área del proyecto, por su cercanía, ya que es la estación más cercana.

- ✓ **Temperatura.** En las siguientes tablas se pueden apreciar, primero las temperaturas máximas mensual. En ella se puede notar que los meses más fríos del año son enero con 27.8 °C y febrero con 28.5 °C, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los meses más cálidos corresponden a septiembre y agosto con 32.6 °C y 32.9 °C, respectivamente. En lo que se refiere a la temperatura máxima promedio anual, ésta alcanza los 30.6 °C. En este caso la oscilación térmica es de 5.1 °C. En lo que respecta a la temperatura media se puede observar que los meses más fríos del año son enero y febrero con 22.8 °C y 23.4 °C respectivamente, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a julio y agosto, ambos con 28.0 °C. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 25.8 °C. Para la temperatura media la oscilación térmica es de 5.2 °C. En tanto que en lo que se refiere a la temperatura mínima se tiene que los meses más fríos del año son enero y diciembre con 17.9 °C y 18.2 °C; respectivamente, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a julio y junio, con 23.5 °C y 23.7 °C, respectivamente. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 21.0 °C. Mientras que la oscilación térmica es de 5.8 °C.

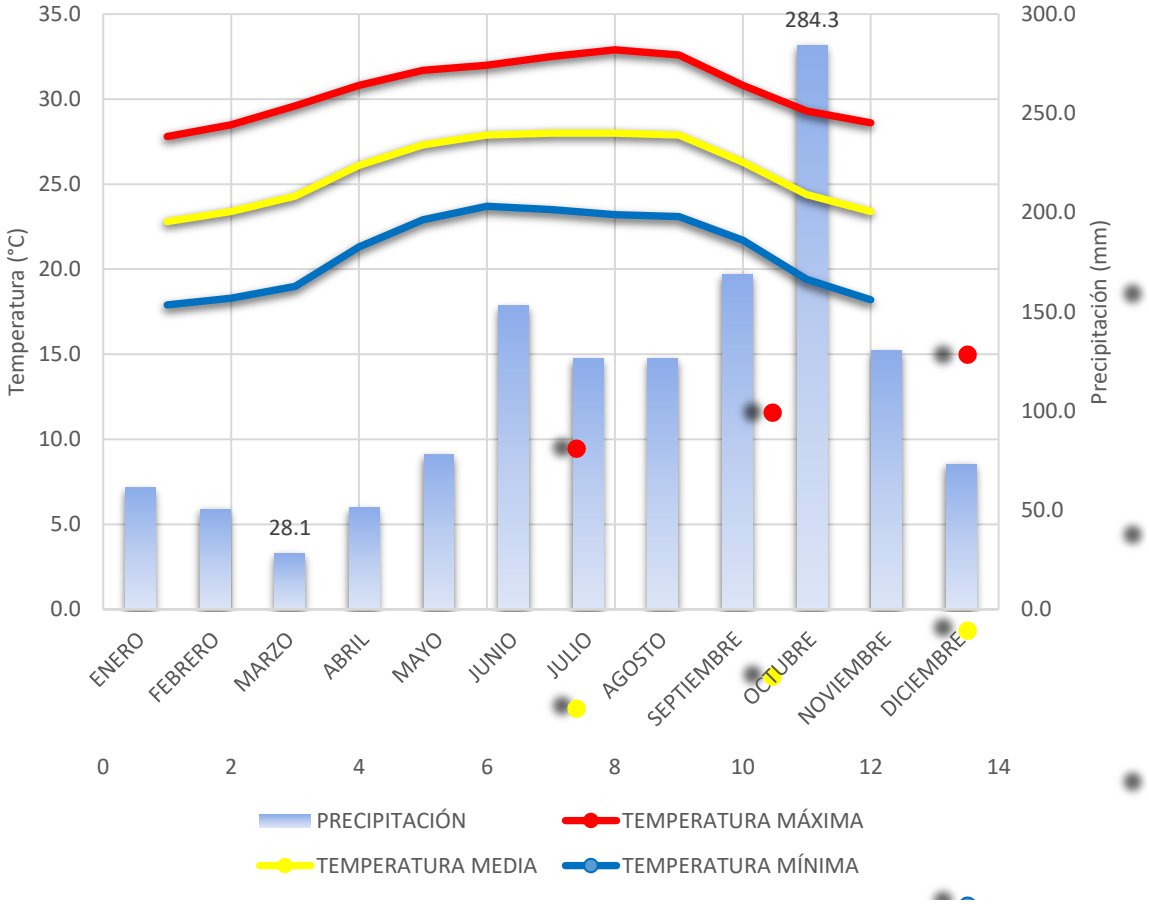
- ✓ **Precipitación.** El promedio de precipitación anual para los años de observación realizados en la Estación Meteorológica de Playa del Carmen indica que en la zona se tiene una media anual de 1,331.2 mm. Como puede observarse en la gráfica y en la tabla siguientes, las lluvias se registran durante todo el año, no obstante, existe un ciclo anual con una temporada de secas y lluvias. La temporada seca abarca los meses de enero a mayo, en los que se registra una precipitación media global de 269.1 mm, equivalentes al 25.34% de la precipitación anual. En tanto que, del mes de junio a diciembre se presenta la temporada de lluvias, con una precipitación media, en conjunto, de 1,062.1 mm, equivalente al 74.66% de la precipitación anual. Dentro de la temporada de lluvias, principalmente en julio y agosto, se registra el fenómeno de canícula con las temperaturas más altas y un descenso del promedio de precipitación a niveles apenas por encima de los registrados durante la temporada de secas. Los meses con mayor precipitación corresponden a septiembre y octubre con 168.8 mm y 284.3 mm, respectivamente, que corresponden con la temporada de huracanes; mientras los meses con menor precipitación son marzo y febrero con 28.1 mm y 50.5 mm, respectivamente. Los datos anteriores muestran claramente lo abundantes que son las lluvias en la zona.

- ✓ **Vientos.** El Sistema Ambiental Local se encuentra sujeto a la influencia de las masas de aire marítimo tropical que son transportadas por los vientos alisios del Caribe y del Atlántico. El Sistema se sitúa dentro de la franja de circulación de los vientos alisios del Norte, los cuales atraviesan el mar y por ello están cargados de humedad. Este tipo de viento tiene su origen en el aire que llega a la superficie terrestre traído por las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial. La circulación del aire no encuentra barreras físicas a causa del relieve plano que se presenta en la Península de Yucatán.

- ✓ **Humedad relativa.** Las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente. El balance de

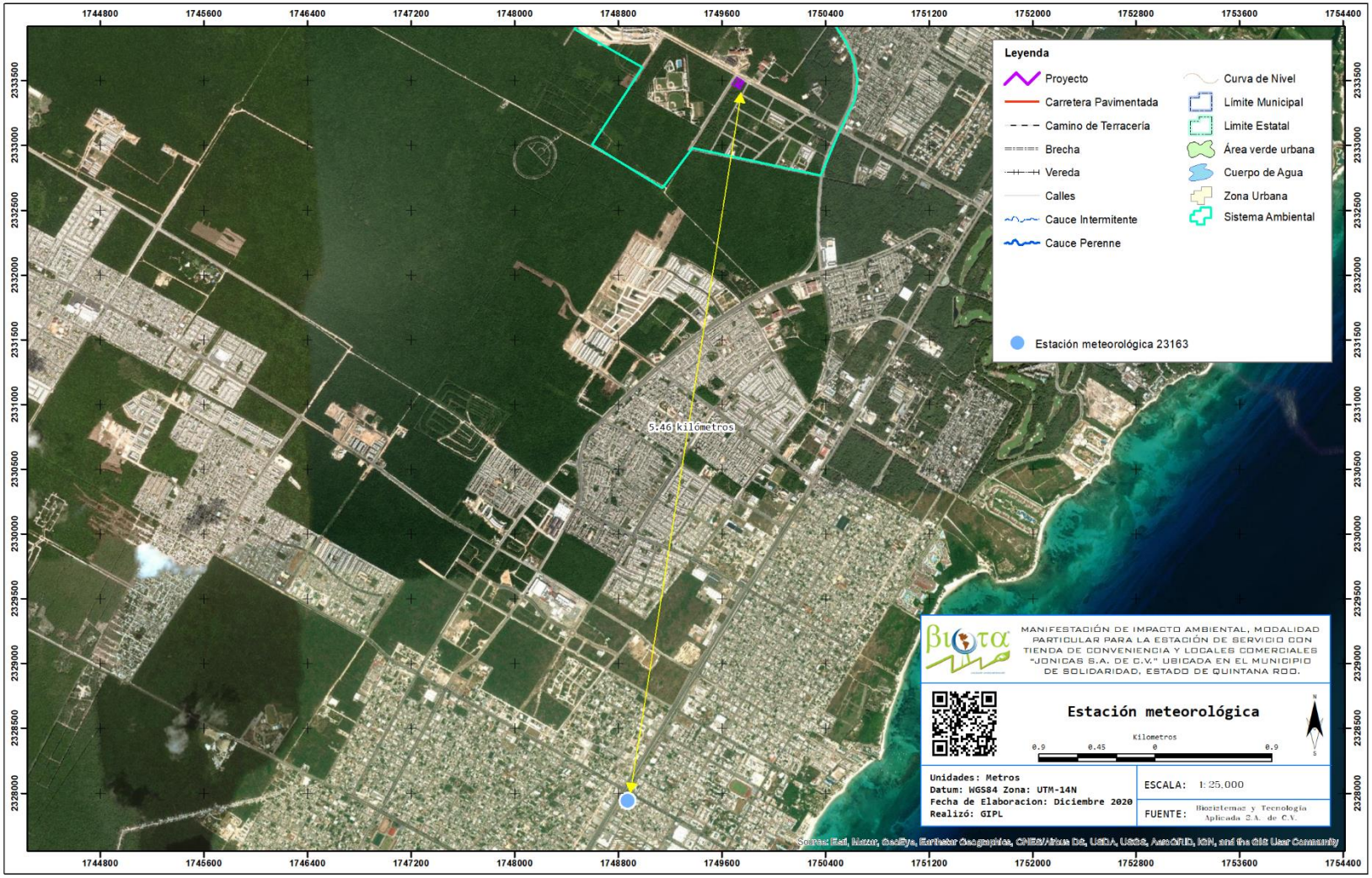
escurrimiento medio anual es de 0-20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 anuales. Todo esto se puede corroborar en la siguiente gráfica y tabla:

Gráfica IV. 1. Climograma de la Estación Meteorológica Playa del Carmen.



Fuente: CONAGUA ,2020.

Imagen IV. 6. Ubicación de la Estación Meteorológica con respecto al proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

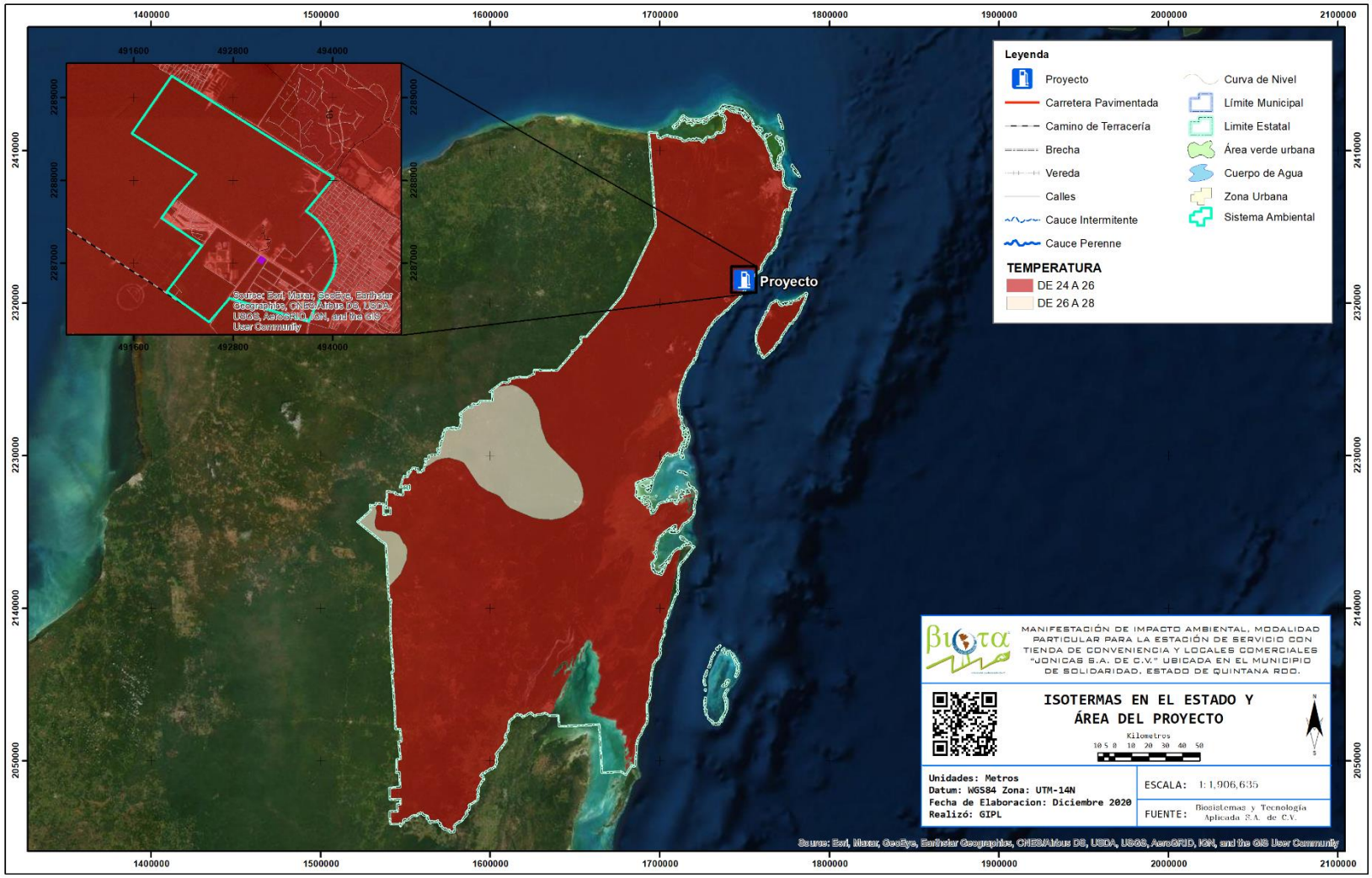
- ✓ **Isotermas.** Las isotermas son líneas que unen puntos en un mapa, que presentan las mismas temperaturas en cierta unidad de tiempo considerada. Para el caso del Estado de Quintana Roo, se presenta principalmente la isoterma que va de los 24 a 26 °C, lo cual indica una continuidad de temperatura en la entidad, mientras que únicamente se presenta otra isoterma en el lado poniente con temperaturas que oscilan entre los 26 °C y los 28 °C. El Sistema Ambiental se localiza en la isoterma de los 24 °C a 26 °C., es decir se trata de una zona designada como cálida. Esto se puede comprobar en la imagen adelante mostrada.

- ✓ **Isoyetas.** La precipitación ocurre de manera regular en la entidad; los registros pluviométricos promedian anualmente valores menores al noreste y al suroeste de la entidad. En el Estado se presentan isoyetas que van de los 600 a los 800 mm anuales hasta isoyetas de 1500 a 1800 mm, siendo la isoyeta de 1200 a 1500 mm, la que mayor representación tiene en el Estado, es dentro de este rango de precipitación en el que se localiza el Predio del Proyecto, lo cual se puede verificar en la siguiente imagen.

- ✓ **Radiación o incidencia solar.** Los valores más altos de radiación solar total para la Península de Yucatán se presentan en los meses de abril a julio, con 525 ly/día, donde ly = Langley = constante solar = 1.4, Cal/gr/cm^2/min. En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, existe una diferencia entre el Norte y Sur de la región; para la Porción Norte los valores mínimos se presentan en diciembre y enero, con 375 ly/día; para la Porción Sur, se trata de los mismos meses y la variación es de 400 ly/día o sea que los valores registrados para la Porción Norte son ligeramente más bajos que los de la Porción Sur, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. A partir de noviembre el valor registrado para la parte Norte es menor que para el Sur. También para el Norte se han registrado un número menor de días despejados (de 50 a 100 días al año). En el invierno la radiación solar promedio en el Norte es de 400 ly/día y en el Sur es un poco mayor de 425 ly/día, los registros para las demás estaciones son iguales en toda la región, así tenemos que la mayor intensidad se presenta durante el verano, con 525 ly/día, en el otoño es de 450 ly/día y en la primavera de 500 ly/día. Por todo lo anterior, se deduce que la distribución de la radiación total en la región durante el año depende tanto de la posición del sol como de la distribución de la nubosidad en las diferentes estaciones. Los máximos de energía que se reciben en los meses de abril a julio, coincidentes con el desplazamiento aparente del sol hacia el norte, lo que se traduce en días más largos, de creciente energía, distribuida en forma homogénea cuando no existe orografía importante en la región (Ilizaliturri,1999), como ocurre en la Península de Yucatán.

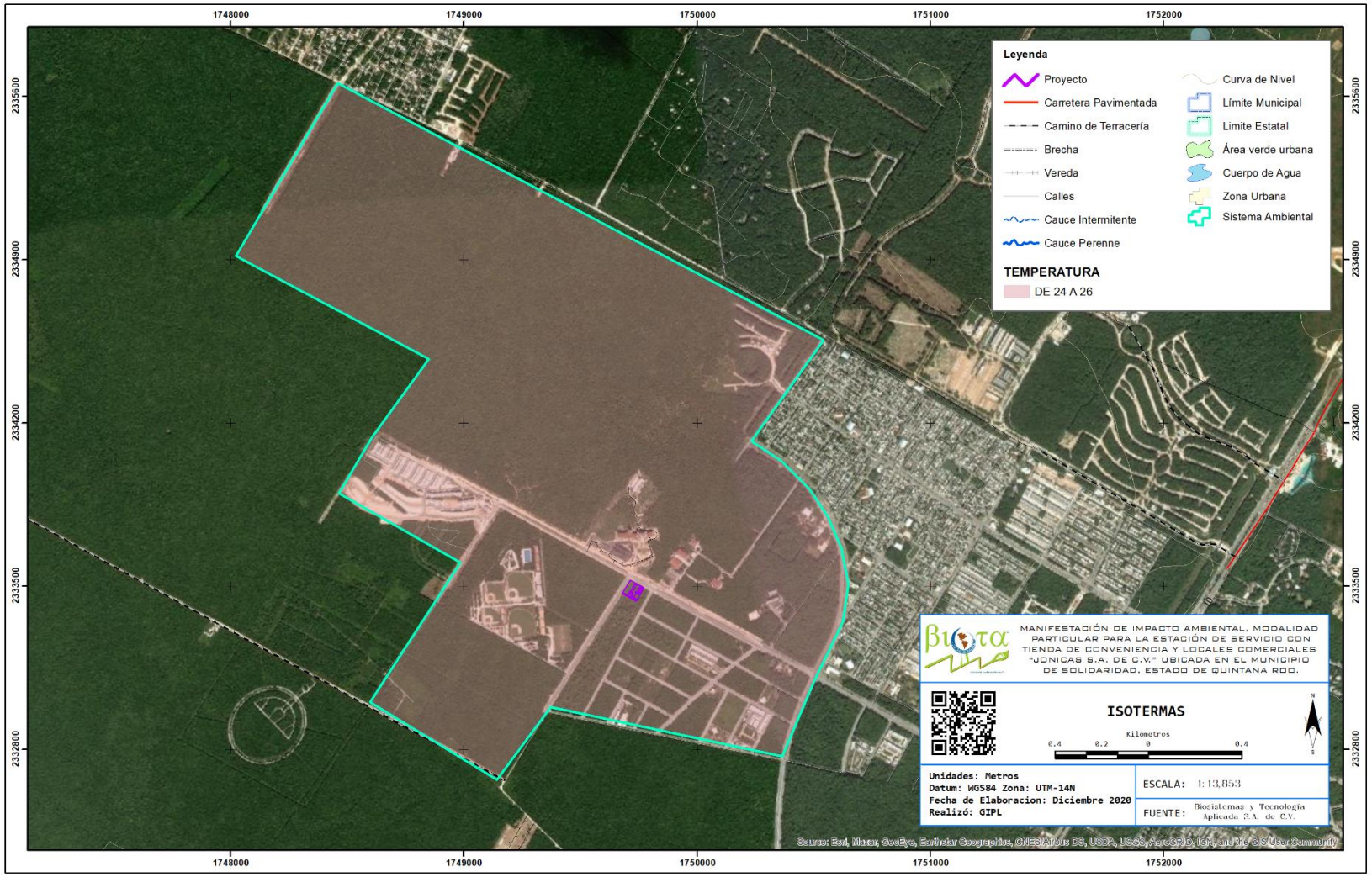
- ✓ **Calidad atmosférica de la región.** En la zona no existen datos sobre este tema. Sin embargo, puede decirse que, debido a la condición costera de la región, las características de los vientos dominantes y la carencia de fuentes significativas de contaminación atmosférica (fábricas, industrias de transformación, etc.), determinan que la calidad del aire para la región es en general muy bueno y libre de contaminantes.

Imagen IV. 7. Isotermas del Estado de Quintana Roo.



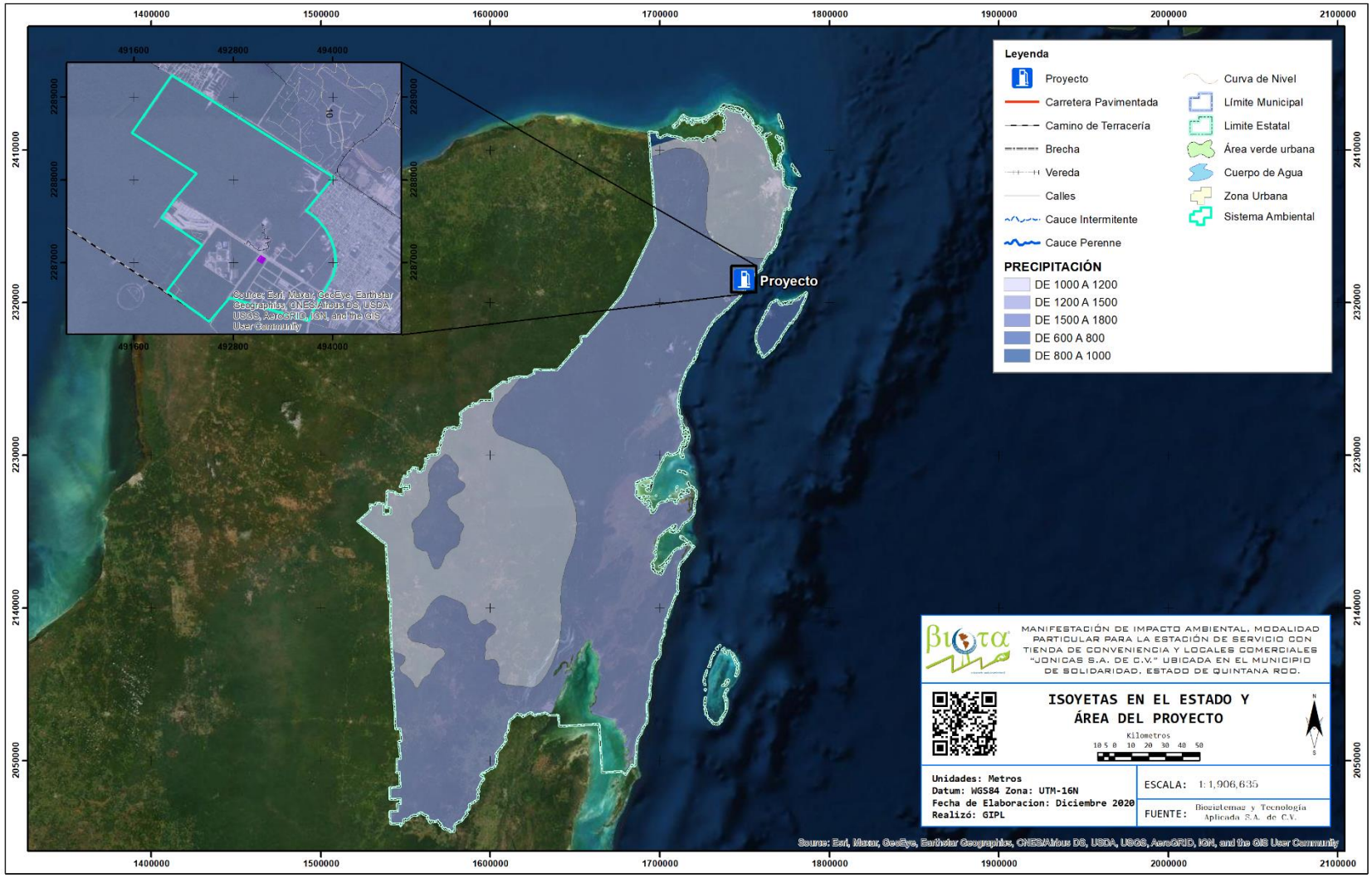
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 8. Isotermas del Sistema Ambiental.



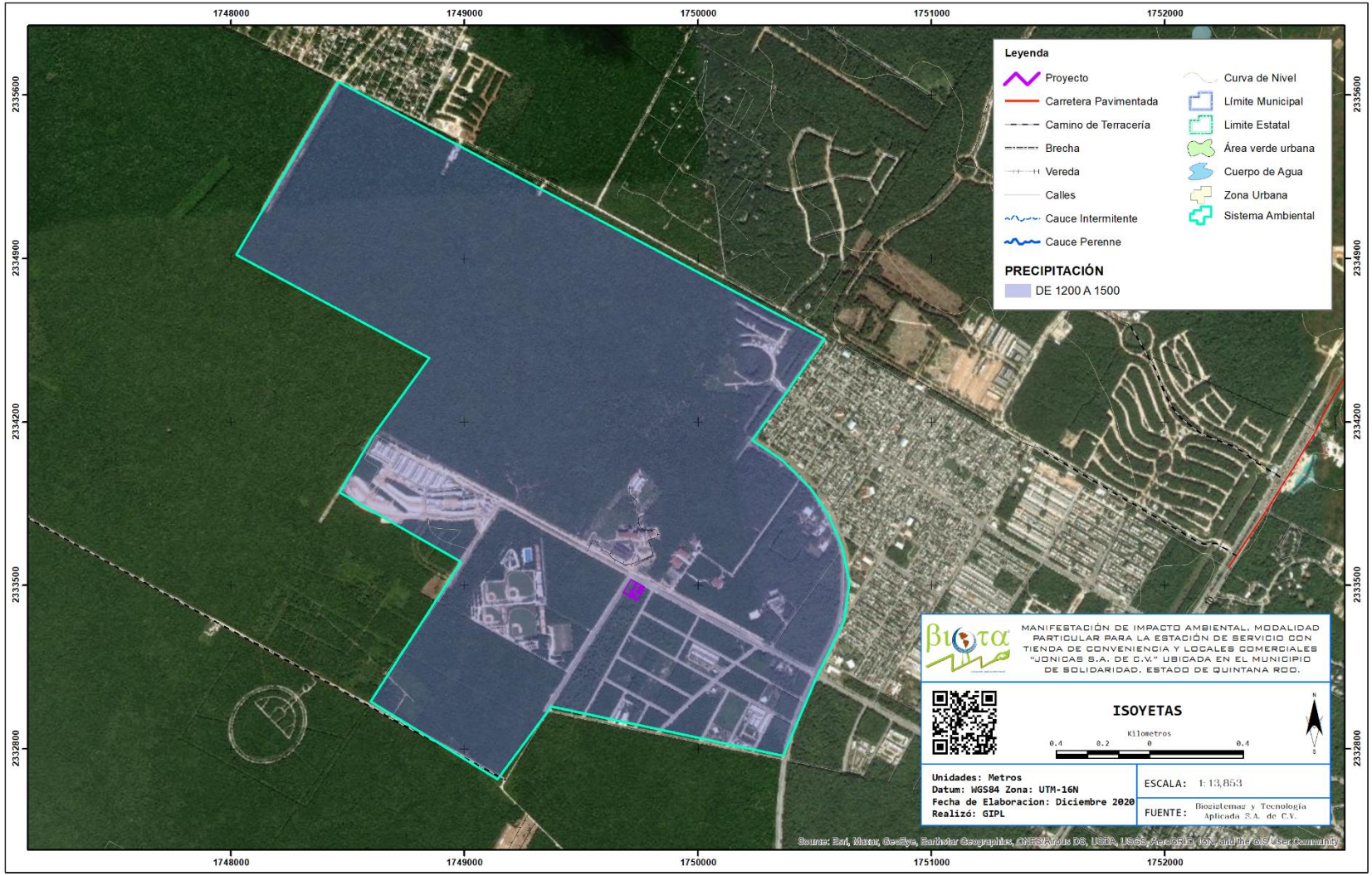
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 9. Isoyetas del Estado de Quintana Roo.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 10. Isoyetas del Sistema Ambiental.



Fuente: BIOTA, 2021.

IV.2.1.2. Geología y geomorfología.

Quintana Roo forma parte de una masa compacta muy poco fracturada denominada losa de Yucatán, con escasas corrientes superficiales, pero abundantes ríos subterráneos y ojos de agua. El relieve de Quintana Roo es plano, con una leve inclinación no mayor de 0.01 % y pendiente de dirección oeste a este, hacia el mar Caribe, además con algunas colinas de tamaño pequeño y numerosas hondonadas; la altura media es de 10 msnm. Las principales elevaciones son los cerros: El Charro (230 msnm), Nuevo Bécar (180 msnm) y El Pavo (120 msnm). El relieve de Cozumel es ligeramente ondulado en la mayor parte de la isla, con alternancia de áreas planas y lomeríos de poca altura; relativamente plano en su porción occidental, escarpado en sus fajas costeras norte y oriental. Isla Mujeres, Contoy y el banco Chinchorro son expresiones fisiográficas del desarrollo del mar Caribe. Quintana Roo está enclavado en la provincia fisiográfica **XI Península de Yucatán**, la cual consiste en una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo del mar Caribe desde hace millones de años. Esta provincia comprende a su vez tres subprovincias:

1) Carso y Lomeríos de Campeche,
2) Carso Yucateco y
3) Costa Baja de Quintana Roo.

La segunda es la más extensa, abarca el centro y norte de la entidad, es precisamente dentro de esta subprovincia donde se encuentra el proyecto en cuestión.

CARSO YUCATECO.

Desde el punto de vista geomorfológico es una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente hacia el oriente y relieve ondulado; se alternan crestas y depresiones. Esta subprovincia fisiográfica se distingue por su topografía cárstica, presenta desde pequeños huecos hasta grandes depresiones, cenotes o dolinas; casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial. La Península de Yucatán ha sido dividida en cuatro provincias geomórficas:

- Zona Costera.
- Planicie Interior.
- Colinas y Valles.
- Cuencas Escalonadas.

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geomórfica **Zona Costera**, la cual comprende gran parte de la Costa Oriente de la Península de Yucatán, misma que contiene playas rocosas y angostas, costas abruptas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos. Dentro de la zona de estudio se observan numerosas depresiones conformando oquedades, rejolladas o pequeñas dolinas, cuyos diámetros varían desde unos cuantos centímetros a alrededor de una decena de metros y profundidades de hasta 1.50 m, algunas de las cuales denotan el manto acuífero, en tanto que en otras se observa que al menos en la época de lluvias llegan a contener agua.

Tabla IV. 5. Descripción de las provincias geomórficas de la Península de Yucatán.

UNIDAD GEOMÓRFICA	SUBDIVISIONES	GEOFORMAS	UBICACIÓN	GEOLOGÍA
I Costera	a) Playas	Playa de barreras largas y angostas	A lo largo de las costas norte y noroccidentales	Depósitos del reciente asociados a erosión marina
	b) Área de mareas	Lagunas de inundación	Detrás de las playas separándolas del continente	Depósitos actuales, debidos a la acción de las mareas
	c) Costera del Caribe	Playas rocosas y angostas, costas abruptas. Playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos	A lo largo de las costas de la margen oriental	Depósitos de alta energía asociada a zonas afalladas y fracturadas
II. Planicie Interior	a) Noroccidental	Pequeños hoyos de disolución Carso desnudo, poco relieve, suelo delgado y discontinuo. Pequeños cenotes hacia el SE	Hacia la porción noroccidental de la Península de Yucatán	De origen carstico principalmente en un estado de desarrollo juvenil
	b) Centro-norte	Dolinas de gran diámetro, relieve más acentuado (10-15 m), topografía ondulada	En la porción central y al norte de la Península de Yucatán	Desarrollo cárstico en una madurez temprana

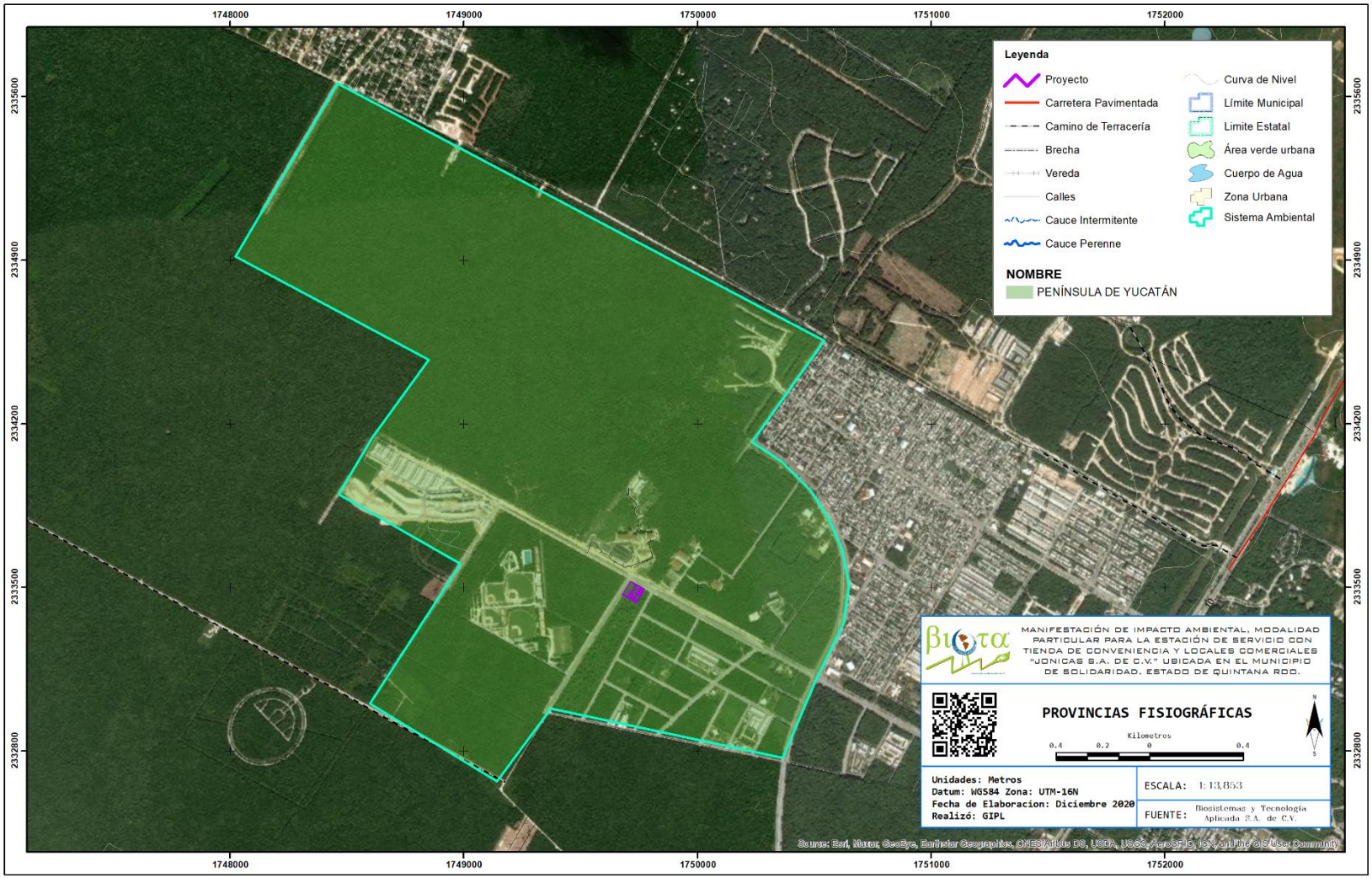
	c) Central-Interior	Cenotes de varios tipos, relieve fuerte, suelos gruesos, dolinas, domos cársticos, cúpulas, cavernas y pasajes poco desarrollados	En el centro de la Península al norte de la Sierrita de Ticul	Desarrollo cárstico maduro y juvenil, al parecer hubo un truncamiento del primero
III. Colinas y Valles	a) Sierrita de Ticul (Área Puuc)	Alineamiento cerril NW-SE. Grandes cavernas	Desde Maxcanú hasta Oxkutcab con una dirección NW-SE	Asociado a un levantamiento diferencial
	b) Colinas de Bolonchén	Mayor relieve, grandes espesores de suelos. Poljes de regular tamaño. Macrodomso cársticos	Toda la porción S-SW de la Península	Asociado a esfuerzos compresionales y a diapirismo
IV. Cuencas Escalonadas	a) Norte	Cuerpos de agua, cenotes, cúpulas y microdomos cársticos, poco relieve	NE de Quintana Roo	Desarrollo cárstico juvenil, con fallas y fracturas NE-SW
	b) Sur	Cuerpos de agua, domos, cenotes, relieve mayor que en el norte	Sur de Quintana Roo al NE del Río Hondo	Carso maduro-temprano, por los bloques afallados

Fuente: INEGI, 2010.

El municipio de Solidaridad se localiza en su totalidad en el interior de Provincia Península de Yucatán, la cual representa la fracción emergida de una estructura de plataforma que posee un basamento del Paleozoico cubierto por una potente secuencia sedimentaria de origen marino que registra la actividad tectónica ocurrida a partir de la apertura del Golfo de México en el Jurásico Medio hasta el levantamiento regional durante el Plioceno-Cuaternario. La conformación fisiográfica está caracterizada por ser Carso Yucateco, cuya configuración espacial, está caracterizada por una amplia planicie escalonada, que presenta altitudes entre 7 y 10 msnm. El territorio se constituye por un sistema de topoformas de llanura rocosa de piso rocoso o cementado (76.40%), llanura rocosa de transición de piso rocoso o cementado (17.32%), llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado (5.16% y playa o barra de piso rocoso o cementado (1.12%). De esta manera la primera y de mayor superficie de las unidades que representa una zona de material consolidado caracterizado por rocas sedimentarias de origen marino (calizas-coquina), que revelan el desarrollo de una planicie erosivo -acumulativa que muestra un período de estabilidad tectónica al menos desde el Plioceno.

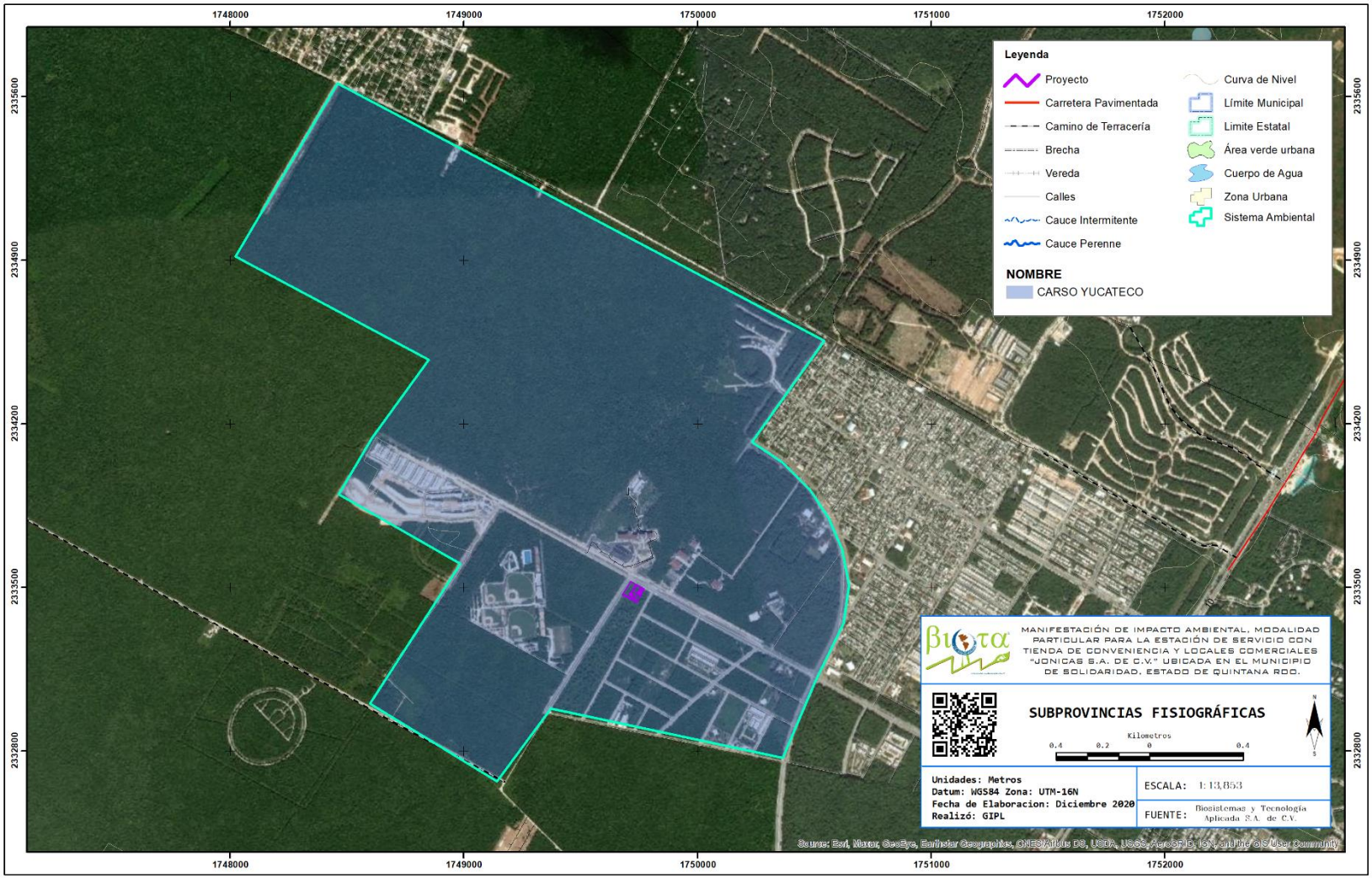
El Sistema Ambiental pertenece a la Provincia Fisiográfica de la Península de Yucatán, y a la Subprovincia Fisiográfica de Carso Yucateco. Además, se presenta únicamente sobre la topoforma designada como llanura rocosa de piso rocoso o cementado, esto se puede verificar en los siguientes mapas:

Imagen IV. 11. Provincias Fisiográficas para la zona del proyecto.



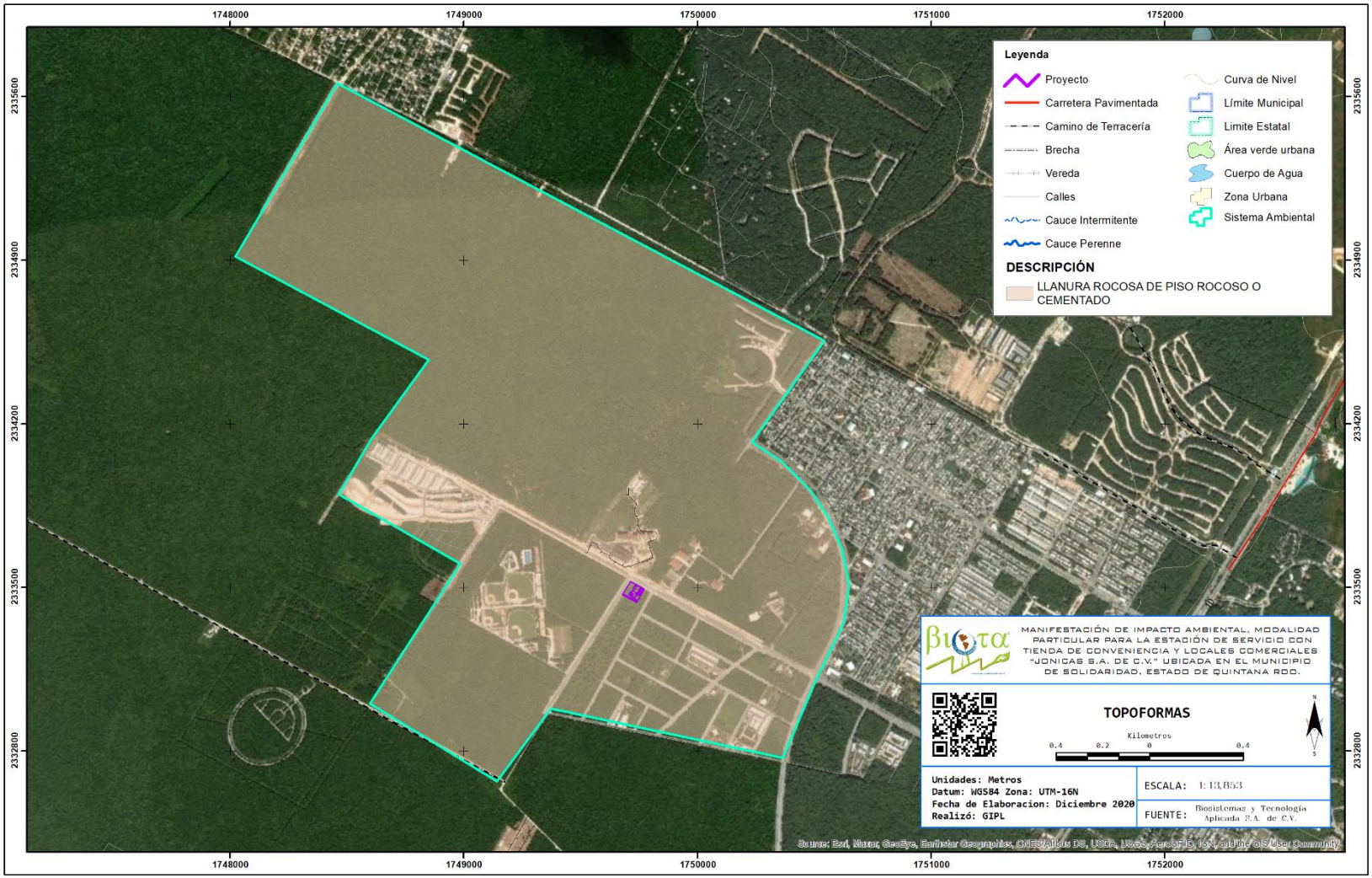
Fuente: BIOTA, 2021

Imagen IV. 12. Subprovincias Fisiográficas para la zona del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021

Imagen IV. 13. Topoformas para la zona del proyecto.



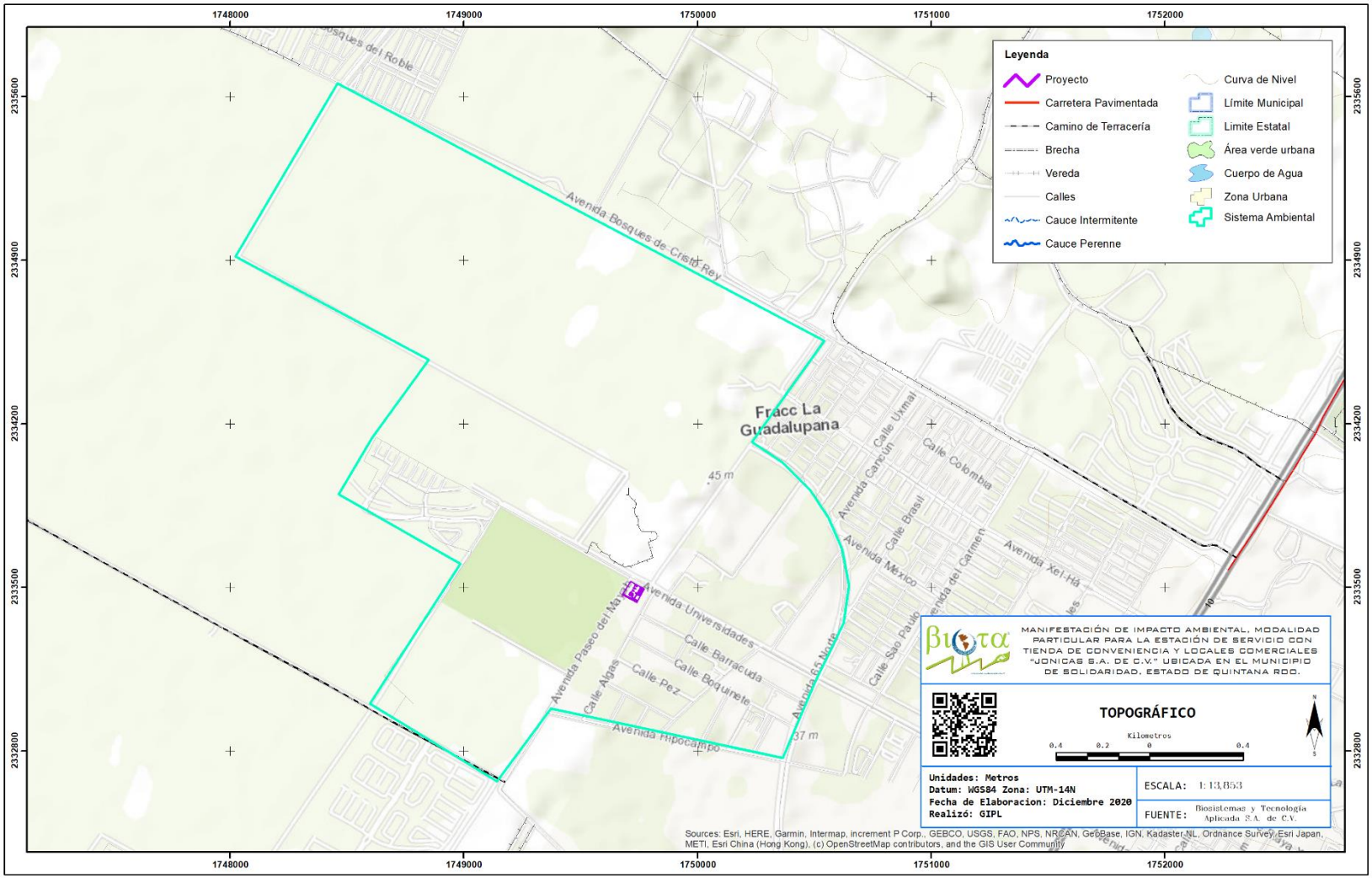
Fuente: BIOTA, 2021.

Fotografía IV. 1. En las fotografías se puede observar la complejidad de topoformas presentes en el Sistema Ambiental Local.

En la imagen capturada desde dron se puede observar la topoforma designada como llanura rocosa de piso rocoso o cementado sobre el que la mancha urbana de Playa del Carmen sigue extendiéndose. Llanura	En la imagen capturada desde dron se puede observar la topoforma designada como llanura rocosa de piso rocoso o cementado sobre el que la mancha urbana de Playa del Carmen sigue extendiéndose. Llanura

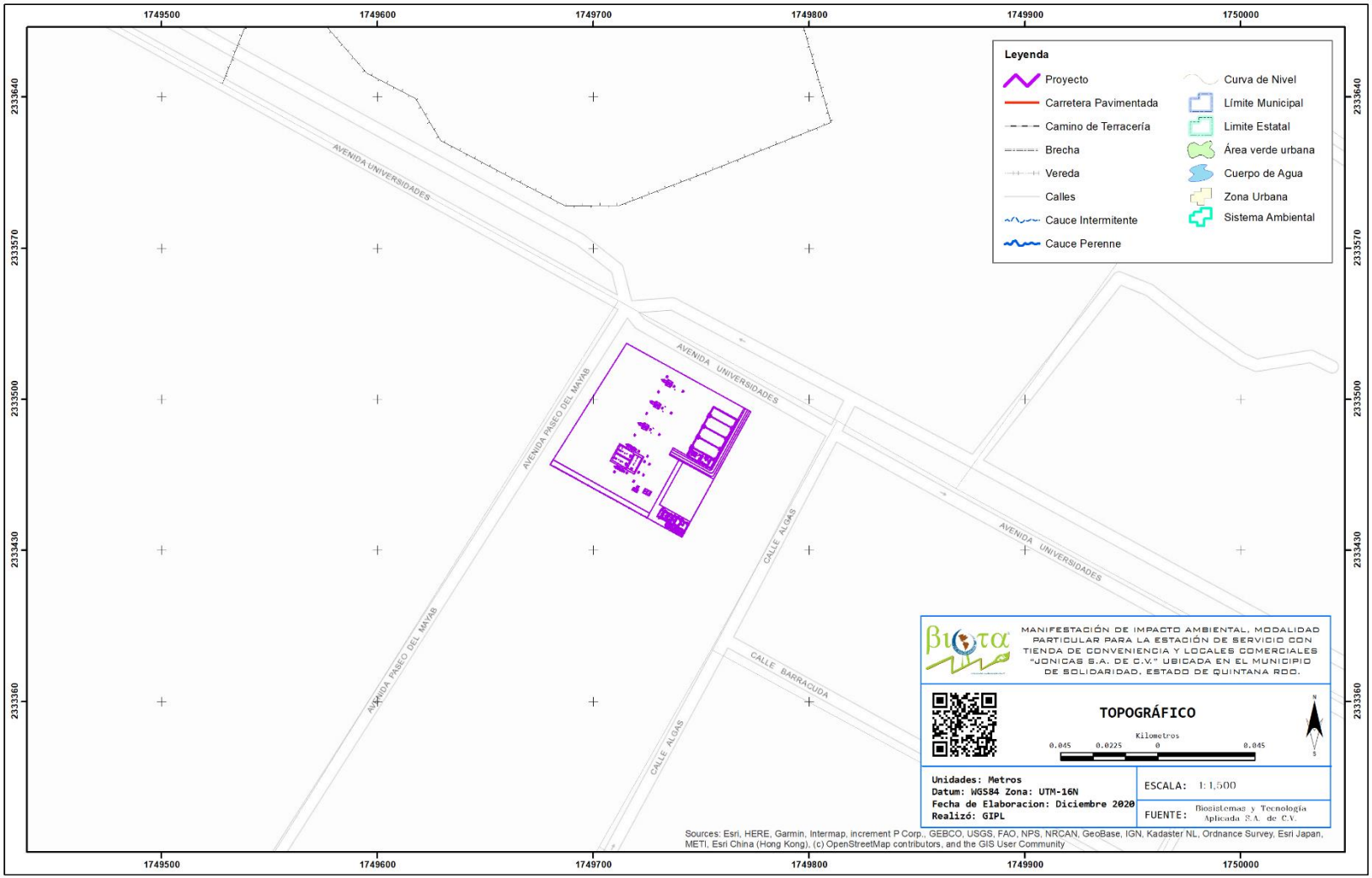
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 14. Topografía para la zona del proyecto.



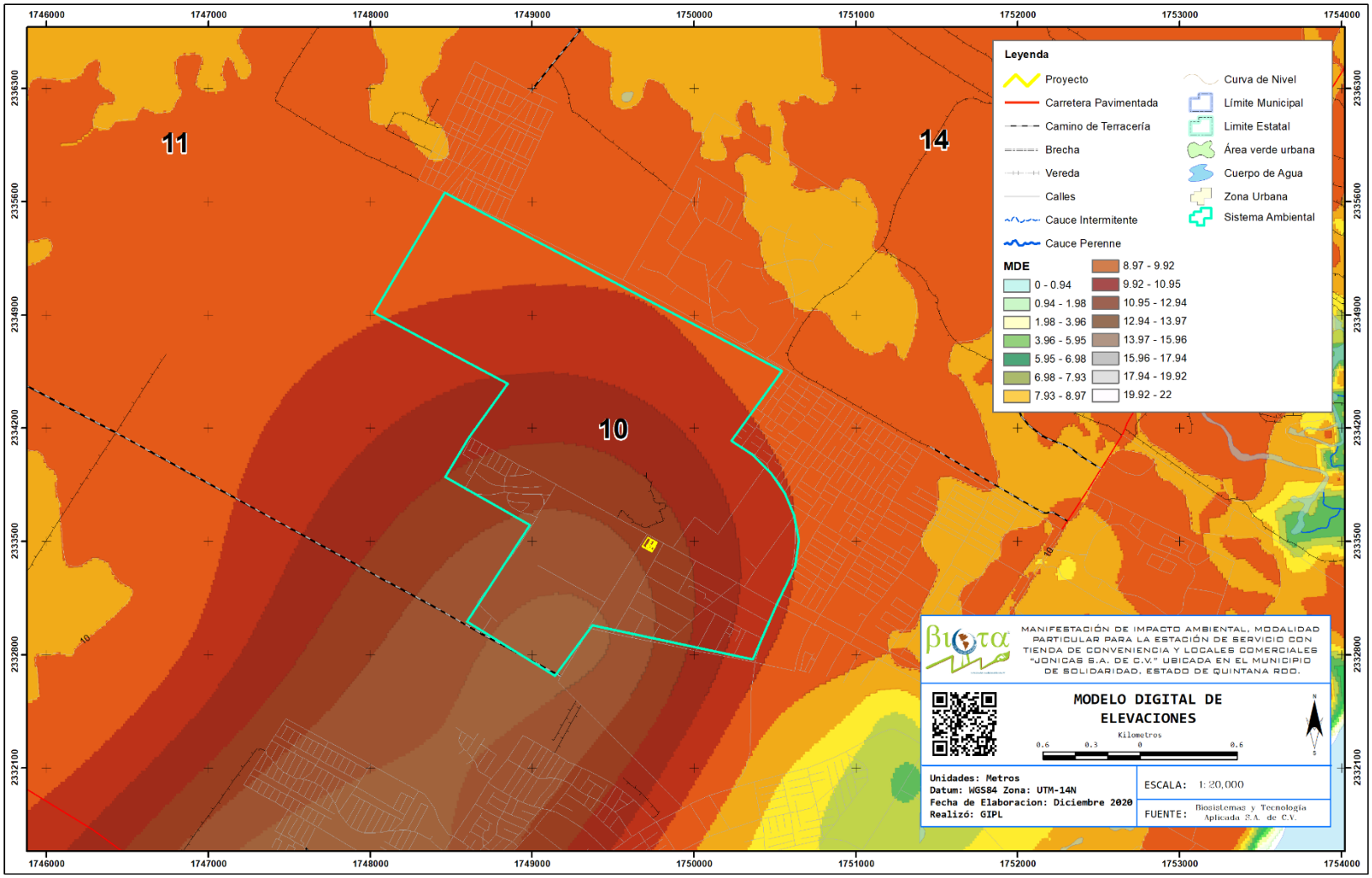
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 15. Topográfico para la zona del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 16. Modelo digital de elevaciones para la zona del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

GEOLOGÍA.

Los principales ejes estructurales de la península presentan una orientación ONO-ESE y NNE-SSO, mismos que están asociados con la Sierrita de Ticul y el Sistema Bacalar-Río Hondo respectivamente. Este último probablemente explica la extensión hacia el norte de las formaciones eocénicas hasta la región de Dzitás, en donde el eje anticlinal de dirección NNE-SSO se hunde progresivamente. Para explicar esta doble dirección Bonet y Butterlin (1960) establecieron que la primera orientación que aparece en las series eocénicas y parece unir a Yucatán a las Grandes Antillas, estaría ligada a la orogénesis del Eoceno Superior que ha afectado considerablemente a las islas antillanas (Bonet, 1956). Fue sin duda mucho menos intensa en Yucatán, donde posiblemente representó la zona terminal de su acción y debió producir un abombamiento. Sin embargo, fue bastante fuerte como para impedir la invasión por el mar de la región central de la península en el Oligoceno y en el Mioceno Inferior y Medio. La segunda orientación, que se manifiesta aun claramente en la topografía del estado de Campeche y del oeste de Yucatán, debe estar ligada a deformaciones relativamente recientes, probablemente con la orogénesis Mio-Pliocénica que afectó también las regiones más occidentales de México y las Antillas. La Península de Yucatán está constituida por sedimentos calcáreos de origen marino del período Terciario y Reciente (Butterlin y Bonet, 1963); las rocas más antiguas se localizan al sur y centro de esta, en tanto que en el estado de Quintana Roo se encuentran al suroeste y corresponden a calizas dolomitizadas, silicificadas o recristalizadas del Paleoceno-Eoceno Indiferenciado, que incluye a rocas evaporitas de la formación Icaiché, constituida por yeso y anhidrita ricas en sulfatos. Sobre estas rocas y aflorando en la parte centro occidental de la entidad, se encuentran calizas fosilíferas del Eoceno Medio. Una secuencia de rocas del Mioceno Superior-Plioceno están expuestas en la región de Bacalar-Río Hondo; margas, yesos y cretas constituyen la parte inferior de la secuencia, mientras que la parte superior está conformada por coquinas y calizas. Sedimentos arcillosos y depósitos evaporíticos rellenaron las depresiones entre el Terciario Superior y el Cuaternario. Las rocas jóvenes depositadas en el Pleistoceno y el Reciente afloran en áreas dispersas y corresponden a coquinas, calizas y depósitos de litoral areno-arcillosos en la faja costera y material residual arcillo-calichoso producto de alteración. Las rocas presentan una disposición prácticamente horizontal en toda la entidad, excepto en las inmediaciones del Río Hondo, donde se encuentran plegadas y en la porción meridional de aquélla, donde la continuidad de los estratos es interrumpida por fallas normales que dan al terreno configuración escalonada. Las fallas tienen longitud de varios kilómetros y se manifiestan en escarpes con desnivel de 10 a 100 m; algunas de ellas han originado fosas, gradualmente convertidas en pantanos, lagos y lagunas, siendo la mayor de ellas la Laguna de Bacalar. A continuación, se establece la secuencia estratigráfica de la Península de Yucatán.

Tabla IV. 6. Descripción de la Geología de la Península de Yucatán.

EDAD (MILLONES DE AÑOS)	ESPESOR (M)	FORMACIÓN Y LITOLOGÍA		
Reciente y Pleistoceno (1.5)	100	Calizas de Moluscos blanco a crema, con pelecípodos		Norte y noroeste
Plioceno y Mioneno (23 a 1.5)	200	F. Carrillo Puerto; caliza coquinoidal, blanco amarillento, dura y masiva, con arena		Norte, Noroeste y Este
		F. Estero Franco; calizas y dolomitas amarillas, cristalinas y sacaroide		Sureste
		F. Bacalar; caliza cretosa, margas blancas, con yeso		Sureste
Oligoceno (36 a 23)	260	Caliza blanca a crema, con capas de marga arcillosa y bandas de cuarzo		Noroeste
Eoceno Superior (43 a 36)	100	Formación Chichén Itzá	Miembro Chumbec; caliza blanca, cristalina, masiva, sacaroide	
Eoceno Medio (52 a 43)	185		Miembro Pisté; caliza blanca o amarillenta, masiva o en capas, microcristalina y capas arcillosas	Centro y oeste
Eoceno Inferior Paleoceno (66 a 52)	100-350		Miembro Xbacal; caliza cristalina, blanca, dolomitizada y silicificada	Suroeste
Paleoceno		Formación Icaiché; margas, calizas, dolomitas y evaporitas		Centro sur
Cretácico (144 a 66)		Petén; calizas, andesitas, evaporitas		

Fuente: INEGI, 2010.

ESTRATIGRAFÍA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.

El Mioceno-Plioceno está representado en algunas partes por una caliza blanca bien recristalizada con microfauna, en otras, se presenta como una caliza coquinoide, pulvurulenta más o menos bien cementada con carbonato de calcio, también se presenta en forma conglomerática, pero en ninguna parte se puede apreciar estratificación definida y su aspecto estructural es aparentemente horizontal.

A) Pleistoceno-Holoceno_(Reciente). El Pleistoceno-Holoceno cubre gran parte de la península y forma caliche, también existen zonas pantanosas, afloran calizas alteradas, arenas y arcillas calcáreas que bordean la península terminando en playas.

Formación Carrillo Puerto (Mioceno Superior-Plioceno).

Estas calizas con afloramientos muy extensos en la península cubren de manera importante a la zona de estudio, cuyos afloramientos claramente coincidentes con la definición de Bonet y Butterlin (1963), se pueden observar a 36 Km de Cancún sobre la carretera Valladolid-Mérida. Estas rocas corresponden a la Formación Carrillo Puerto del Mioceno Superior-Plioceno, cuyos niveles inferiores están representados por coquinas de alrededor de 1 m de espesor, cubiertas por calizas duras y más arriba pasan a calizas cada vez más impuras a veces arcillosas, de color amarillento a rojizo. La alteración de estas calizas origina la formación de arcillas lateríticas rojas, acumuladas en las dolinas y protegidas por la selva densa. Los niveles superiores de esta formación están representados por calizas blancas, duras y masivas. Los echados son débiles o nulos, generalmente orientados hacia el NNE. Es una formación muy transgresiva y constituye toda la parte oriental y central del estado de Quintana Roo y se extiende ampliamente en la región central del estado de Yucatán y al noroeste del estado de Campeche. La localidad tipo se encuentra sobre la carretera Peto-Carrillo Puerto, a 112 Km de la primera comunidad. La formación Carrillo Puerto recubre ya sea en concordancia a la formación Bacalar o en discordancia directamente a las series eocénicas, lo que demuestra su carácter transgresivo. En particular, considerando la información de estudios previos en los alrededores de Cancún, se puede determinar que en ciertos lugares se manifiesta una caliza blanca y recristalizada con microfauna, que otras veces es pulvurenta o cretosa coquinoide, bien cementada con ligero contenido de arcilla y restos de macrofósiles y aún más puede ser de forma conglomerática arcillosa, aunque en ninguna de las manifestaciones se aprecia estratificación definida. Debido a estas formas de manifestación y correlación estratigráfica, la Formación Carrillo Puerto se ha dividido en 3 miembros:

- Miembro Chancanal. - Corresponde a una caliza masiva, blanca a gris, con oquedades de disolución y arcilla amarillenta a café.
- Miembro Abrigo. - Son calizas deleznables de espesor pequeño, pulvurentas, color crema, que intemperiza a gris oscuro.
- Miembro Mirador. - Calizas bien consolidadas y compactas, medianamente estratificadas y de espesor menor al Miembro Abrigo intemperizando a café.
- Sin embargo, con la información obtenida en 6 pozos exploratorios de 30 m de profundidad, efectuados dentro del polígono de la zona de estudio se determinaron 3 unidades litológicas, cuyas características coinciden con los miembros antes mencionados:
- Caliza areno-arcillosa. - Son rocas alteradas de perforabilidad suave, color blanco a crema y espesor de más o menos 16 m.
- Caliza porosa. - Son rocas compactas de perforabilidad dura, color blanco, con horizontes suaves y un espesor de aproximadamente 12 m.
- Caliza arenosa. - Son sedimentos porosos de perforabilidad suave, color blanco, textura arenosa y presencia de cavidades, cuyo espesor es de alrededor de 8 m.

B) Cuaternario. Dentro de la zona de estudio existe un sólo tipo de depósito del reciente y son suelos residuales producto de la alteración por intemperismo, mismos que por sus diferencias de ambiente deposicional se pueden dividir en tres tipos:

- Suelo con humus. - Son suelos con una espesa cubierta vegetal en descomposición (humus) que se localizan en áreas con vegetación densa, rellenando fracturas y oquedades, cuyo espesor es de más de 60 cm.

- Suelo laterítico. - Son suelos color rojizo producto de la alteración de las calizas aflorantes, con espesores de hasta 60 cm y se localizan principalmente en el fondo de las dolinas o reholladas, aunque también en áreas donde la roca madre está desprotegida de cubierta vegetal.
- Suelo café. - Estos suelos se localizan en las porciones del área sujeta a inundación cubriendo oquedades, el fondo de las dolinas o reholladas de esa depresión topográfica.

C) Sedimentos de la franja costera.

Pleistoceno Superior. Frente a la zona de estudio y lo largo de la margen noreste de la Península de Yucatán, afloran estos materiales formando una banda estrecha que incluye una facie marina y otra no marina. Los sedimentos marinos se encuentran en la playa y cerca de la costa, los sedimentos lacustres son arcillas, limos, incluyendo calizas de arrecife de coral. Los carbonatos no marinos corresponden a arenas eólicas y micrita de lago de agua dulce.

- Sedimentos costeros. - Calcarenitas no consolidadas de grano fino, conchuela y moluscos, color blanco y arena de composición netamente calcáreas. Se presentan en franjas alargadas en las costas y en otras partes interiores, formando a veces montículos de más de 3 m de altura.
- Sedimentos de pantano. - Corresponden a limos y materia orgánica derivada de la flora local. Su espesor puede ser de varios metros en las zonas localizadas cerca de la costa y que están inundadas por aguas salobres con vegetación tipo manglar.

El Pleistoceno Superior representa un depósito de sedimentos durante la última etapa interglacial, con una alta posición del nivel del mar. Las edades determinadas con Uranio en corales de la planicie costera, areniscas y rocas arrecifales, son de alrededor de 122,000 años (Szabo et al., 1979). En general, se acepta que el Mar Caribe alcanzó una altura de 4 a 7 m por arriba del presente nivel hace 125,000 años (Steinen et al., 1981; Harmon et al., 1983); por lo tanto, los carbonatos del Pleistoceno Superior se acumularon en sólo unos cuantos miles de años. Los cambios de facies dentro de las calizas del Pleistoceno Superior son fácilmente reconocibles, porque la unidad está limitada por zonas de caliche. La unidad del Pleistoceno Superior descansa sobre la corteza subsuperficial de la superficie superior de las calizas del Pleistoceno Medio y está en cambio coronada por caliche. Estas zonas de caliche se desarrollaron durante una etapa glacial, cuando la plataforma de Yucatán estuvo sujeta a períodos prolongados de exposición subsuperficial. Las rocas carbonatadas subyacentes al Pleistoceno Superior son escasamente conocidas, los primeros estudios (Lauderdale et al., 1979; Rodríguez, 1982), se basan en la "estratigrafía de la zona de caliche" en la superficie y a poca profundidad de esta, dividiendo a las calizas costeras dentro de 3 diferentes unidades (incluyendo al Pleistoceno Superior). Cada unidad consiste en varias facies que se acumularon en márgenes de plataforma arrecifal y en la parte posterior de la plataforma arrecifal durante una alta posición interglacial del nivel del mar. Cada unidad está coronada por una zona de caliche, que es producto de diagénesis subsuperficial durante una baja posición del nivel del mar. Las edades de las unidades del Pleistoceno Medio y Superior son conocidas, se estima que la unidad Medio se depositó durante el período interglacial que ocurrió hace 200,000 años (Harmon et al., 1983). La unidad inferior contiene un coral ligeramente alterado que produjo una edad entre 200,000 y 800,000 años.

Franja Costera. En la costa existe una estrecha planicie entre ondulación y depresión con posiciones de 5 a 10 m.s.n.m. a lo largo de la margen NE de la península (Ward and Brady, 1979). En su parte ancha la planicie contiene a lo máximo unas 20 ondulaciones, mismas que están más o menos paralelas a la actual línea costera; al final en su porción sur la planicie se estrecha a una ondulación. Las crestas y ondulaciones tienen 1 a 5 m por arriba de las depresiones y están espaciadas alrededor de 50 a 200 m. Esta fisiografía es típica de una planicie costera de arenas como en muchas costas (e. q., Bernard et al., 1959; Psuty, 1967; Curray et al., 1969). En el lado continental de las ondulaciones y depresiones topográficas, existe un bajo relieve cárstico 5 a 10 m.s.n.m. (supuestamente afloramientos del Pleistoceno Medio).

SECUENCIA GENERAL.

En general, se puede establecer que sobreyaciendo a la antigua planicie con playas y ondulaciones, se encuentra un cuerpo de 150 Km de largo, 0.5 a 4 Km de ancho y de 3 a 10 m de espesor, conformado por rocas granulares débilmente consolidadas. Durante el pasado las areniscas han sido sujetas a una explotación intensiva para la construcción de caminos e infraestructura turística. Casi todas las canteras entre Cancún y Xel-Há, exponen una secuencia vertical similar de estructuras sedimentarias:

- Unidad inferior de excavación de bajo ángulo y montecillos, cruza la base de calcarenita.
- Unidad media de gran ángulo multidireccional, cruza la base de calcarenita y calcirudita.
- Unidad superior de calcarenita de laminación paralela.

Esta secuencia vertical representa un depósito progradacional de facie de playa de costa baja. La elevación de los depósitos de playa indica que el nivel del mar estuvo entre 5 y 6 m por arriba del nivel actual.

FACIES ASOCIADAS.

Al norte de Puerto Morelos las rocas de la franja costera cubren una costra de caliche en la cima del Pleistoceno Medio. En la parte inferior al sur de la franja costera; sin embargo, las rocas granulares cubiertas por depósitos de laguna sin estratificar limo-arcillosos y arenas, que en cambio están situadas sobre la costra de caliche. Esta costra subsuperficial fue cubierta por organismos marinos durante una rápida elevación del nivel del mar a finales del Pleistoceno. Entre el caliche y los depósitos subyacentes se encuentran delgados y discontinuos conglomerados compuestos de litoclastos de caliche fragmentos de coral y conchas de moluscos. Esto se interpreta como un depósito transgresivo. Del lado del mar de la planicie costera la sección del Pleistoceno Superior corresponde a calcarenitas con conchuela y calizas de la parte de arrecifes de coral. Al sur de Puerto Morelos existe una zona extensa de afloramiento de calizas de arrecife de coral del Pleistoceno Superior a lo largo de la presente línea costera. En unos cuantos sitios, partes de esta barrera arrecifal fósil, están cubiertos por calcarenitas en la franja costera. En la selva tropical tierra adentro de la antigua franja costera, se encuentra unas cuantas y pobres exposiciones de calcarenita de micrita. Esto indica que la mayor parte de la zona más cercana a dicha franja costera fue separada del continente por lagunas estrechas, con probablemente no más de 100 m de ancho. Las unidades litológicas superficiales en Quintana Roo, están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el Suroeste y conforme se avanza rumbo al Norte y Este se van haciendo más jóvenes. La litología del estado está formada principalmente por rocas sedimentarias: calizas, yesos, margas y dolomías, de una edad que varía del Terciario al Cuaternario siendo predominantes las calizas del Terciario. En particular la constitución geológica de la superficie de Playa del Carmen y de la Península es en su totalidad de rocas sedimentarias marinas-calizas y derivadas de éstas; las edades abarcan del Paleoceno al Cuaternario. Las calizas de la superficie se encuentran formando una coraza calcárea o reblandecida. En ambos casos se trata del intemperismo químico que les ha modificado en un grosor de varios metros. La coraza calcárea es de extrema dureza y constituye la superficie del relieve en grandes territorios; es conocida con los nombres de laja o chaltún. En cuanto al Sistema Ambiental Local, éste se asienta completamente sobre rocas sedimentarias del Cenozoico de tipo caliza. Las rocas Sedimentarias están formadas por la sedimentación y cementación de partículas de arcilla, arena, grava o cantos. Sus características de estabilidad dependen generalmente, del tamaño de los granos, los planos de estratificación, las fracturas normales a la estratificación y el grado de cementación. Las rocas sedimentarias más comunes son el Conglomerado, Breccia, las Lutitas, Areniscas Limolitas, Calizas, Dolomitas, y Evaporitas.

<u>Calizas y Dolomitas.</u>

La Caliza es una roca sedimentaria con más del 50% de carbonato de calcio. Esta roca es por lo general dura y compacta, pero se presentan problemas geotécnicos relacionados con la disolución del $CaCO_3$. Existe una variedad de rocas de la familia de la caliza dependiendo de las cantidades de carbonato de calcio, arena, limos, conchas de animales marinos y arcilla. Las calizas generalmente, son de color gris azuloso, pero las hay también blancas y de otras coloraciones. En las calizas se pueden formar grandes cavernas que actúan como conductos internos del agua subterránea, las cuales pueden conducir cantidades importantes de agua de un

sitio a otro y facilitar la infiltración general. La denudación de las rocas calizas ocasionada por la infiltración del agua de lluvia conforma una topografía kárstica.

En una zona kárstica la mayoría de la precipitación pluvial se infiltra a través de fracturas y cavernas. Las arcillolitas calcáreas o margas son arcillolitas cementadas con material calcáreo. Las calizas en las cuales la calcita es reemplazada por dolomita, un producto con alto contenido de magnesio se les llaman dolomitas.

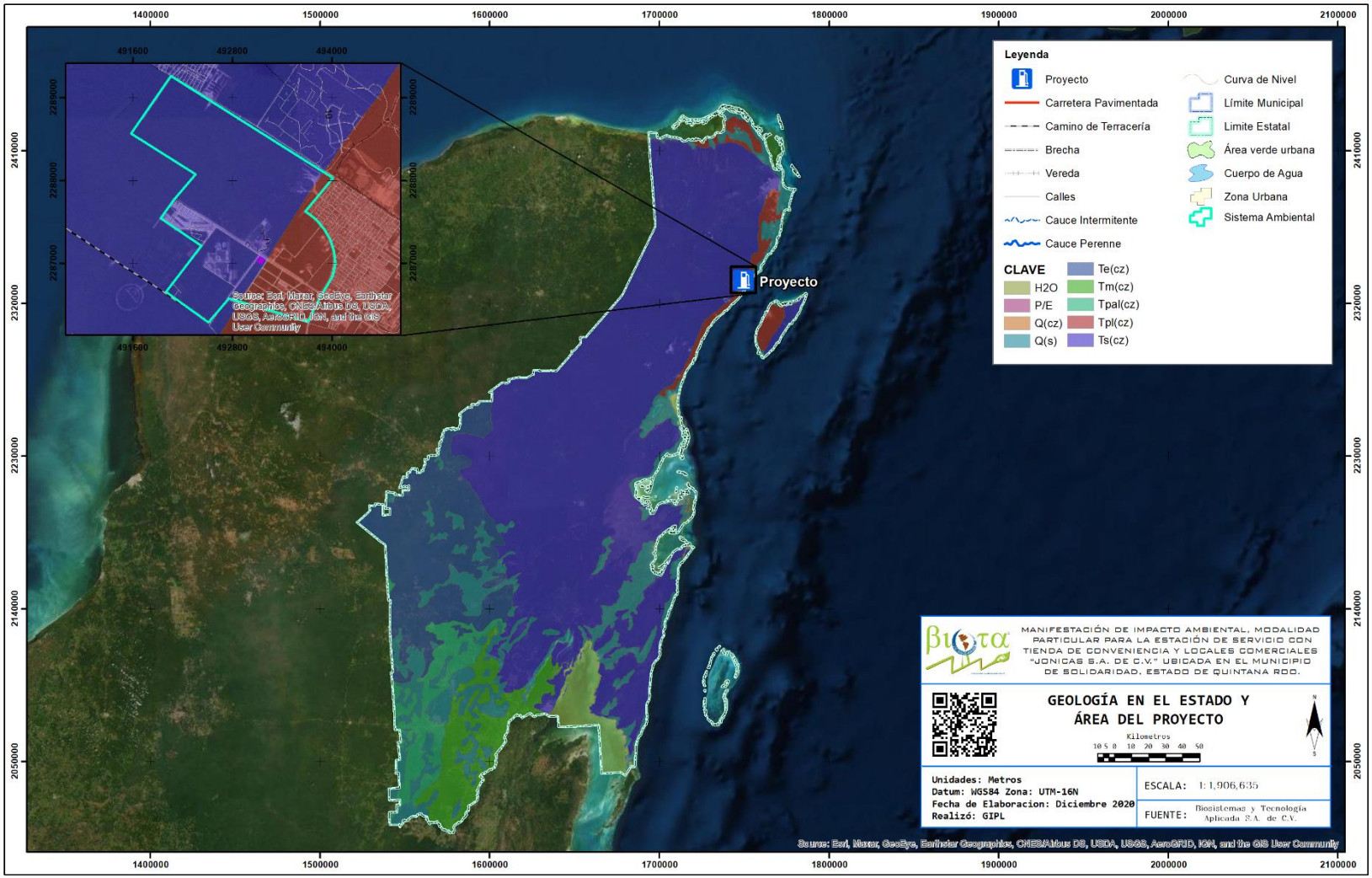
Tabla IV. 7. Geología presente en el Sistema Ambiental.

CLAVE	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
Ts (cz)	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Neógeno	325.78	77.61%
Tp l(cz)	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Terciario	93.98	22.39%
TOTAL					419.76	100.00%

Fuente: INEGI, 2010.

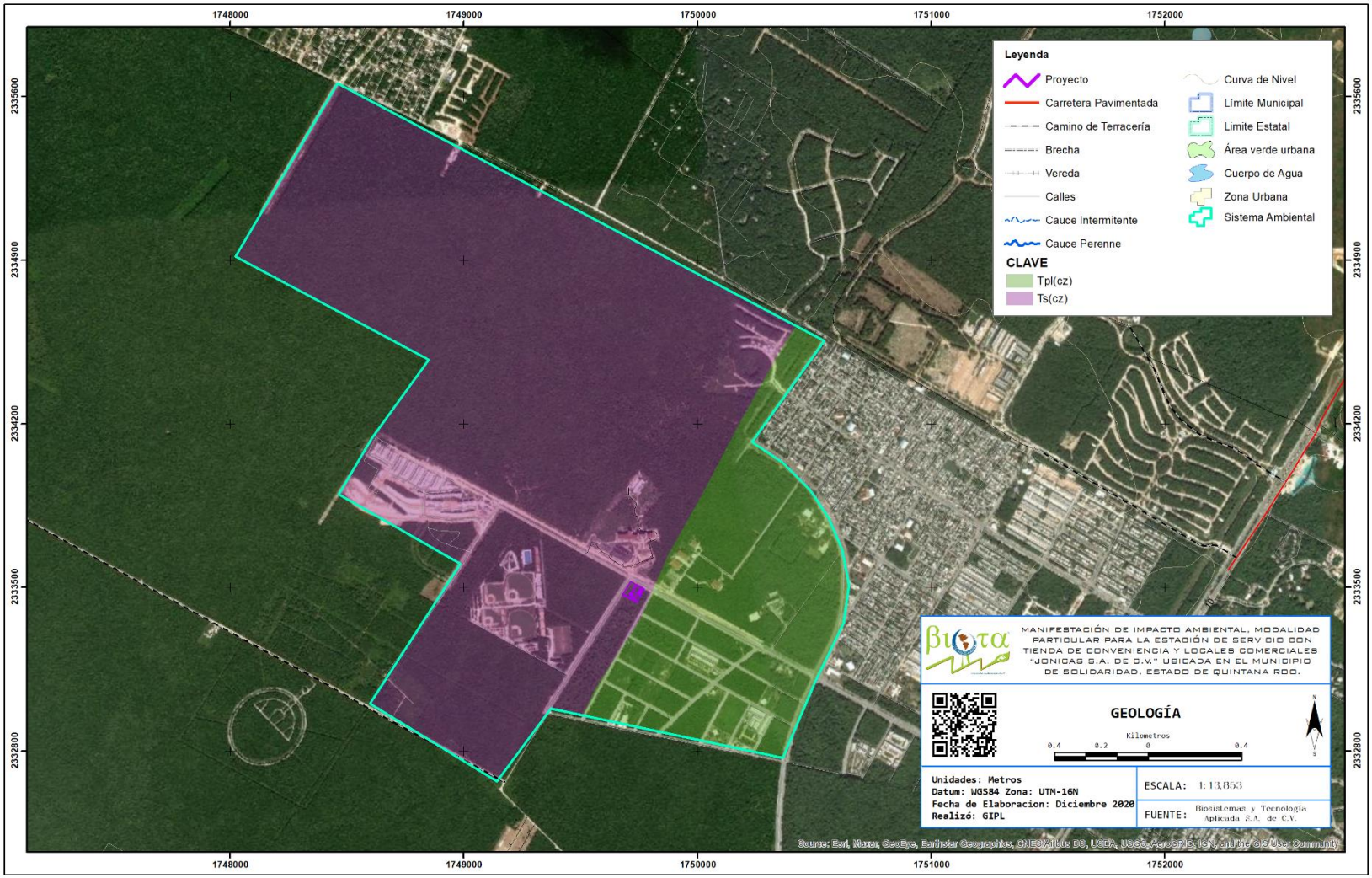
La geología del área del proyecto se encuentra compuesta por rocas sedimentarias del Cenozoico de tipo caliza del Neógeno. Esto se puede verificar en los siguientes mapas:

Imagen IV. 17. Geología presente en Quintana Roo.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 18. Geología para la zona del proyecto.



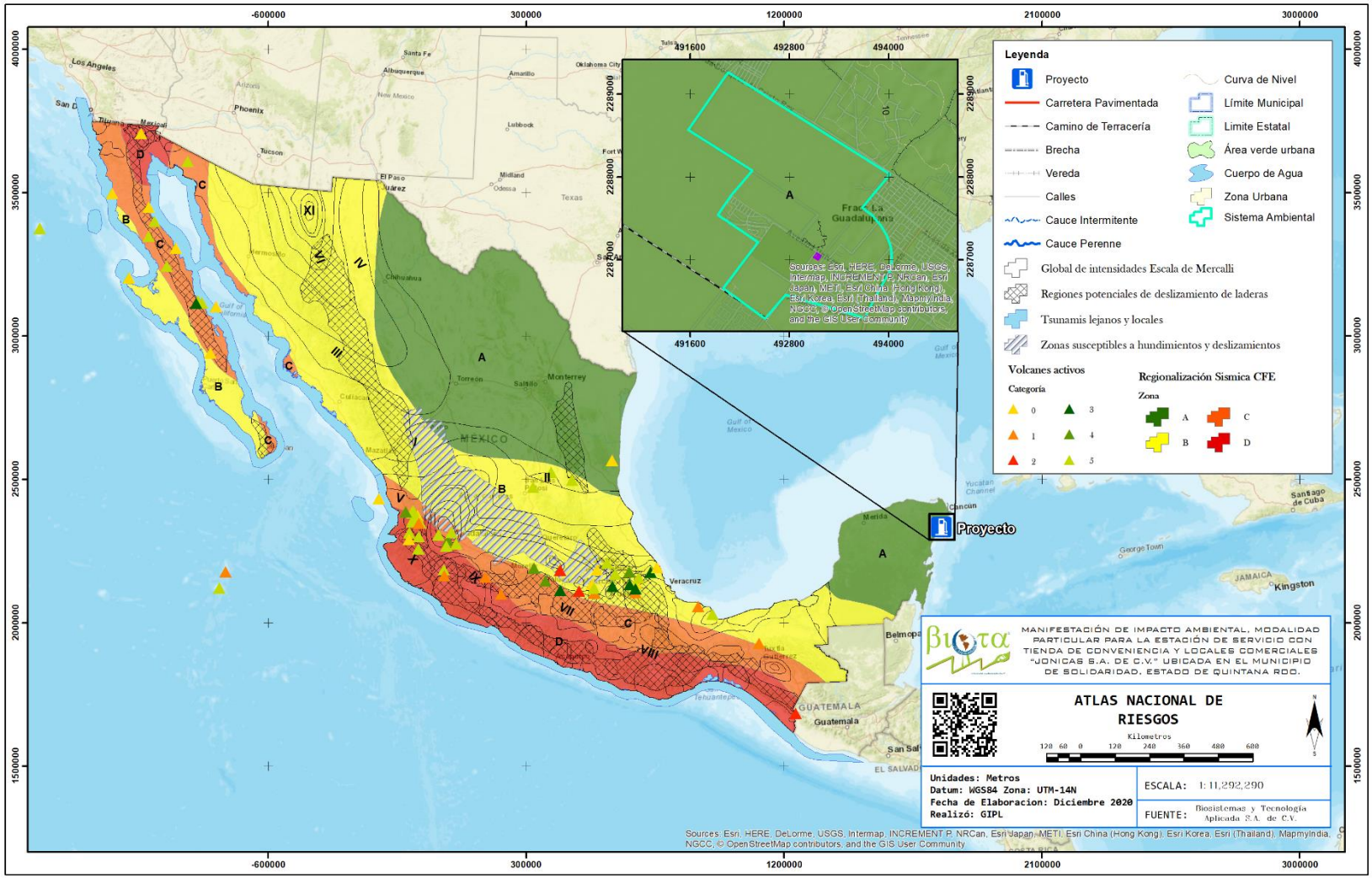
Fuente: BIOTA, 2021.

SISMICIDAD.

Un sismo es un fenómeno que se produce por un rompimiento repentino de la cubierta rígida del planeta llamada corteza terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que se perciben como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables (CENAPRED, 2007). La República Mexicana se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, el Cinturón de Fuego del Pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: Norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico (CENAPRED, 2007). La generación de los temblores más importantes en México por su magnitud y frecuencia se debe, básicamente, a dos tipos de movimientos entre placas: de subducción y desplazamiento lateral. El primero se da a lo largo de la porción costera entre Jalisco y Chiapas donde las placas de Rivera y Cocos penetran por debajo de la Norteamericana. Por otra parte, entre la placa del Pacífico y la Norteamericana se observa un desplazamiento lateral; a diferencia de la subducción, es visible en la superficie del terreno, esto se verifica en la parte norte de la península de Baja California y a lo largo del Estado de California, en los Estados Unidos de América (CENAPRED, 2007). En el siglo pasado, ocurrieron 71 sismos de gran intensidad los que causaron daños materiales y víctimas. La tercera parte de la población de la República Mexicana vive en zonas de alto y muy alto peligro sísmico, coincidiendo con los Estados de mayor índice de marginación (Guerrero, Oaxaca y Chiapas). La zona con mayor potencial sísmico en el país se localiza en lo largo de la Costa del Estado de Guerrero, donde se estima podría ocurrir uno o dos terremotos de magnitud ocho.

La alta densidad poblacional y los estratos geológicos de débil resistencia son las zonas susceptibles de ser impactadas violentamente por los sismos. La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. El mapa que aparece en la siguiente imagen se generó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad (SGM, 2014). Con base en el trabajo de sismicidad en la República Mexicana de Figueroa J., se establece que la zona de la Península de Yucatán está comprendida dentro de una zona asísmica. Como se puede apreciar en la siguiente imagen la zona sobre la que se asienta el Predio del Proyecto se trata de la zona A, la cual es considerada como una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

Imagen IV. 19. Zonificación Sísmica de México.



Fuente: http:sismos.gob.mx, 2013.

IV.2.1.3. Suelos.

En Quintana Roo los suelos son importantes para las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, así como para el turismo, urbanismo y recreación. Se trata de suelos jóvenes, algunos poco desarrollados, y la mayoría de poca profundidad; el grupo predominante son los leptosoles (lp). En Quintana Roo existen doce de los treinta grupos de suelos principales, reconocidos por la Base Referencial Mundial para el Recurso del Suelo (WRB, 2000). Cuatro grupos abarcan 85.58 % de la superficie estatal:

- Leptosoles (del griego leptos, delgado): suelos someros.
- Vertisoles (del latín vertere, dar vuelta): suelos de arcillas pesadas revueltas.
- *Phaeozems* (del griego phaios, oscuro; y del ruso, zemjla, tierra): suelos oscuros ricos en materia orgánica.
- Luvisoles (del latín luere, lavar): suelos en los cuales la arcilla es lavada hacia abajo, desde la superficie hasta un horizonte de acumulación de alguna profundidad.

Se puede decir que, en general, el intemperismo (desintegración de las rocas por procesos físicos, químicos y biológicos) de la roca caliza ha producido en Quintana Roo suelos de textura fina, en la medida en que son arcillosos, aunque existen los suelos de textura gruesa (arenosos) en playas. Nuestros suelos son fértiles por su elevado contenido de nutrientes y materia orgánica; sin embargo, por su escasa profundidad, por el estado permanente o temporal de saturación de agua conocido como hidro- morfismo y por la salinidad (exceso de sal) y la sodicidad (exceso de sodio), son de uso limitado. Estas condiciones son permanentes cuando los suelos reciben agua en abundancia, sea de fuentes subterráneas o superficiales, y son lentos el drenaje o el escurrimiento por la presencia de horizontes de suelo muy poco permeables o endurecidos (pétricos). En Quintana Roo, los suelos son drena- dos, excepto en áreas cercanas a la costa, donde el drenado es escaso o nulo, lo que favorece la formación de humedales, eco- sistemas cuyos suelos se encuentran inundados de agua dulce o salada, siendo los más representativos los que están ocupa- dos por manglares en extensas áreas costeras.

- ✓ **Leptosoles.** El grupo predominante, abarca 58.8 % de la entidad, principalmente en los municipios de Solidaridad, Benito Juárez, y la parte norte de Felipe Carrillo Puerto. Son suelos jóvenes, cuya característica principal es la presencia de residuos de carbonatos mezclados con material mineral. Su coloración va del castaño oscuro al negro, bastante arcillosos, con profundidades no mayores a 25 cm desde la superficie, soportan vegetación de selva alta y mediana subperennifolia. La capa superficial es de color negro cuando está húmeda, y muchas veces tiene por encima una capa de hojarasca, por lo que sus contenidos de materia orgánica van de pobres a extremadamente ricos. La textura dominante es arcillosa. Se estructura en bloques subangulares, granulares y migajosos, que permiten un buen drenaje interno. Regularmente son muy fértiles, pero limita el uso su baja profundidad, principalmente aquellos de tipo lítico y con presencia de fragmentos de roca, acompañados de afloramientos rocosos.
- ✓ **Vertisoles.** Es el segundo grupo de suelos en importancia, ya que ocupan 9.91 % del territorio estatal. Son muy arcillosos, con diferentes colores, negro, gris, hasta el pardo rojizo, se les encuentra en el sur del estado, principal- mente en el municipio Othón P. Blanco, en la zona cañera, por lo general en las partes planas. Sus características físicas e hidro- físicas están condicionadas en gran medida por el alto contenido de arcillas dilatables y el tipo de mineral predominante, que confieren alta hidrofilidad y plasticidad en estado húmedo, y gran dureza en estado seco (Orellana, 1992; Cid, 1993 y Benítez, 1993). Lo anterior significa que provoca la dilatación y plasticidad cuando están mojados. Los vertisoles son suelos mezclados, arcillosos y pesados. Cuando se secan, forman profundas y anchas grietas desde la superficie, lo cual sucede en la mayoría de los años. El laboreo suele convertirse en algo muy difícil, excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones. Con un buen manejo, son suelos muy productivos.
- ✓ **Phaeozems.** Tienen un horizonte superficial mineral es- peso y oscuro, rico en materia orgánica y nutrientes. No presentan signos de carbonatos secundarios en el primer metro superior. Este grupo es el tercero en importancia en el estado de Quintana Roo, ocupa 9.49 % de la geografía estatal. Al igual que el grupo de los leptosoles, lo podemos encontrar en todos los municipios, como suelo dominante de la unidad o asociado con otros grupos. Se desarrolla en lugares bien drenados cuyo

material de origen son depósitos no consolidados, como loess y aluviones. La topografía óptima para su formación va de la plana a ondulada, sin pendientes muy pronunciadas. Son suelos relativamente jóvenes, asocia- dos con leptosoles y luvisoles; aptos para la agricultura por su fertilidad natural, por lo que producen buenas cosechas. Están ocupados con selva mediana sub- perennifolia; cuando estos suelos se des- montan, se pueden perder debido a la acción del viento o del agua que los lava.

- ✓ **Luvisoles.** Son suelos formados sobre calizas del Terciario; se concentran en el centro y la porción noreste de Quintana Roo, y ocupan el cuarto grupo en importancia, con 7.32 % de la superficie estatal, en las localidades de Kantunilkín, Solferino, Chiquilá, Tihosuco, Santa Rosa, Polyuc y José María Morelos. El rasgo dominante de los luvisoles es la presencia de un horizonte superficial caracterizado por la pérdida de arcillas, las cuales se depositan en el horizonte inferior. Normalmente, esta arcilla lavada hacia la parte inferior, no se presenta como partículas individuales, sino como agregados de una mezcla de arcillas y otros minerales o material del suelo orgánico. Son suelos maduros que se caracterizan por un horizonte subsuperficial en el que se acumulan las arcillas provenientes de la capa o capas superiores. Se distinguen por su color café rojizo oscuro, de textura arcillosa, y por sus bloques ricos en contenidos de materia orgánica. Muchos de los suelos de este grupo presentan una limitante física, que es la presencia de roca dura continua a menos de cincuenta centímetros de profundidad, aun- que no es una característica general, ya que los podemos encontrar muy profundos, pero en menor proporción. Una gran cantidad se encuentra mecanizada, ya que llegan a reunir condiciones óptimas para la agricultura, principalmente en el municipio de José María Morelos.

El suelo es el resultado de la acción conjunta de cinco factores (material parental, clima, organismos, relieve y tiempo). De acuerdo con lo anterior, las propiedades de algunos tipos específicos están relacionadas con las características de los materiales parentales de los cuales han evolucionado. Esto significa que la mayoría de las veces muchas de las peculiaridades son heredadas. Por lo tanto, los materiales parentales de los suelos se clasifican en dos grupos: residuales que corresponden a depósitos de rocas, expuestos a la intemperie un tiempo suficiente para permitir el desarrollo del suelo; y, transportados que pertenecen a fragmentos que han sido removidos de un lado a otro por la acción del viento, del aguan o de la gravedad. Tomando en consideración lo anterior, en el municipio de Solidaridad existen diversos tipos de suelos:

- **Arenosol**, comprenden suelos arenosos profundos. Esto incluye suelos de arenas residuales después de una meteorización in situ de sedimentos o rocas generalmente ricos en cuarzo. También incluye suelos de arenas recientemente depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas. Existen en el ambiente costero son la base de ecosistemas que tienen un efecto de amortiguamiento ante eventos como inundaciones, huracanes o lluvias máximas excepcionales. Los suelos que se desarrollan en dichos ambientes de influencia marina, contienen características minerales y arenosas con residuos de esqueletos de organismos marinos y elevada concentración de sales y sodio, la línea costera, es una zona de interface entre lo marino y lo terrestre, por lo que su morfología está sujeta a una gran dinámica que obedece a los procesos formadores y destructores de los suelos.
- **Histosol**, comprenden suelos formados en material orgánico acumulado como turba de agua freática (pantano), turba de agua de lluvia (turbera), manglares o en áreas frías montañosas sin saturación de agua. Estos varían desde suelos desarrollados predominantemente en turba de musgo en regiones árticas, subárticas y boreales, a turba de musgo (sphagnum spp.), turba de juncos/cañas (pantano) y turba de bosque en regiones templadas hasta turba de manglar y turba de bosque pantanoso en los trópicos húmedos. Los histosoles se encuentran en todas las altitudes, pero la gran mayoría aparecen en tierras bajas.
- **Leptosol**, comprenden suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos. Son particularmente comunes en regiones montañosas-
- **Solonchak**, tienen una alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Estos suelos se encuentran esencialmente en las zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas.

CLAVE PARA LOS GRUPOS DE SUELOS DE REFERENCIA (GSR).

La Clave para los GSR en la WRB deriva de la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo. La historia detrás de la Clave para la Unidades Principales de Suelos del Mapa de Suelos del Mundo revela que está basada principalmente en la funcionalidad; la Clave fue concebida para derivar la clasificación correcta lo más eficientemente posible. La secuencia de Unidades. Principales de Suelos era tal que el concepto central de los principales suelos aparecía casi automáticamente especificando brevemente un número limitado de horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico. La siguiente tabla proporciona una apreciación general y lógica para la secuencia de GSR en la Clave de la WRB. Los GSR se asignan a conjuntos sobre la base de *identificadores dominantes*, es decir los factores o procesos formadores de suelos que más claramente condicionan la formación del suelo. La secuencia miento de los grupos se hace de acuerdo con los siguientes principios:

1. Primero salen de la clave los suelos orgánicos para separarlos de los suelos inorgánicos (*Histosoles*).
2. La segunda diferencia principal en la WRB es reconocer la *actividad humana* como un factor formador de suelos, de ahí la posición de los *Antrosoles* y *Tecnosoles* después de los *Histosoles*, también parece lógico que sigan los recientemente introducidos Tecnosoles cerca del principio de la Clave, por las siguientes razones:
    - se puede separar suelos que no deberían tocarse (suelos tóxicos que deberían ser manipulados por expertos);
    - se obtiene un grupo homogéneo de suelos en *materiales extraños*;
    - los políticos y tomadores de decisiones que consulten la Clave van a encontrar inmediatamente estos suelos problemáticos.
3. Luego siguen los suelos con limitación severa para enraizamiento (*Criosoles* y *Leptosoles*).
4. Luego sigue un conjunto de GSR que están o han estado fuertemente influenciados por agua: *Vertisoles*, *Fluvisoles*, *Solonetz*, *Solonchaks* y *Gleysoles*.
5. El conjunto siguiente de suelos agrupa los GSR en los cuales la química del hierro (Fe) y/o aluminio (Al) juega un rol principal en su formación: *Andosoles*, *Podzoles*, *Plintosoles*, *Nitisoles* y *Ferralsoles*.
6. Luego sigue un conjunto de suelos con agua "colgada": *Planosoles* y *Stagnosoles*.
7. El agrupamiento siguiente comprende suelos que ocurren principalmente en regiones de estepa y tienen un suelo superficial rico en humus y alta saturación con bases: *Chernozems*, *Kastanozems* y *Phaeozems*.
8. El conjunto siguiente comprende suelos de regiones secas con acumulación de yeso (*Gipsisoles*), sílice (*Durisoles*) o carbonato de calcio (*Calcisoles*).
9. Luego sigue un conjunto de suelos con un subsuelo rico en arcilla: *Albeluvisoles*, *Alisoles*, *Acrisoles*, *Luvisoles* y *Lixisoles*.
10. Finalmente se agrupan suelos relativamente jóvenes con muy poco o ningún desarrollo de perfil, o arenas muy homogéneas: *Umbrisoles*, *Arenosoles*, *Cambisoles* y *Regosoles*.

Tabla IV. 8. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB.

1. Suelos con gruesas capas orgánicas:	Histosoles
2. Suelos con fuerte influencia humana	
Suelos con uso agrícola prolongado e intensivo:	Antrosoles
Suelos que contienen muchos artefactos:	Tecnosoles
3. Suelos con enraizamiento limitado debido a permafrost o rocosidad somera	
Suelos afectados por hielo:	Criosoles
Suelos someros o extremadamente gravillosos:	Leptosoles
4. Suelos influenciados por agua	
Condiciones alternadas de saturación-sequía, ricos en arcillas expandibles:	Vertisoles
Planicies de inundación, marismas costeras:	Fluvisoles
Suelos alcalinos:	Solonetz
Enriquecimiento en sales por evaporación:	Solonchaks
Suelos afectados por agua subterránea:	Gleysoles
5. Suelos regulados por la química de Fe/Al	
Alofano o complejos Al-humus:	Andosoles
Queluviación y quiluviación:	Podzoles
Acumulación de Fe bajo condiciones hidromórficas:	Plintosoles
Arcilla de baja actividad, fijación de P, fuertemente estructurado:	Nitisoles

Dominancia de caolinita y sesquióxidos:	Ferralsoles
6. Suelos con agua estancada	
Discontinuidad textural abrupta:	Planosoles
Discontinuidad estructural o moderadamente textural:	Stagnosoles
7. Acumulación de materia orgánica, alta saturación con bases	
Típicamente mólico:	Chernozems
Transición a clima más seco:	Kastanozems
Transición a clima más húmedo:	Phaeozems
8. Acumulación de sales menos solubles o sustancias no salinas	
Yeso:	Gipsisoles
Sílice:	Durisoles
Carbonato de calcio:	Calcisoles
9. Suelos con subsuelo enriquecido en arcilla	
Lenguas albelúvicas:	Albeluvisols
Baja saturación con bases, arcillas de alta actividad:	Alisoles
Baja saturación con bases, arcillas de baja actividad:	Acrisols
Alta saturación con bases, arcilla de alta actividad:	Luvisols
Alta saturación con bases, arcilla de baja actividad:	Lixisoles
10. Suelos relativamente jóvenes o suelos con poco o ningún desarrollo de perfil	
Con suelo superficial oscuro acídico:	Umbrisols
Suelos arenosos:	Arenosols
Suelos moderadamente desarrollados:	Cambisoles
Suelos sin desarrollo significativo de perfil:	Regosoles

Fuente: Compendio Municipal, INEGI, 2010.

EL NIVEL DE CALIFICADOR.

En la WRB se distingue entre calificadores típicamente asociados, intergrados y otros calificadores. Los calificadores **típicamente asociados** se refieren en la Clave al GSR particular, por ejemplo, Hidrágrico o Plágico para los Antrosoles. Los calificadores **intergrados** son aquellos que reflejan criterios de diagnóstico importantes de otro GSR. La Clave de la WRB dicta la elección del GSR y en ese caso, el calificador intergrado proporciona el puente hacia otro GSR. Otros calificadores son aquellos que no están típicamente asociados y no transicionan hacia otro GSR. Este grupo refleja características tales como color, saturación con bases, y otras propiedades físicas y químicas siempre que no sean utilizadas como un calificador típicamente asociado a ese grupo particular.

Principios y uso de calificadores en la WRB Se usa un sistema de dos rangos para el nivel de calificadores, que comprende:

- **Calificadores grupo I:** *calificadores típicamente asociados* y *calificadores intergrados*; la secuencia de los calificadores intergrados sigue la de los GSR en la Clave de la WRB, con la excepción de los Arenosoles; este intergrado se ordena con los calificadores grupo II texturales (ver más abajo). Háplico cierra la lista de calificadores grupo I, indicando que no aplican calificadores típicamente asociados ni intergrados.
- **Calificadores grupo II**: *otros calificadores*, ordenados como sigue: (1) calificadores relacionados con horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico; (2) calificadores relacionados con características químicas; (3) calificadores relacionados con características físicas; (4) calificadores relacionados con características mineralógicas; (5) calificadores relacionados con características superficiales; (6) calificadores relacionados con características texturales, incluyendo fragmentos gruesos; (7) calificadores relacionados con color; y (8) calificadores restantes.

En lo que se refiere al Sistema Ambiental, éste se asienta completamente sobre la asociación de suelos con clave I+E/2, es decir Litosol (Leptosol)-Rendzina de textura media. Para mayor detalle, estos datos se pueden corroborar y verificar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 9. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB.

Clave	Suelo 1	Suelo 2	Textura	Área (Has)	Porcentaje (%)
I+E/2	Litosol	Rendzina	Media	419.76	100.00%
Total				419.76	100.00%

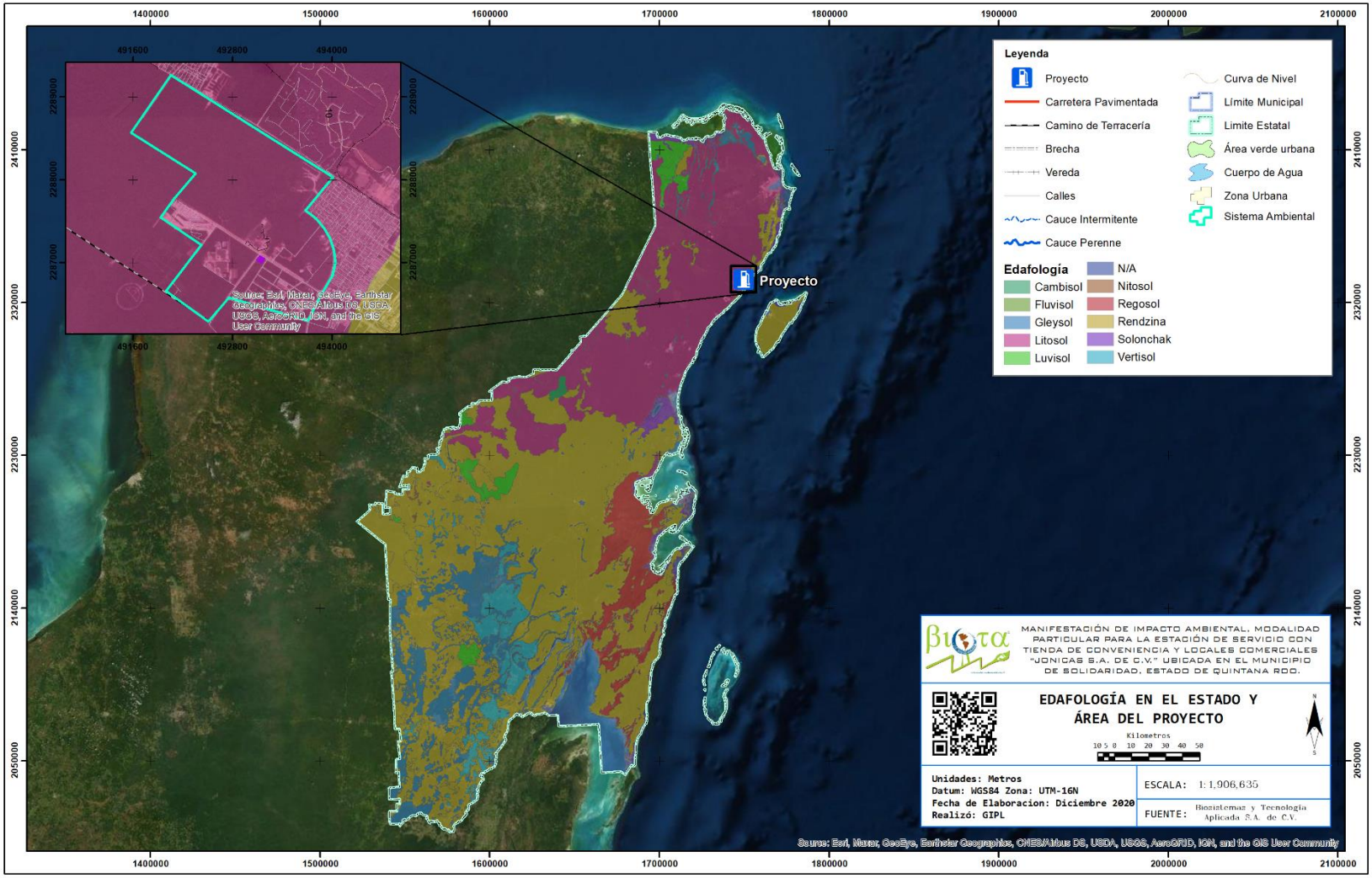
Fuente: BIOTA, 2021.

Fotografía IV. 2. Tipo de suelo dentro del área del trazo.

En las fotografías anteriores capturadas durante la visita de campo se puede observar el tipo de suelo designado como Leptosol que prevalece en el trazo del proyecto, sobre los cuales está creciendo la mancha urbana del municipio de Playa del Carmen.

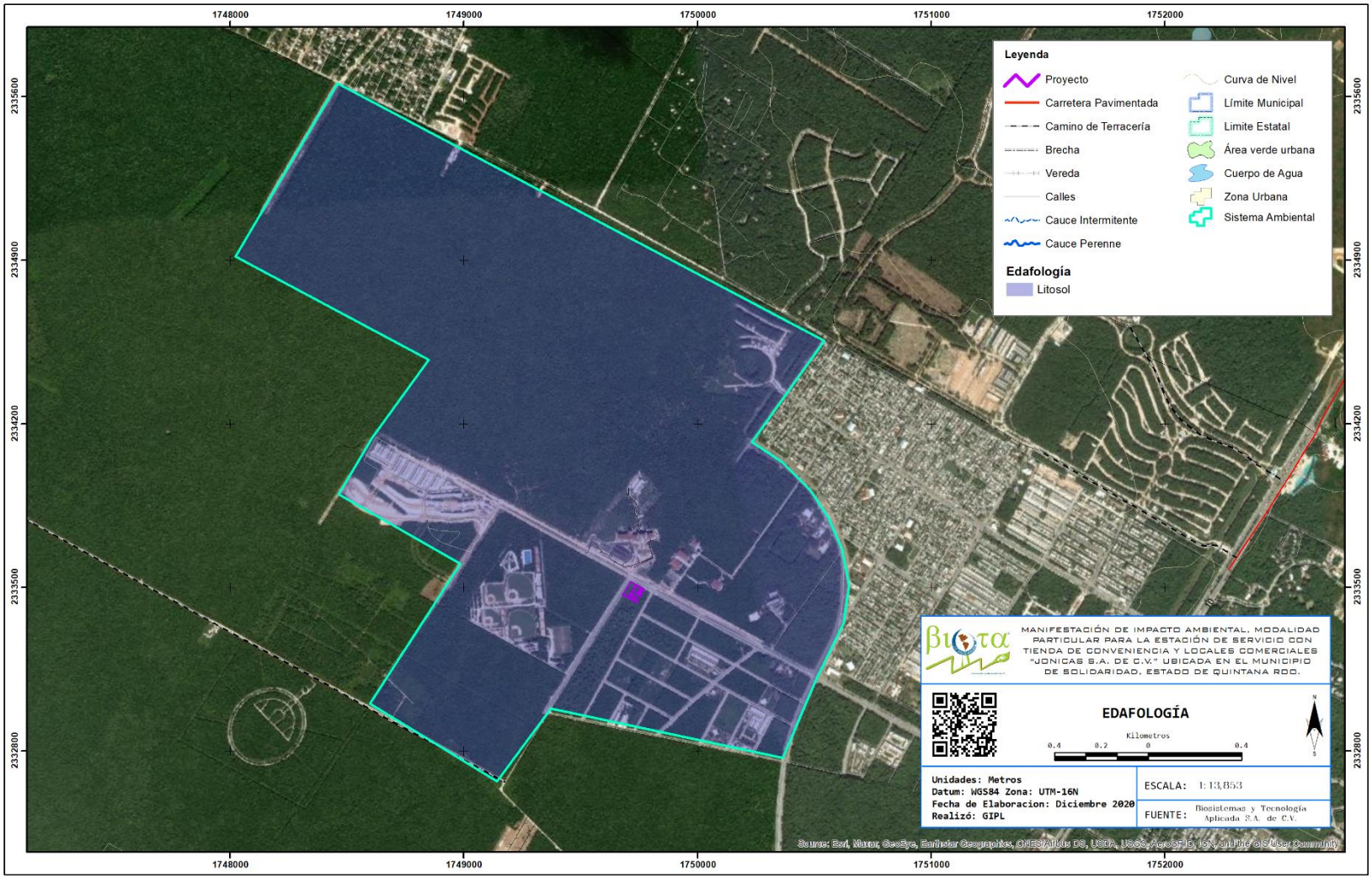
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 20. Edafología de Quintana Roo.



Fuente: BIOTA, 2021

Imagen IV. 21. Edafología del área de estudio



Fuente: BIOTA, 2021.

IV.2.1.4. Hidrología superficial y subterránea.

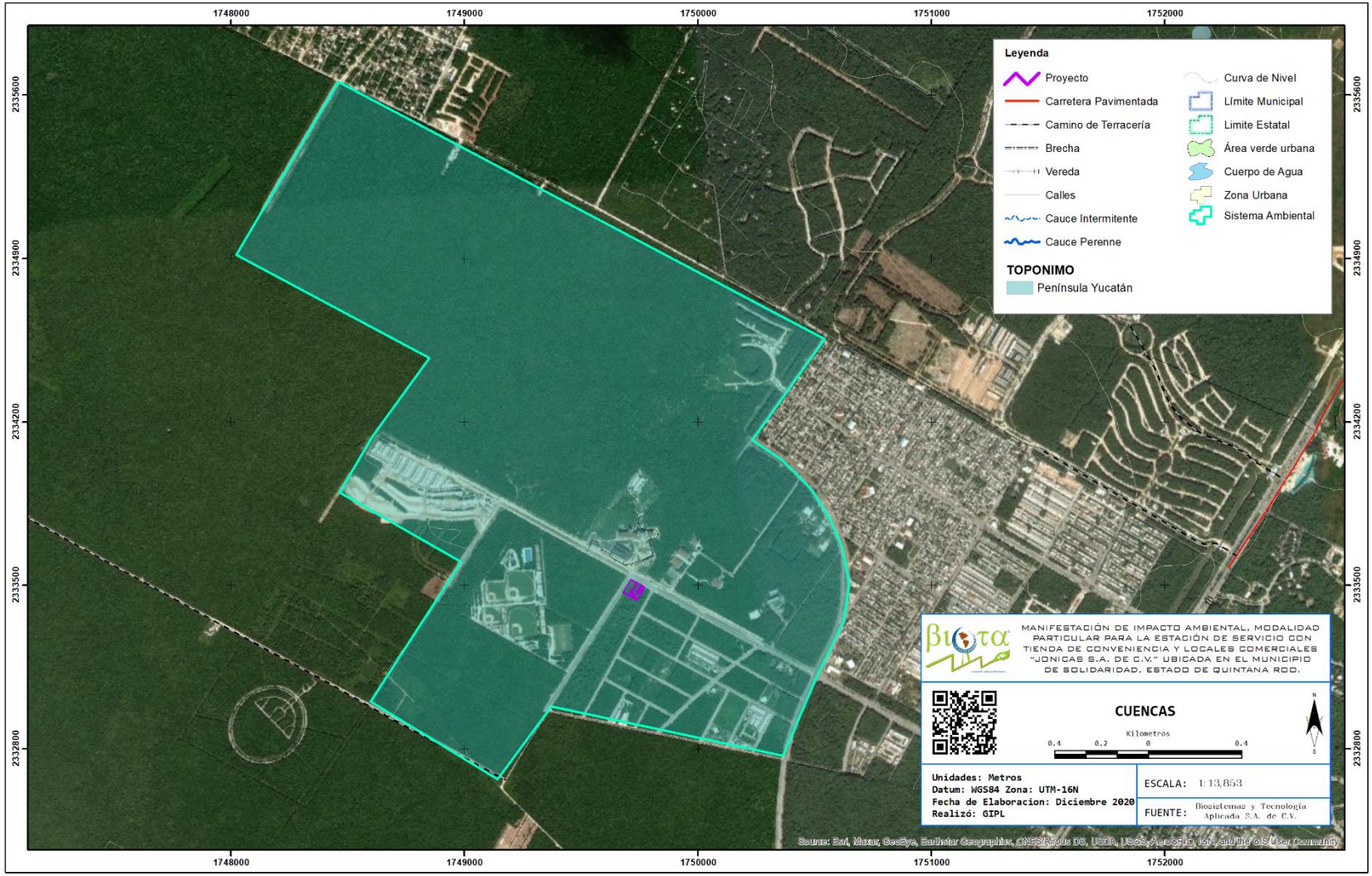
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.

El país está dividido en 37 regiones hidrológicas, tomando como base la orografía y la hidrografía. Una región hidrológica es un área que posee un relieve y escurrimiento superficial presenta características similares en su drenaje. Quintana Roo es uno de los estados donde las lluvias son abundantes, ya que su precipitación es de más de 1,000 mm anuales; en contraste, carece de ríos o arroyos, excepto el Río Hondo, corriente superficial que sirve de límite natural entre nuestro país y Belice. La mayoría de las corrientes superficiales son transitorias, de bajo caudal, recorrido muy corto y desembocan en depresiones topográficas donde forman lagunas. Por este motivo, el aprovechamiento del agua superficial es muy limitado y, si se compara con el uso del agua subterránea, es muy poco significativo. Los cuerpos de agua más importantes se localizan en cinco municipios. En Othón P. Blanco: Laguna de Bacalar, San Felipe, La Virtud, Guerrero y Milagros; en José María Morelos: laguna Chichankanab y Esmeralda; y en Felipe Carrillo Puerto: laguna Kaná, Noh-bec, Paytoro, Sac Ayín, X-Kojolí, Ocom y Chunyaxché. En Solidaridad destaca la laguna Cobá, y la laguna Nichupté en Cancún, municipio Benito Juárez. La alta permeabilidad del suelo de la entidad ha favorecido el desarrollo del relieve cárstico. Sin embargo, también hay superficies de permeabilidad intermedia y baja, ubicadas en depresiones tectónicas o cársticas donde se han acumulado suelos residuales y materiales transportados por la escasa actividad fluvial. Las corrientes superficiales suelen formar redes dendríticas, surgencias y pérdidas. El régimen de la mayoría de las corrientes, salvo algunas excepciones, es intermitente; muchas de ellas sólo circulan en presencia de pendiente en el suelo (mayor a 1.5 %), por lo que al llegar a una zona de ruptura de la pendiente su cauce desaparece en la superficie y continúa en la profundidad. Quintana Roo pertenece a la Región Hidrológica XII que corresponde a la Península de Yucatán, a la que también pertenecen los estados de Yucatán y Campeche. Quintana Roo tiene a su vez dos regiones hidrológicas: Yucatán Norte (rH32) y Yucatán Este (rH33); la primera se localiza en el extremo norte del estado; la segunda es de carácter internacional, ya que se extiende hasta Belice y Guatemala. Las condiciones geológicas y sedimentológicas con la precipitación actúan conjuntamente mediante el proceso de disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo, creándose de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos, cavernas, grutas, cenotes y ojos de agua o manantiales. Estos procesos determinan que en la costa de Yucatán y Quintan Roo no existan ríos superficiales y que todo el drenaje sea subterráneo dirigiéndose desde los sitios de recarga hacia los de descarga litoral de manera prácticamente radial. La roca caliza, sumamente permeable, que forma el suelo de esta región no permite la existencia de corrientes de aguas superficiales las familias de agua predominante son las sódico-cloruradas y sódico clorurada-sulfatada. Existen varias lagunas, en la parte sur del municipio, denominadas Chumpoko, Laguna Campechen, Boca Paila, San Miguel y Catoche; en la parte oeste del municipio se localizan las lagunas: Cobá; Verde y Nochacam.

El municipio de Solidaridad está comprendido dentro de la región hidrológica RH32 Yucatán Norte, en específico en la cuenca Quintana Roo. Es considerada un sistema hidrológico de tipo areico. En particular la zona de Playa del Carmen, se caracteriza por presentar una precipitación promedio que de 800 mm en el norte a más de 1,500 mm al sureste de la cuenca y con un rango de escurrimeinto de 0 a 5% en casi toda la superficie, excepto en las franjas costeras que tienen 10 al 20%, debido a la presencia de arcillas y limos. En el municipio se cuenta con corrientes de agua tanto intermitentes (0.16%) como perennes (0.16%). Debido a la conformación del terreno, la precipitación que se presenta en la parte continental de la Península de Yucatán, aún cuando anualmente ésta es superior a los 1,000 msnm, solo genera escurrimientos superficiales efímeros, que son interceptados por los pozos naturales de descarga al acuífero denominados “Xuch”, por lo que no se tienen escurrimientos superficiales. En la región pueden apreciarse afloramientos de corrientes subterráneas en las cercanías del litoral como es el caso de los parques turísticos de Xcaret y Xel-há, así como en las inmediaciones de Xpu-há, al sur de Playa del Carmen o en la zona de Xcalacoco y del parque turístico Tres Ríos al norte de la cabecera municipal. Yucatán forma una de las plataformas de piedra caliza más grandes del mundo, abarca más de 250,000 km^2 y un espesor de más de 2.5 km en algunas zonas, la Península es el resultado de un proceso de acumulación de carbonato de calcio de origen orgánico por millones de años a lo largo de los cuales se presentaron varias eras glaciales que provocaron que os niveles oceánicos aumentaran y disminuyeran en promedio 120 metros, sumergiendo y descubriendo la plataforma continental. A este proceso se atribuye la formación de cuevas y cenotes.

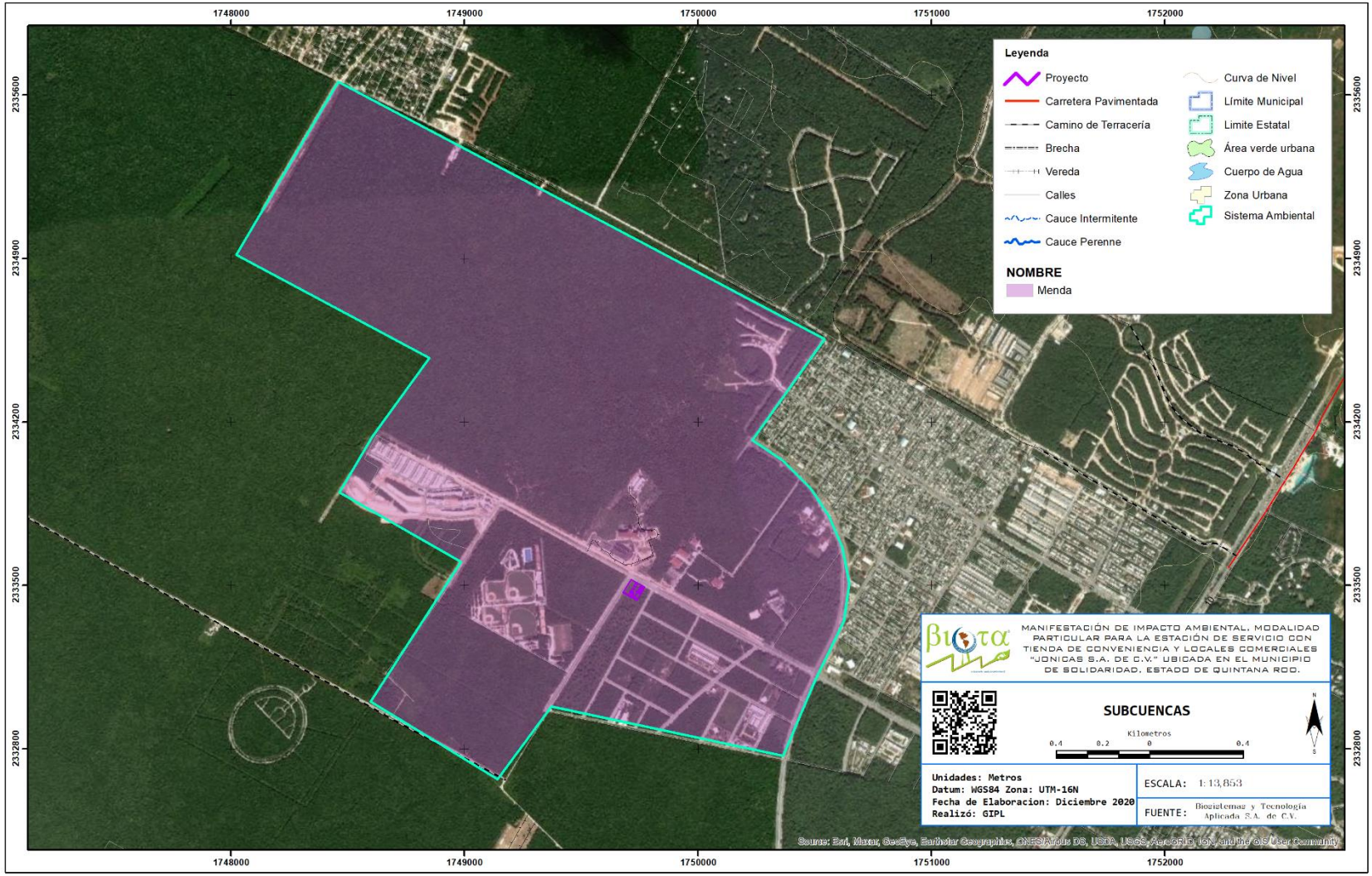
Hidrológicamente la Península de Yucatán se caracteriza por su falta de ríos superficiales de importancia, su hidrología es mayormente subterránea, en forma de cenotes como uno de los principales rasgos. Dentro de la mancha urbana de Playa del Carmen podemos encontrar algunos cenotes, y en los alrededores, hacia el norte y noroeste estos son más abundantes.

Imagen IV. 22. Cuencas Hidrológicas del Sistema Ambiental.



Fuente: BIOTA, 2021

Imagen IV. 23. Subcuencas Hidrológicas del Sistema Ambiental.



Fuente: Biota, ,2020.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.

La Península de Yucatán presenta rasgos estructurales característicos de formaciones cársticas, los cuales evolucionan como resultado de la acción erosiva del agua sobre las formaciones calizas que actúan sobre la piedra, disolviéndola, lo cual, tras largos periodos de tiempo, deriva en la formación de cámaras o cavidades subterráneas, conocidas como conductos de disolución. Estas condiciones no permiten la presencia de corrientes superficiales importantes, por lo que gran parte de la precipitación pluvial se evapotranspira y el resto se infiltra al manto subterráneo a través de fracturas, oquedades y conductos cársticos de las calizas. Derivado de esta estructura, el acuífero de la región se ve favorecido por la recarga del agua de lluvia (25,000 hm^3) y a su vez es altamente vulnerable a la contaminación que se genera en la superficie. La vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, va de extrema (costa) a alta (interior de la península), propiciado por el origen geológico de la roca que almacena el agua, donde la fracturación, la porosidad de la roca calcárea y la presencia de oquedades, contribuyen a una alta permeabilidad y conductividad hidráulica, lo cual facilita la entrada de contaminantes y su rápida propagación. Se sabe que el acuífero es kárstico, producto de ello son los cenotes, las cuevas secas e inundadas, tan particulares de la región. Algunos de los factores que favorecen los procesos de karstificación son el clima, la hidrología, la tectónica y la configuración estratigráfica vinculada a la sedimentología regional. Reflejo de lo anterior, son las cuevas inundadas que han sido exploradas y registradas como las más largas del mundo en la zona Norte de Quintana Roo y especialmente en la zona conocida como la Riviera Maya.

En la Península de Yucatán se registran importantes atributos geológicos que afectan la hidrología de la región. Dentro de estas estructuras se encuentran, la zona de fracturas de Holbox con una distribución Norte - Sur a lo largo de 100 Km de la Península, la Sierrita de Ticul en la zona central Oeste, la falla del Río Hondo en la zona Sureste y el Anillo de Cenotes en la zona Noroeste. El tipo de porosidad que presenta es alta, derivada ésta de la propia matriz de roca (porosidad intergranular), las fallas y fracturas y los conductos cársticos. La funcionalidad hidrológica de cada una de estas estructuras es diferencial, en el caso de la matriz de roca, su principal función es disminuir la velocidad de flujo del almacenamiento, mientras que, en los conductos, es el transporte de agua a mayor velocidad, en grandes volúmenes y a grandes distancias. Estas estructuras, tienen una función ecológica, hidrológica muy importante, puesto que funcionan como un sistema que interconecta las zonas de recarga tierra adentro en las selvas, con las zonas costeras (humedales) y marinas (Arrecife Mesoamericano), a través de los sistemas subterráneos y los sitios de descargas o manantiales. Conocer la heterogeneidad tanto horizontal, como vertical del acuífero, permitirá contar con elementos más apropiados para un manejo integral del agua en la Península de Yucatán. Uno de los grandes retos para el manejo del agua a escala local en zonas kársticas es la carencia de información a más completa sobre la ubicación de las principales estructuras cársticas. En este sentido, la geofísica aerotransportada puede tener un gran potencial para generar dicha información en grandes extensiones de terreno o en sitios de difícil acceso donde los métodos tradicionales no se pueden aplicar; proporcionando datos de gran importancia para integrar en los modelos geohidrológicos de sitios cársticos. La importancia de la protección y conservación de estas formaciones geológicas y su hidrodinámica, estriba en que el acuífero es extremadamente vulnerable a la contaminación y es prácticamente la única fuente de agua para todos los usos, por lo que el asegurar la cantidad y calidad del agua, es vital para sustentar el desarrollo en el corto, mediano y largo plazo. En este sentido, el conocer la estructura cárstica y dinámica del acuífero en esta zona, donde el flujo subterráneo se encuentra conectado directa o indirectamente con lagunas de aguas marinas interiores y el mar; permitirá valorar los efectos subsecuentemente al medio marino, por agentes contaminantes de las actividades en tierra; lo cual constituye una amenaza a la sustentabilidad de la actividad turística de la región. En Quintana Roo, existen tres acuíferos, que, por el origen geológico de la Península, son del tipo kársticos, sin embargo, para fines prácticos y administrativos, la CONAGUA los ha considerado como uno sólo, del cual se extrae el 100% de agua subterránea para todos los usos. Los acuíferos kársticos muestran singularidades que les diferencian del resto de acuíferos en su exploración, explotación y gestión.

Presentan, por una parte, características comunes a las redes hidrográficas, tales como: drenaje organizado en conductos y, por otra, características propias de los acuíferos porosos, por ejemplo: una matriz rocosas la cual puede tener cierta porosidad primaria, o secundaria por fracturación o incipiente karstificación. En este sentido, presentan a la vez una función transmisiva (capacidad para el paso del agua) en los conductos que

gobiernan el flujo del recurso hídrico, y una función capacitiva (capacidad para contener el agua) en los bloques que a gobierna el almacenamiento de las reservas. Además señala que la característica principal de los acuíferos kársticos, es su heterogeneidad organizada, es decir, los huecos que la disolución de la roca va originando, y el propio flujo que condiciona la disolución, se van jerarquizando desde arriba (la superficie del terreno), donde se produce la recarga, hacia abajo, donde se produce la descarga, dando una estructura de drenaje La superficie del Municipio de Solidaridad se encuentra constituida por la Unidad Geohidrológica denominada material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero. De acuerdo con el Estudio Geohidrológico realizado para el Estado de Quintana Roo por el INEGI, esta unidad es la que se encuentra más ampliamente distribuida, y está constituida por rocas carbonatadas calizas de textura mudstone, wackstone, packstone y grainstone; en estratos delgados, gruesos y masivos, e intercalaciones de horizontes y lengüetas arcillosas en estratificación cruzada. En esta unidad se han desarrollado cavernas por disolución y como consecuencia, la permeabilidad secundaria es alta. Tales condiciones, hacen posible el desarrollo del acuífero libre de donde se extrae el agua para abastecer el Municipio, y que como ya se mencionó, la recarga se lleva a cabo por infiltración directa del agua de lluvia. En cuanto a la dirección del flujo de agua subterránea de la Península de Yucatán, existen diversas posturas y propuestas para su modelación y entendimiento, pasando por las más generalistas y sencillas hasta aquellas que se enfocan en los rasgos geomorfológicos particulares como fallas y fracturas. Sin embargo, la mayoría de estas propuestas o abstracciones del funcionamiento del acuífero coinciden, a groso modo, en que el flujo de agua dominante se lleva a cabo del centro de la Península hacia la costa.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en coordinación con la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo, llevo a cabo un estudio en centro de población de Playa del Carmen con el fin de conocer la trayectoria de los efluentes provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales al ser inyectadas al acuífero, se confirmó a través de trazadores químicos fluorescentes, que el flujo de aguas subterráneas tiene una dirección preferencial de Poniente a Oriente. No obstante, en la porción Sur del área de estudio el flujo hídrico presenta una dirección preferencial Norte-Sur, mientras que en la porción Sur del área es Noroeste Sureste, pero siempre rumbo a la línea de costa. El estudio del balance hídrico en hidrología se basa en la aplicación del principio de conservación de masas, también conocido como ecuación de la continuidad. Estas establecen que, para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier periodo de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada (Sokolov y Chapman, 1981). La ecuación del balance hídrico, para cualquier zona o cuenca natural o cualquier masa de agua, indica los valores relativos de entrada y salida de flujo y la variación del volumen de agua almacenada en la zona o masa de agua. En general, las entradas en la ecuación del balance hídrico comprenden la precipitación (lluvia o nieve), realmente recibida en la superficie del suelo, y las aguas superficial y subterráneas recibida dentro de la cuenca o masa de agua desde fuera. Las salidas en la ecuación incluyen la evaporación desde la superficie de la masa de agua y la salida de corrientes de agua superficial y subterránea desde la cuenca o masa de agua considerada. Ordoñez (2011) menciona que, aunque la ecuación es muy simple, la cuantificación de sus términos es normalmente complicada por la falta de medidas directas y por la variación espacial de la evapotranspiración, de las pérdidas profundas (en acuíferos) y de las variaciones del agua almacenada en la cuenca. Así mismo, afirma de manera general que, del agua que cae en un determinado sitio (precipitación), parte vuelve a la atmosfera ya sea por evaporación directa o transpiración vegetal (evapotranspiración), y otra parte escurre por la superficie de la cuenca (escorrentía superficial). Ahora bien, para el balance de aguas subterráneas del acuífero Península de Yucatán estimado por la CONAGUA (2009), este se realizó considerando que, al no existir información para calcular las salidas horizontales, el valor de cambio de almacenamiento es nulo, pudiéndolo despejar así de la formula indicada por la NOM -011-CONAGUA-2004.

Recarga Total (suma de entradas)= Cambio de almacenamiento de la unidad hidrológica + Descarga total (suma de salidas).

Por lo tanto:

Recarga total ≈ Descarga total 14,542.2 Mm³/año (este flujo comprende las descargas naturales hacia el mar y la salida por flujo subterráneo), y 1,512 Mm³ al año que corresponden al volumen concesionado de aguas

subterráneas según los datos proporcionados por el REPDA (Registro Público de Derecho de Agua). Por lo anterior, se deduce entonces que la disponibilidad de aguas subterráneas en el acuífero denominado Península de Yucatán es de 5,759. 22 Mm³/año. Durante el estudio realizado por el IMTA, para el rastreo de contaminantes en las aguas subterráneas de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad; se determinó el balance hidrológico subterráneo en una superficie de 268.71 km²; sin embargo, en él no se considera despreciable el cambio de almacenamiento del acuífero, al contrario, la estimación de otras variables que posteriormente se mencionarán, tiene como objetivo el cálculo de dicho valor. De este modo, tal estudio proporciona un panorama aproximado y en cierta medida más particular, acerca del dinamismo hidrológico subterráneo que se presenta en el Municipio de Solidaridad.

CALIDAD DEL AGUA.

Como se menciona en apartados previos, las condiciones hidrogeológicas del acuífero sobre el que se encuentra el Municipio de Solidaridad (acuífero Península de Yucatán), propician la contaminación del agua subterránea, ya que por un lado las oquedades del terreno cárstico de alta permeabilidad y por otro lado la ausencia de un medio poroso que sirva de material filtrante y la escasa profundidad del nivel del agua subterránea, facilitan el acceso de los contaminantes subsuelo y su rápida propagación en el acuífero. Ahora bien, independientemente de los factores de origen antropogénico que intervienen o definen la calidad del agua en ciertas zonas del Estado de Quintana Roo, la calidad hídrica del acuífero Península de Yucatán presenta por si sola notables diferencias, las cuales están relacionadas más bien con la composición geoquímica del material que constituye el acuífero, el comportamiento hidrodinámico de los flujos subterráneos, la permanencia del agua en la matriz que la contiene, profundidad, así como la exposición eventual del agua subterránea en cenotes. Por tanto, naturalmente en el acuífero se distinguen 4 “familias de agua” que se caracterizan cada una de acuerdo a su dureza (cantidad de sales disueltas), estas son: cálcico bicarbonatadas en las zonas preferiblemente calcáreas, cálcico sulfatadas en las dominancias de evaporizas y yesos, y sódico cloruradas en las cercanías de la costa. La calidad hídrica del acuífero Península de Yucatán presenta notables diferencias, las cuales están relacionadas más bien con la composición geoquímica del material que constituye el acuífero, el comportamiento hidrodinámico de los flujos subterráneos, la permanencia del agua en la matriz que la contiene, profundidad, así como la exposición eventual del agua subterránea en cenotes. Por tanto, naturalmente en el acuífero se distinguen 4 “familias de agua” que se caracterizan cada una de acuerdo a su dureza (cantidad de sales disueltas), estas son: cálcico bicarbonatadas en las zonas preferiblemente calcáreas, cálcico sulfatadas en las dominancias de evaporizas y yesos, y sódico cloruradas en las cercanías de la costa. Para el caso del Municipio de Solidaridad, en este convergen dos zonas geohidrológicas, la Planicie interior y la Zona costera o costas bajas. El predio del proyecto se encuentra en la Planicie interior, que de acuerdo con el INEGI se describe a continuación: ***Planicie interior***: las rocas que lo conforman son calizas de origen marino pertenecientes a la formación Felipe Carrillo Puerto de edad Mioceno Superior-Plioceno, también se encuentran rocas del terciario superior. El agua tiene buena, excepto en las cercanías con la costa donde los sólidos totales rebasan en ocasiones las 4, 000 ppm; la familia de agua predominantes es cálcica bicarbonatada-magnésica.

IV.2.2. Aspectos Bióticos.

IV.2.2.1. Vegetación.

METODOLOGÍA.

Para la descripción de la vegetación, su análisis e interpretación que se presenta en este apartado fueron necesario dividir el trabajo en fases: **etapa de preparación**, **la fase en campo** y **la fase en oficina**; a continuación, se describen las actividades para cada una de ellas.

a) Etapa de preparación.

En esta etapa se realiza el acomodo de datos para llevar a campo la información correcta y preliminar, con la finalidad de conocer las áreas y comprobar sus características en la fase de campo. Se delimitó, en la carta topográfica y la imagen de satélite, la poligonal del proyecto para definir sus límites y colindancias, y así, conocer de forma anticipada la superficie a muestrear, que se corrobora en la siguiente etapa y se modifica con datos reales. Se determino una superficie de pre-muestreo de 0.5 ha. Las unidades de muestreo son los elementos utilizados para seleccionar la muestra. En la realización de inventarios forestales, con mucha frecuencia se utilizan conglomerados o sitios circulares de un tamaño determinado como unidad para la toma de datos que deben satisfacer tres requisitos importantes:

- Deben distinguirse claramente.
- Las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal a medir deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos.
- Una vez seleccionados, la forma y el tamaño, deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

Diseño de muestreo.

El diseño del muestreo dasonómico es sistemático y estratificado (por estrato de la vegetación y tipo de vegetación), esto con la finalidad de contar con elementos estadísticos que permitan estimar la confiabilidad del inventario e intensificar el muestreo en las zonas con mayor dinámica de cambio y con las estructuras vegetativas más complejas.

b) Fase en campo

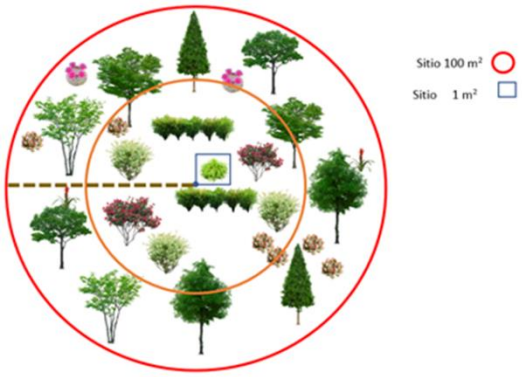
Para la toma de datos se requirió el siguiente material:

- GPS.
- Tablet con imagen satelital.
- Lápiz y pluma.
- Formato de captura.
- Clinómetro.
- Cinta diamétrica.
- Machete.
- Cámara fotográfica.

Y el procedimiento fue el siguiente:

- Se establecieron 4 sitios de muestreo para el estrato arbóreo y subsitios para el resto de los estratos presentes, con diferentes tamaños:
    - Estrato Arbóreo, arbustivo, lianas y cactáceas: sitio circular de 100 m^2, con un radio de 5.64 m
    - Estrato Herbáceo: sitio cuadrangular de 1m^2
- Se ubicaron los sitios a través de un GPS (marca GARMIN) con una precisión del ±3 grados de error.
- Se delimito el sitio con una cuerda o cinta y se procedió a medir las variables dasométricas de los árboles (diámetro y altura), para el estrato arbustivo y de lianas y cactáceas, se cuantificaron todos los individuos presentes. Para el estrato herbáceo se realizó la delimitación del sitio para la posterior cuantificación de individuos. Este procedimiento se repitió en cada uno de los puntos que fueron establecidos para tomar información.

Imagen IV. 24 Diseño de muestreo.



Fuente: BIOTA, 2021.

Fotografía IV. 3. Muestreo realizado para el proyecto.

En las fotografías se observa el recorrido y levantamiento de datos del proyecto el cual corresponde a un uso de suelo y vegetación de (Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia), así como también del SAL.

Fuente: BIOTA, 2021.

Es importante señalar, que, para complementar el trabajo de campo, se realizaron vuelos con un Dron, con la finalidad de apreciar y tener una idea actualizada del uso de suelo y vegetación, presentes en el SAL y el predio del proyecto.

Fotografía IV. 4. Empleo de Dron en prospección de campo.

Fuente: BIOTA, 2021.

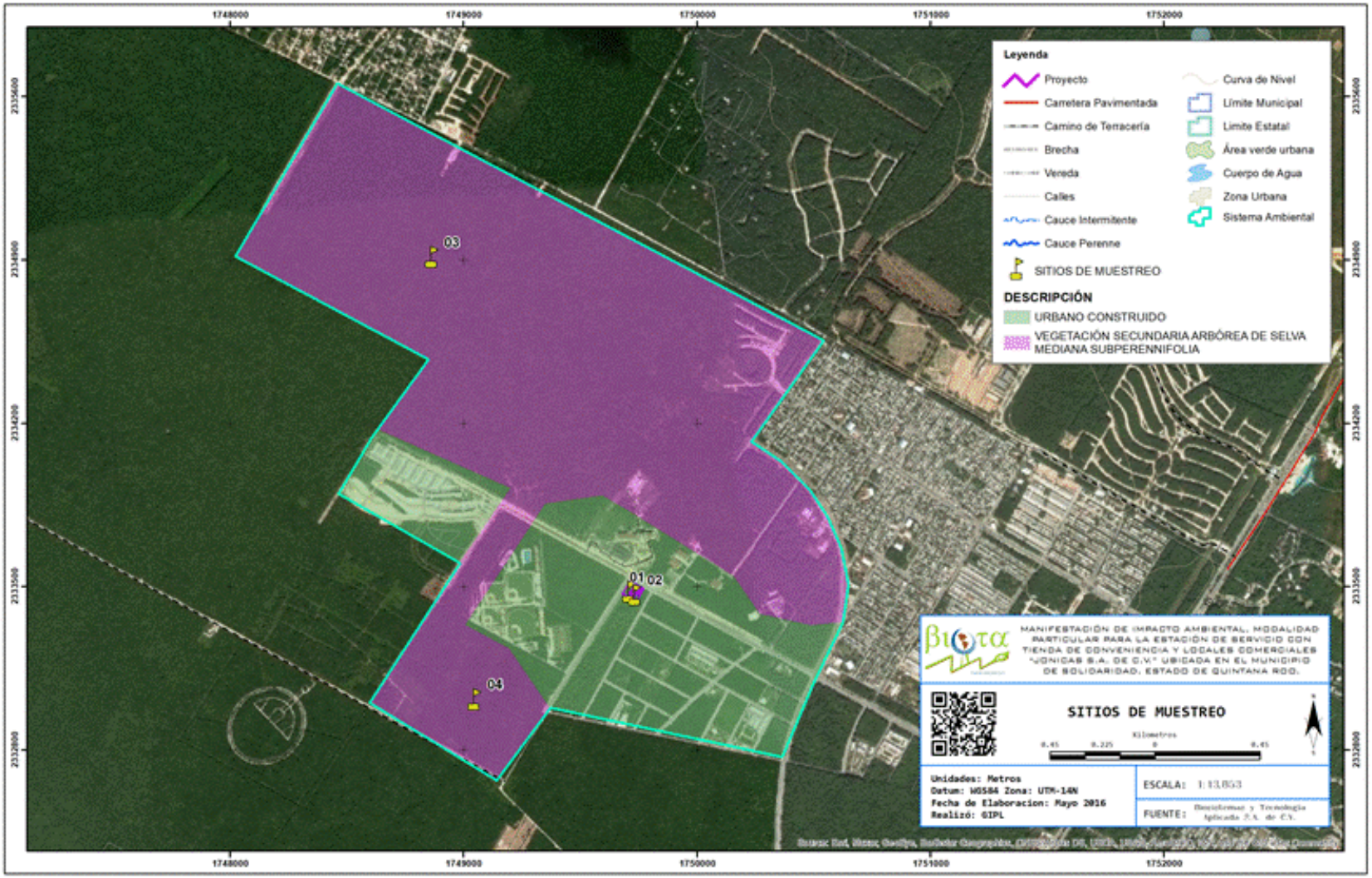
Con base en lo anterior expuesto a continuación, se muestra la tabla de coordenadas y la imagen de los sitios de muestreo realizados para el proyecto, cabe señalar que se realizaron 4 muestreos en el Sistema Ambiental Local y predio del proyecto.

Tabla IV. 10. Coordenadas de los sitios de muestreo dentro del SAL y el predio.

SITIOS DE MUESTREO DENTRO DEL SA		
ID	**X**	**Y**
1	493121	2287044
2	493144	2287030
3	492400	2288508
4	492441	2286642

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 25. Sitios de Muestreo del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021

A continuación, se realiza una descripción del tipo de uso de suelo y vegetación con vocación forestal con la que cuenta el Sistema Ambiental Local.

Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia.

- ✓ **Vegetación secundaria:** Se incluye en general bajo esta categoría a las comunidades naturales de plantas que se establecen como consecuencia de la destrucción total o parcial de la vegetación primaria o clímax, realizada directamente por el hombre o por sus animales domésticos. Una comunidad secundaria, por lo común, tiende a desaparecer y no persiste durante un periodo largo, sino que da lugar a otra y ésta, a su vez, a otra, determinándose de esta manera una sucesión que, a través del tiempo, conduce por lo común nuevamente a la comunidad clímax, misma que está en equilibrio con el clima y no se modifica mientras éste permanezca estable. Una comunidad secundaria, sin embargo, puede también mantenerse indefinidamente como tal si persiste el disturbio que la ocasionó, o bien si el hombre impide su ulterior transformación. Tal efecto se logra frecuentemente con el pastoreo, con el fuego o con ambos factores combinados, prácticas bastante comunes en México.
- ✓ **Vegetación secundaria arbórea:** Vegetación arbórea que se desarrolla después de transcurridos varios años de desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad y el tipo de disturbio presente, podemos encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias. Selva alta subperennifolia. También de clima cálido húmedo; se le ubica al sur de la península de Yucatán y a lo largo de la costa del Pacífico.

Fotografía IV. 5. Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia.

Cabe señalar que las especies encontradas con mayor frecuencia dentro del SAL son: *Bursera simaruba* y *Cascabela gaumeri.*

Fuente: BIOTA, 2021.

CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN.

De la superficie total del SAL (419.76 ha), solo se ocuparán para el proyecto 0.43 ha, que representan el 0.10 % de toda la superficie del SAL, es decir que el 99.90 % del SAL no tendrá ninguna interacción ni afectación directa con las actividades del Proyecto, destacando que la movilidad de la sociedad y la economía es la que incluirá en ese espacio territorial. Se tiene que el área total ocupada por el proyecto será de 0.43 ha, de las cuales 0.43 ha corresponden a la superficie a afectar por el trazo del proyecto, dentro del SAL la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia abarca un área de 71.38 %; aunado a esta cifra, se adiciona la superficie ocupada por Urbano Construido que es de 28.62%.

Tabla IV. 11. Resumen de vegetación de probable afectación debido al proyecto

TIPO DE VEGETACIÓN DEL SAL A SER AFECTADA POR EL PROYECTO	SUPERFICIE EN EL SAL (HAS)	SUP. AFECTADA POR EL PROYECTO(HAS)	% DE OCUPACIÓN POR EL PROYECTO EN EL SAL
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	299.62	-	-
Urbano Construido	120.13	0.43	0.10
Total	**419.76**	**0.43**	**0.10**

Fuente: BIOTA, 2021.

Cabe puntualizar que debido a la apertura del proyecto, será necesario solicitar autorización en materia de cambio de uso de suelo por una superficie de 0.43 hectáreas de Urbano Construido, la cual fue considerada de acuerdo a la definición que establece el REIA en su artículo 3 fracción I que a la letra señala: "Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación", así como, la definición que señala la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDDFS) en su artículo 7, inciso V, que a la letra indica: "Cambio de uso de suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales". Por lo tanto, cabe señalar que en ambas definiciones no incluyen o descartan los macizos forestales para destinarla a una actividad no forestal, por lo que fue considerado para el proyecto en cuestión. Cabe reiterar que serán 0.43 ha de Macizo forestal dentro de un uso de suelo y vegetación de Urbano Construido de las que se solicitara autorización en cambio de uso de suelo y vegetación, como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla IV. 12. Cambio de Uso de suelo.

CLAVE	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE %
AH	Urbano Construido	0.43	100
Total		0.43	**100.00**

Fuente: BIOTA, 2021.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA.

Con la finalidad de conocer la composición florística del SAL y el área del proyecto, como ya se ha señalado se realizaron 4 muestreos, el acumulado de las especies encontradas en los mismos se muestra a continuación.

Tabla IV. 13. Acumulado de especies los sitios de muestreo

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
1	Sapindaceae	*Allophylus cominia*	Palo de caja
2	Fabaceae	*Bahunia variegata*	Uña de vaca
3	Caesalpiniaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca
4	Nolinaceae	*Beaucarnea ameliae*	Pata de elefante
5	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chakaj
6	Caesalpiniaceae	*Caesalpinia gaumeri*	Kekenche
7	Caesalpiniaceae	*Caesalpinia yucatanensis*	Chakte
8	Myrtaceae	*Calyptranthes pallens*	Murta
9	Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Campanilla
10	Salicaceae	*Casearia emarginata*	Naranja che'
11	Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo
12	Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Algodoncillo
13	Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat
14	Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimitillo
15	Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia*	Uvilla
16	Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Bob
17	Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Ciricote

18	Bignoniaceae	*Crescentia cujete*	Güiro
19	Sapindaceae	*Cupania glabra*	Cojote venado
20	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Sakchaká
21	Putranjivaceae	*Drypetes lateriflora*	Ekulub
22	Rutaceae	*Esenbeckia berlandieri*	Limoncillo
23	Myrtaceae	*Eugenia bumelioides*	Eugenia
24	Myrtaceae	*Eugenia rhombea*	Eugenia
25	Myrtaceae	*Eugenia winzerlingii*	Eugenia
26	Sapindaceae	*Exothea diphylla*	Guayo
27	Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Álamo
28	Moraceae	*Ficus maxima*	Amate
29	Moraceae	*Ficus obtusifolia*	Huiguerilla
30	Capparaceae	*Forchammeria trifoliata*	Naranjillo
31	Fabaceae	*Gliricida sepium*	Cacahuananche
32	Lecythidaceae	*Grias cauliflora*	Grias
33	Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Manzanillo
34	Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Yaytil
35	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus*	Guayacán
36	Euphorbiaceae	*Hippomane mancinella*	Manzanilla
37	Euphorbiaceae	*Jatropha cucas*	Jatropha
38	Salicaceae	*Laetia thaminia*	Zapote amarillo
39	Fabaceae	*Lonchocarpus xuul*	Palo gusano
40	Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam
41	Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote
42	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen Prieto
43	Mimosaceae	*Mimosa bahamensis*	Mimosa
44	Flacourtiaceae	*Muntingia calabura*	Capulín
45	Lauraceae	*Nectandra coriacea*	Palo de gas
46	Nyctaginaceae	*Neea tenuis*	Tadzi
47	Simaroubaceae	*Picramnia antidesma*	Pasa hembra
48	Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Habin
49	Mimosaceae	*Pithecellobium mangense*	Verde lucero
50	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Guayabillo
51	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita
52	Rubiaceae	*Randia longiloba*	Xkaax
53	Arecaceae	*Sabal yapa*	Huano
54	Fabaceae	*Senna peralteana*	Zorrillo
55	Sapotaceae	*Sideroxylon foetidissimum*	Caya amarilla
56	Sapotaceae	*Sideroxylon persimile*	bóol chi che
57	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Guayacán rosado
58	Sapindaceae	*Talisia olivaeformis*	Guaya
59	Apocynaceae	*Thevetia gaumeri*	Akitz
60	Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Hueso de tigre
61	Arecaceae	*Thrinax radiata*	Guano de costa
62	Meliaceae	*Trichilia americana*	Cedro macho
63	Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Subin
64	Fabaceae	*Zygia latifolia*	Zygia
65	Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Box kaatsim
66	Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo
67	Primulaceae	*Ardisia escallonioides*	Capulincillo
68	Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra
69	Fabaceae	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'
70	Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Granadilla
71	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chaay
72	Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche
73	Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua
74	Menispermaceae	*Hyperbaena mexicana*	Manguito
75	Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Xu'ul
76	Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín
77	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Manzanilla
78	Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi
79	Apocynaceae	*Rauvolfia tetraphylla*	Chililló
80	Salicaceae	*Samyda yucatanensis*	Jazmincillo
81	Sapindaceae	*Cardiospermum corindum*	Tronadora
82	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Tripa de pollo
83	Poaceae	*Ichnanthus lanceolatus*	K'an chíin
84	Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Carricillo
85	Poaceae	*Paspalum pubiflorum*	Pasto
86	Acanthaceae	*Ruellia makoyana*	Planta de vuelo
87	Acanthaceae	*Stenandrium nanum*	Stenandrium

88	Cactaceae	*Acanthocereus pentagonus*	Tsakam
89	Bromeliaceae	*Aechmea bracteata*	Xchu
90	Rubiaceae	*Chiococca alba*	Huele de noche
91	Bignoniaceae	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab
92	Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Barbasco
93	Sapindaceae	*Serjania adiantoides*	Wayuum aak'
94	Bignoniaceae	*Styzophyllum riparium*	Bejuco blanco

Fuente: BIOTA, 2021.

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN.

A continuación, se muestran los cálculos del Índice de Simpson de las especies en el muestreo de flora dentro de SAL.

- **Índice Simpson.**

Los índices de dominancia se basan en parámetros inversos a los conceptos de equidad puesto que toman en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad, el índice de Simpson también conocido como como índice de diversidad de especies o índice de dominancia, es uno de los parámetros que nos permite medir la riqueza de organismos. A medida que el índice incrementa, la diversidad decrece, por ello el índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia, por lo cual entre más aumente el valor uno, la diversidad disminuye. El índice de dominancia de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. Por ello el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies. Entonces entre más aumente el valor a 1, la diversidad disminuye. Este valor es el valor máximo que toma el índice, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado. Expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie. Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y (1-1/S). Tomando en cuenta que el valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad y que la dominancia es alta. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 1, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- Mayor a 0.67 diversidad alta.
- 0.34 a 0.66 diversidad media.
- 0 a 0.33 diversidad baja.

La diversidad se midió con el Índice de Simpson (1975), considerando lo siguiente:
Expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie.
Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras.
Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y (1-1/S).

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^{S} Pi^2$$

Donde:

λ = Índice de dominancia
Pi = Proporción de los individuos registrados en cada especie (n/N)
n = Número de individuos de la especie
N = Número total de especies

A continuación, se muestran los cálculos del Índice de Simpson.

El índice de Simpson de dominancia D=p^2 estima si en un área determinada hay especies muy dominantes al sumar términos al cuadrado les dé importancia a las especies muy abundantes y por lo tanto la dominancia dará una cifra alta, cercana a uno que es el valor máximo que toma en índice, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado. A continuación, se muestra el cálculo del índice de Simpson para cada uno de los estratos en el orden arbóreo, arbustivo, herbáceo y de lianas y cactáceas.

VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA

Tabla IV. 14. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson.

ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	p(i)2
1	*Sapindaceae*	*Allophylus*	*Allophylus cominia*	Palo de caja	9,569	0.1135	0.0129
2	*Fabaceae*	*Bauhinia*	*Bahunia variegata*	Uña de vaca	1,829	0.0217	0.0005
3	*Caesalpiniaceae*	*Bauhinia*	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	1,407	0.0167	0.0003
4	*Nolinaceae*	*Beaucarnea*	*Beaucarnea ameliae*	Pata de elefante	169	0.0020	0.0000
5	*Burseraceae*	*Bursera*	*Bursera simaruba*	Chakaj	2,026	0.0240	0.0006
6	*Caesalpiniaceae*	*Caesalpinia*	*Caesalpinia gaumeri*	Kekenche	563	0.0067	0.0000
7	*Caesalpiniaceae*	*Caesalpinia*	*Caesalpinia yucatanensis*	Chakte	450	0.0053	0.0000
8	*Myrtaceae*	*Calyptranthes*	*Calyptranthes pallens*	Murta	1,266	0.0150	0.0002
9	*Apocynaceae*	*Cascabela*	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	2,252	0.0267	0.0007
10	*Salicaceae*	*Casearia*	*Casearia emarginata*	Naranja che'	563	0.0067	0.0000
11	*Urticaceae*	*Cecropia*	*Cecropia peltata*	Guarumbo	422	0.0050	0.0000
12	*Malvaceae*	*Ceiba*	*Ceiba aesculifolia*	Algodoncillo	141	0.0017	0.0000
13	*Arecaceae*	*Chamaedorea*	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	2,702	0.0321	0.0010
14	*Sapotaceae*	*Chrysophyllum*	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimitillo	563	0.0067	0.0000
15	*Polygonaceae*	*Coccoloba*	*Coccoloba diversifolia*	Uvilla	394	0.0047	0.0000
16	*Polygonaceae*	*Coccoloba*	*Coccoloba spicata*	Bob	957	0.0114	0.0001
17	*Boraginaceae*	*Cordia*	*Cordia dodecandra*	Ciricote	1,126	0.0134	0.0002
18	*Bignoniaceae*	*Crescentia*	*Crescentia cujete*	Güiro	338	0.0040	0.0000
19	*Sapindaceae*	*Cupania*	*Cupania glabra*	Cojote venado	563	0.0067	0.0000
20	*Araliaceae*	*Dendropanax*	*Dendropanax arboreus*	Sakchaká	704	0.0083	0.0001
21	*Putranjivaceae*	*Drypetes*	*Drypetes lateriflora*	Ekulub	844	0.0100	0.0001
22	*Rutaceae*	*Esenbeckia*	*Esenbeckia berlandieri*	Limoncillo	478	0.0057	0.0000
23	*Myrtaceae*	*Eugenia*	*Eugenia bumelioides*	Eugenia	1,407	0.0167	0.0003
24	*Myrtaceae*	*Eugenia*	*Eugenia rhombea*	Eugenia	281	0.0033	0.0000
25	*Myrtaceae*	*Eugenia*	*Eugenia winzerlingii*	Eugenia	281	0.0033	0.0000
26	*Sapindaceae*	*Exothea*	*Exothea diphylla*	Guayo	1,295	0.0154	0.0002
27	*Moraceae*	*Ficus*	*Ficus cotinifolia*	Álamo	169	0.0020	0.0000
28	*Moraceae*	*Ficus*	*Ficus maxima*	Amate	56	0.0007	0.0000
29	*Moraceae*	*Ficus*	*Ficus obtusifolia*	Huiguerilla	844	0.0100	0.0001
30	*Capparaceae*	*Forchammeria*	*Forchammeria trifoliata*	Naranjillo	225	0.0027	0.0000
31	*Fabaceae*	*Gliricida*	*Gliricida sepium*	Cacahuananche	985	0.0117	0.0001
32	*Lecythidaceae*	*Grias*	*Grias cauliflora*	Grias	1,126	0.0134	0.0002
33	*Rubiaceae*	*Guettarda*	*Guettarda combsii*	Manzanillo	1,295	0.0154	0.0002
34	*Euphorbiaceae*	*Gymnanthes*	*Gymnanthes lucida*	Yaytil	281	0.0033	0.0000
35	*Bignoniaceae*	*Handroanthus*	*Handroanthus chrysanthus*	Guayacán	704	0.0083	0.0001
36	*Euphorbiaceae*	*Hippomane*	*Hippomane mancinella*	Manzanilla	4,503	0.0534	0.0029
37	*Euphorbiaceae*	*Jatropha*	*Jatropha cucas*	Jatropha	4,503	0.0534	0.0029
38	*Salicaceae*	*Laetia*	*Laetia thaminia*	Zapote amarillo	422	0.0050	0.0000
39	*Fabaceae*	*Lonchocarpus*	*Lonchocarpus xuul*	Palo gusano	2,139	0.0254	0.0006
40	*Fabaceae*	*Lysiloma*	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	3,912	0.0464	0.0022
41	*Sapotaceae*	*Manilkara*	*Manilkara zapota*	Chicozapote	366	0.0043	0.0000
42	*Anacardiaceae*	*Metopium*	*Metopium brownei*	Chechen Prieto	619	0.0073	0.0001
43	*Mimosaceae*	*Mimosa*	*Mimosa bahamensis*	Mimosa	507	0.0060	0.0000
44	Flacourtiaceae	Muntingia	Muntingia calabura	Capulín	1,407	0.0167	0.0003
45	Lauraceae	Nectandra	Nectandra coriacea	Palo de gas	1,548	0.0184	0.0003
46	Nyctaginaceae	Neea	Neea tenuis	Tadzi	281	0.0033	0.0000

47	Simaroubaceae	Picramnia	Picramnia antidesma	Pasa hembra	56	0.0007	0.0000
48	Fabaceae	Piscidia	Piscidia piscipula	Habin	1,069	0.0127	0.0002
49	Mimosaceae	Pithecellobium	Pithecellobium mangense	Verde lucero	394	0.0047	0.0000
50	Myrtaceae	Psidium	Psidium sartorianum	Guayabillo	281	0.0033	0.0000
51	Rubiaceae	Randia	Randia aculeata	Crucecita	788	0.0093	0.0001
52	Rubiaceae	Randia	Randia longiloba	Xkaax	5,629	0.0668	0.0045
53	Arecaceae	Sabal	Sabal yapa	Huano	4,278	0.0508	0.0026
54	Fabaceae	Senna	Senna peralteana	Zorrillo	422	0.0050	0.0000
55	Sapotaceae	Sideroxylon	Sideroxylon foetidissimum	Caya amarilla	1,126	0.0134	0.0002
56	Sapotaceae	Sideroxylon	Sideroxylon persimile	Bóol chi che	1,970	0.0234	0.0005
57	Bignoniaceae	Tabebuia	Tabebuia rosea	Guayacán rosado	141	0.0017	0.0000
58	Sapindaceae	Talisia	Talisia olivaeformis	Guaya	1,041	0.0124	0.0002
59	Apocynaceae	Thevetia	Thevetia gaumeri	Akitz	619	0.0073	0.0001
60	Sapindaceae	Thouinia	Thouinia paucidentata	Hueso de tigre	1,858	0.0220	0.0005
61	Arecaceae	Thrinax	Thrinax radiata	Guano de costa	5,066	0.0601	0.0036
62	Meliaceae	Trichilia	Trichilia americana	Cedro macho	281	0.0033	0.0000
63	Fabaceae	Vachellia	Vachellia collinsii	Subin	647	0.0077	0.0001
64	Fabaceae	Zygia	Zygia latifolia	Zygia	141	0.0017	0.0000
	Total				84,292	1	0.0400
I. Simpson λ							0.9600
Dominancia							0.0400

Fuente: BIOTA, 2021.

Los resultados para el estrato arbóreo muestran que, para el índice de diversidad de Simpson, la diversidad es alta con un valor de 0.9600, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia baja (0.0400) por lo que se puede observar que existen una cantidad considerable de especies y que por ende son pocas las especies que dominen las áreas dentro de los sitios de muestreo.

Tabla IV. 15. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson.

ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	p(i)2
1	*Fabaceae*	*Acacia*	*Acacia gaumeri*	Box kaatsim	571	0.0177	0.0003
2	*Acanthaceae*	*Aphelandra*	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo	1142	0.0353	0.0012
3	*Primulaceae*	*Ardisia*	*Ardisia escallonioides*	Capulincillo	4036	0.1249	0.0156
4	*Fabaceae*	*Bauhinia*	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra	762	0.0236	0.0006
5	*Fabaceae*	*Bauhinia*	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	4569	0.1413	0.0200
6	*Lamiaceae*	*Callicarpa*	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	2056	0.0636	0.0040
7	*Euphorbiaceae*	*Cnidoscolus*	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chaay	1904	0.0589	0.0035
8	*Polygonaceae*	*Gymnopodium*	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche	381	0.0118	0.0001
9	*Malvaceae*	*Hampea*	*Hampea trilobata*	Majagua	2703	0.0836	0.0070
10	*Menispermaceae*	*Hyperbaena*	*Hyperbaena mexicana*	Manguito	2285	0.0707	0.0050
11	*Euphorbiaceae*	*Jatropha*	*Jatropha gaumeri*	Xu'ul	571	0.0177	0.0003
12	*Fabaceae*	*Lonchocarpus*	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	4950	0.1531	0.0234
13	*Malvaceae*	*Malvaviscus*	*Malvaviscus arboreus*	Manzanilla	1066	0.0330	0.0011
14	*Nyctaginaceae*	*Neea*	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi	2665	0.0824	0.0068
15	*Apocynaceae*	*Rauvolfia*	*Rauvolfia tetraphylla*	Chililló	1904	0.0589	0.0035
16	*Salicaceae*	*Samyda*	*Samyda yucatanensis*	Jazmincillo	762	0.0236	0.0006
	Total				32,328	1	0.0930
I. Simpson λ							0.9070
Dominancia							0.0930

Fuente: BIOTA, 2021.

Los resultados para el estrato arbustivo al igual que arbóreo, muestran que para el índice de diversidad de Simpson; la diversidad es alta con un valor de 0.9070, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia baja (0.0930) por lo que se puede observar que existen una cantidad considerable de especies y que por ende son pocas las especies que dominen las áreas dentro de los sitios de muestreo.

ESTRATO HERBÁCEO.

Tabla IV. 16. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson.

ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	p(i)2
1	*Sapindaceae*	*Cardiospermum*	*Cardiospermum corindum*	Tronadora	462,367	0.2564	0.0657
2	*Commelinaceae*	*Commelina*	*Commelina diffusa*	Tripa de pollo	277,420	0.1538	0.0237
3	*Poaceae*	*Ichnanthus*	*Ichnanthus lanceolatus*	K'an chíin	46,237	0.0256	0.0007
4	*Poaceae*	*Lasiacis*	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	462,367	0.2564	0.0657
5	*Poaceae*	*Paspalum*	*Paspalum pubiflorum*	Pasto	92,473	0.0513	0.0026
6	*Acanthaceae*	*Ruellia*	*Ruellia makoyana*	Planta de vuelo	369,894	0.2051	0.0421
7	*Acanthaceae*	*Stenandrium*	*Stenandrium nanum*	Stenandrium	92,473	0.0513	0.0026
7	Total				1,803,232	1	0.2032
I. Simpson λ							0.7968
Dominancia							0.2032

Fuente: BIOTA, 2021.

Los resultados para el estrato herbáceo, muestran que para el índice de diversidad de Simpson; la diversidad es media con un valor de 0.7968, por lo que es básicamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia baja (0.2032) por lo que se puede observar que existen una cantidad de especies y que por ende son pocas las especies que dominen las áreas dentro de los sitios de muestreo.

ESTRATO LIANAS Y CACTÁCEAS.

Tabla IV. 17. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson.

ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	p(i)2
1	*Cactaceae*	*Acanthocereus*	*Acanthocereus pentagonus*	Tsakam	15,536	0.5511	0.3038
2	*Bromeliaceae*	*Aechmea*	*Aechmea bracteata*	Xchu	118	0.0042	0.0000
3	*Rubiaceae*	*Chiococca*	*Chiococca alba*	Huele de noche	471	0.0167	0.0003
4	*Bignoniaceae*	*Dolichandra*	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	1,177	0.0418	0.0017
5	Sapindaceae	Paullinia	Paullinia pinnata	Barbasco	3,531	0.1253	0.0157
6	Sapindaceae	Serjania	Serjania adiantoides	Wayuum aak'	5,590	0.1983	0.0393
7	Bignoniaceae	Styzophyllum	Styzophyllum riparium	Bejuco blanco	1,765	0.0626	0.0039
	Total				28,188	1	0.3648
I. Simpson λ							0.6352
Dominancia							0.3648

Fuente: BIOTA, 2021.

Los resultados para este estrato, muestran que para el índice de diversidad de Simpson; la diversidad es media con un valor de 0.6352, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia alta (0.3648) por lo que se puede observar que existen menos especies y que hay una especie que domina las áreas dentro de los sitios de muestreo.

- **ABUNDANCIA RELATIVA E ÍNDICE DE RIQUEZA DE (SHANNON – WIENER).**

Un índice de diversidad, se calcula mediante ecuaciones matemáticas que tienen la finalidad de proporcionar información sobre la composición de una comunidad; así como la abundancia relativa y la riqueza de especies, midiendo el grado promedio de incertidumbre en predecir a cual especie pertenecerá cada individuo escogido al azar de una colecta; estos índices a su vez pueden ser tomados como referentes a las condiciones de la comunidad, basándose en su diversidad, ya que esta última se puede ver afectada por las perturbaciones que sufre el medio. Existen diversos índices para cuantificar la biodiversidad, siendo uno de los más utilizados es el índice de Shannon-Wiener, también conocido como el índice de Shannon derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- 5 condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- 4 muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$\mathrm{H} = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln\, Pi$$

Dónde:

n_i = número de individuos en el sistema de la especie determinada i.
N = número total de individuos.
S = número total de especies.

Cálculo de la riqueza esperada mediante Michaelis-Menten

Modelo matemático ampliamente usado para estimar la riqueza de las especies (S) a través de curvas de acumulación de estas, a través de las especies observadas, las cuales alcanzan la asíntota cuando se llega a la riqueza máxima teóricamente determinada por dicho modelo. A continuación, se muestra la ecuación que sigue el modelo matemático:

$$\mathbf{y} = \frac{\mathbf{ax}}{\mathbf{b} + \mathbf{x}}$$

Dónde:

y= Michaelis-Menten
a= Número de especies estadísticamente presentes en el sitio
x= Tamaño del sitio de muestreo
b= Esfuerzo de muestreo necesario para detectar el 50 % de las especies

A continuación, se muestra el índice de Shannon Wiener en el SAL para el tipo de vegetación y su respectiva Desviación estándar.

RESULTADOS DE LA ABUNDANCIA RELATIVA E ÍNDICE DE RIQUEZA EN EL ÁREA MUESTREADA DENTRO DEL SAL.

En el estrato arbóreo de este tipo de vegetación se presenta una diversidad alta con un muy buen estado de conservación de acuerdo con Shannon que obtuvo un valor de **3.6230** y una H. máx.= **4.1589**, representadas por una riqueza de 64 especies.

Para el estrato arbustivo se registró una riqueza de 16 especies, de acuerdo con el índice de Shannon se obtuvo un valor de **2.5352** y una H. máx.= **2.7726**, dándonos como resultado una diversidad media con un buen estado moderado de conservación.

Para el estrato herbáceo también tiene una riqueza de 7 especies, de acuerdo con el Índice de Shannon tiene una diversidad baja con un estado pobre con perturbación **1.7094** y una H. máx.= **1.9459**.

Por último, para el estrato epífitas y cactáceas que tiene una riqueza de 7 especies, de acuerdo con el Índice de Shannon tiene una diversidad baja con 1.3068 una H. máx.= **1.9459.**

ESTRATO ARBÓREO

Tabla IV. 18. Cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

ESTRATO ARBÓREO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	*Sapindaceae*	*Allophylus*	*Allophylus cominia*	Palo de caja	9,569	0.1135	-2.1758	-0.2470
2	*Fabaceae*	*Bauhinia*	*Bahunia variegata*	Uña de vaca	1,829	0.0217	-3.8303	-0.0831
3	*Caesalpiniaceae*	*Bauhinia*	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	1,407	0.0167	-4.0927	-0.0683
4	*Nolinaceae*	*Beaucarnea*	*Beaucarnea ameliae*	Pata de elefante	169	0.0020	-6.2129	-0.0124
5	*Burseraceae*	*Bursera*	*Bursera simaruba*	Chakaj	2,026	0.0240	-3.7280	-0.0896
6	*Caesalpiniaceae*	*Caesalpinia*	*Caesalpinia gaumeri*	Kekenche	563	0.0067	-5.0090	-0.0334
7	*Caesalpiniaceae*	*Caesalpinia*	*Caesalpinia yucatanensis*	Chakte	450	0.0053	-5.2321	-0.0280
8	*Myrtaceae*	*Calyptranthes*	*Calyptranthes pallens*	Murta	1,266	0.0150	-4.1980	-0.0631
9	*Apocynaceae*	*Cascabela*	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	2,252	0.0267	-3.6227	-0.0968
10	*Salicaceae*	*Casearia*	*Casearia emarginata*	Naranja che'	563	0.0067	-5.0090	-0.0334
11	*Urticaceae*	*Cecropia*	*Cecropia peltata*	Guarumbo	422	0.0050	-5.2966	-0.0265
12	*Malvaceae*	*Ceiba*	*Ceiba aesculifolia*	Algodoncillo	141	0.0017	-6.3953	-0.0107
13	*Arecaceae*	*Chamaedorea*	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	2,702	0.0321	-3.4404	-0.1103
14	*Sapotaceae*	*Chrysophyllum*	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimitillo	563	0.0067	-5.0090	-0.0334
15	*Polygonaceae*	*Coccoloba*	*Coccoloba diversifolia*	Uvilla	394	0.0047	-5.3656	-0.0251
16	*Polygonaceae*	*Coccoloba*	*Coccoloba spicata*	Bob	957	0.0114	-4.4783	-0.0508
17	*Boraginaceae*	*Cordia*	*Cordia dodecandra*	Ciricote	1,126	0.0134	-4.3158	-0.0576
18	*Bignoniaceae*	*Crescentia*	*Crescentia cujete*	Güiro	338	0.0040	-5.5198	-0.0221
19	*Sapindaceae*	*Cupania*	*Cupania glabra*	Cojote venado	563	0.0067	-5.0090	-0.0334
20	*Araliaceae*	*Dendropanax*	*Dendropanax arboreus*	Sakchaká	704	0.0083	-4.7858	-0.0399
21	*Putranjivaceae*	*Drypetes*	*Drypetes lateriflora*	Ekulub	844	0.0100	-4.6035	-0.0461
22	*Rutaceae*	*Esenbeckia*	*Esenbeckia berlandieri*	Limoncillo	478	0.0057	-5.1715	-0.0294
23	*Myrtaceae*	*Eugenia*	*Eugenia bumelioides*	Eugenia	1,407	0.0167	-4.0927	-0.0683
24	*Myrtaceae*	*Eugenia*	*Eugenia rhombea*	Eugenia	281	0.0033	-5.7021	-0.0190
25	*Myrtaceae*	*Eugenia*	*Eugenia winzerlingii*	Eugenia	281	0.0033	-5.7021	-0.0190
26	*Sapindaceae*	*Exothea*	*Exothea diphylla*	Guayo	1,295	0.0154	-4.1761	-0.0641
27	*Moraceae*	*Ficus*	*Ficus cotinifolia*	Álamo	169	0.0020	-6.2129	-0.0124
28	*Moraceae*	*Ficus*	*Ficus maxima*	Amate	56	0.0007	-7.3116	-0.0049
29	*Moraceae*	*Ficus*	*Ficus obtusifolia*	Huiguerilla	844	0.0100	-4.6035	-0.0461
30	*Capparaceae*	*Forchammeria*	*Forchammeria trifoliata*	Naranjillo	225	0.0027	-5.9253	-0.0158
31	*Fabaceae*	*Gliricida*	*Gliricida sepium*	Cacahuananche	985	0.0117	-4.4494	-0.0520

32	*Lecythidaceae*	*Grias*	*Grias cauliflora*	Grias	1,126	0.0134	-4.3158	-0.0576
33	*Rubiaceae*	*Guettarda*	*Guettarda combsii*	Manzanillo	1,295	0.0154	-4.1761	-0.0641
34	*Euphorbiaceae*	*Gymnanthes*	*Gymnanthes lucida*	Yaytil	281	0.0033	-5.7021	-0.0190
35	*Bignoniaceae*	*Handroanthus*	*Handroanthus chrysanthus*	Guayacán	704	0.0083	-4.7858	-0.0399
36	*Euphorbiaceae*	*Hippomane*	*Hippomane mancinella*	Manzanilla	4,503	0.0534	-2.9295	-0.1565
37	*Euphorbiaceae*	*Jatropha*	*Jatropha cucas*	Jatropha	4,503	0.0534	-2.9295	-0.1565
38	*Salicaceae*	*Laetia*	*Laetia thaminia*	Zapote amarillo	422	0.0050	-5.2966	-0.0265
39	*Fabaceae*	*Lonchocarpus*	*Lonchocarpus xuul*	Palo gusano	2,139	0.0254	-3.6740	-0.0932
40	*Fabaceae*	*Lysiloma*	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	3,912	0.0464	-3.0702	-0.1425
41	*Sapotaceae*	*Manilkara*	*Manilkara zapota*	Chicozapote	366	0.0043	-5.4398	-0.0236
42	*Anacardiaceae*	*Metopium*	*Metopium brownei*	Chechen Prieto	619	0.0073	-4.9137	-0.0361
43	*Mimosaceae*	*Mimosa*	*Mimosa bahamensis*	Mimosa	507	0.0060	-5.1143	-0.0307
44	*Flacourtiaceae*	*Muntingia*	*Muntingia calabura*	Capulín	1,407	0.0167	-4.0927	-0.0683
45	*Lauraceae*	*Nectandra*	*Nectandra coriacea*	Palo de gas	1,548	0.0184	-3.9974	-0.0734
46	*Nyctaginaceae*	*Neea*	*Neea tenuis*	Tadzi	281	0.0033	-5.7021	-0.0190
47	*Simaroubaceae*	*Picramnia*	*Picramnia antidesma*	Pasa hembra	56	0.0007	-7.3116	-0.0049
48	*Fabaceae*	*Piscidia*	*Piscidia piscipula*	Habin	1,069	0.0127	-4.3671	-0.0554
49	*Mimosaceae*	*Pithecellobium*	*Pithecellobium mangense*	Verde lucero	394	0.0047	-5.3656	-0.0251
50	*Myrtaceae*	*Psidium*	*Psidium sartorianum*	Guayabillo	281	0.0033	-5.7021	-0.0190
51	*Rubiaceae*	*Randia*	*Randia aculeata*	Crucecita	788	0.0093	-4.6725	-0.0437
52	*Rubiaceae*	*Randia*	*Randia longiloba*	Xkaax	5,629	0.0668	-2.7064	-0.1807
53	*Arecaceae*	*Sabal*	*Sabal yapa*	Huano	4,278	0.0508	-2.9808	-0.1513
54	*Fabaceae*	*Senna*	*Senna peralteana*	Zorrillo	422	0.0050	-5.2966	-0.0265
55	*Sapotaceae*	*Sideroxylon*	*Sideroxylon foetidissimum*	Caya amarilla	1,126	0.0134	-4.3158	-0.0576
56	*Sapotaceae*	*Sideroxylon*	*Sideroxylon persimile*	bóol chi che	1,970	0.0234	-3.7562	-0.0878
57	*Bignoniaceae*	*Tabebuia*	*Tabebuia rosea*	Guayacán rosado	141	0.0017	-6.3953	-0.0107
58	*Sapindaceae*	*Talisia*	*Talisia olivaeformis*	Guaya	1,041	0.0124	-4.3938	-0.0543
59	*Apocynaceae*	*Thevetia*	*Thevetia gaumeri*	Akitz	619	0.0073	-4.9137	-0.0361
60	*Sapindaceae*	*Thouinia*	*Thouinia paucidentata*	Hueso de tigre	1,858	0.0220	-3.8150	-0.0841
61	*Arecaceae*	*Thrinax*	*Thrinax radiata*	Guano de costa	5,066	0.0601	-2.8117	-0.1690
62	*Meliaceae*	*Trichilia*	*Trichilia americana*	Cedro macho	281	0.0033	-5.7021	-0.0190
63	*Fabaceae*	*Vachellia*	*Vachellia collinsii*	Subin	647	0.0077	-4.8692	-0.0374
64	*Fabaceae*	*Zygia*	*Zygia latifolia*	Zygia	141	0.0017	-6.3953	-0.0107
64	Total				84,292	1	-	-3.6230
							I. Shannon H	3.6230
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								4.1589
Equitatividad (J) H/H' max =								0.8711

Fuente: BIOTA, 2021.

ESTRATO ARBUSTIVO

Tabla IV. 19. Cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

ESTRATO ARBUSTIVO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	*Fabaceae*	*Acacia*	*Acacia gaumeri*	Box kaatsim	571	0.0177	-4.0360	-0.0713
2	*Acanthaceae*	*Aphelandra*	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo	1,142	0.0353	-3.3429	-0.1181
3	*Primulaceae*	*Ardisia*	*Ardisia escallonioides*	Capulincillo	4,036	0.1249	-2.0806	-0.2598
4	*Fabaceae*	*Bauhinia*	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra	762	0.0236	-3.7483	-0.0883
5	*Fabaceae*	*Bauhinia*	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	4,569	0.1413	-1.9566	-0.2765
6	*Lamiaceae*	*Callicarpa*	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	2,056	0.0636	-2.7551	-0.1752
7	*Euphorbiaceae*	*Cnidoscolus*	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chaay	1,904	0.0589	-2.8320	-0.1668
8	*Polygonaceae*	*Gymnopodium*	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche	381	0.0118	-4.4415	-0.0523
9	*Malvaceae*	*Hampea*	*Hampea trilobata*	Majagua	2,703	0.0836	-2.4814	-0.2075
10	*Menispermaceae*	*Hyperbaena*	*Hyperbaena mexicana*	Manguito	2,285	0.0707	-2.6497	-0.1873
11	*Euphorbiaceae*	*Jatropha*	*Jatropha gaumeri*	Xu'ul	571	0.0177	-4.0360	-0.0713
12	*Fabaceae*	*Lonchocarpus*	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	4,950	0.1531	-1.8765	-0.2873
13	*Malvaceae*	*Malvaviscus*	*Malvaviscus arboreus*	Manzanilla	1,066	0.0330	-3.4119	-0.1125
14	*Nyctaginaceae*	*Neea*	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi	2,665	0.0824	-2.4956	-0.2058
15	*Apocynaceae*	*Rauvolfia*	*Rauvolfia tetraphylla*	Chililló	1,904	0.0589	-2.8320	-0.1668
16	*Salicaceae*	*Samyda*	*Samyda yucatanensis*	Jazmincillo	762	0.0236	-3.7483	-0.0883
16	Total				32,328	1	-	-2.5352
							I. Shannon H	2.5352
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								2.7726
Equitatividad (J) H/H' max =								0.9144

Fuente: BIOTA, 2021.

ESTRATO HERBÁCEO

Tabla IV. 20. Cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

ESTRATO HERBÁCEO								
ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Sapindaceae*	*Cardiospermum*	*Cardiospermum corindum*	Tronadora	462,367	0.2564	-1.3610	-0.3490
2	*Commelinaceae*	*Commelina*	*Commelina diffusa*	Tripa de pollo	277,420	0.1538	-1.8718	-0.2880
3	*Poaceae*	*Ichnanthus*	*Ichnanthus lanceolatus*	K'an chíin	46,237	0.0256	-3.6636	-0.0939
4	*Poaceae*	*Lasiacis*	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	462,367	0.2564	-1.3610	-0.3490
5	*Poaceae*	*Paspalum*	*Paspalum pubiflorum*	Pasto	92,473	0.0513	-2.9704	-0.1523
6	*Acanthaceae*	*Ruellia*	*Ruellia makoyana*	Planta de vuelo	369,894	0.2051	-1.5841	-0.3249
7	*Acanthaceae*	*Stenandrium*	*Stenandrium nanum*	Stenandrium	92,473	0.0513	-2.9704	-0.1523
7	Total				1,803,232	1	-	-1.7094
							I. Shannon H	1.7094
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								1.9459
Equitatividad (J) H/H' max =								0.8785

Fuente: BIOTA, 2021.

ESTRATO LIANAS Y CACTÁCEAS.

Tabla IV. 21. Cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

ESTRATO LIANAS Y CACTÁCEAS								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)= n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	*Cactaceae*	*Acanthocereus*	*Acanthocereus pentagonus*	Tsakam	15,536	0.5511	-0.5958	-0.3283
2	*Bromeliaceae*	*Aechmea*	*Aechmea bracteata*	Xchu	118	0.0042	-5.4786	-0.0229
3	*Rubiaceae*	*Chiococca*	*Chiococca alba*	Huele de noche	471	0.0167	-4.0923	-0.0683
4	*Bignoniaceae*	*Dolichandra*	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	1,177	0.0418	-3.1760	-0.1326
5	*Sapindaceae*	*Paullinia*	*Paullinia pinnata*	Barbasco	3,531	0.1253	-2.0774	-0.2602
6	*Sapindaceae*	*Serjania*	*Serjania adiantoides*	Wayuum aak'	5,590	0.1983	-1.6178	-0.3209
7	*Bignoniaceae*	*Styzophyllum*	*Styzophyllum riparium*	Bejuco blanco	1,765	0.0626	-2.7705	-0.1735
7	Total				28,188	1	-	-1.3068
							I. Shannon H	1.3068
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								1.9459
Equitatividad (J) H/H' max =								0.6715

Fuente: BIOTA, 2021.

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES DE FLORA EN EL SAL.

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite por luz, CO_2, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechar esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad. El valor de importancia de Cottam es la suma de la frecuencia relativa, la densidad y la cobertura relativas o área basal relativa de cada especie. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie mejor que cualquiera de sus componentes.

Dominancia.

Es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie; Ministerio de Obras Publicas T (MOPT) 1985, la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie.

Dominancia relativa.

Es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards *et. al.* (1993) como:

$$\mathbf{Dr(\%)} = \frac{DaS}{DaT} * 100$$

Donde:

Dr (%)= Dominancia relativa
DaS= Dominancia absoluta por especie
DaT= Dominancia absoluta de todas las especies

Es importante mencionar que la dominancia se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

Densidad, Franco *et al.* (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.

$$\mathbf{D} = \frac{N}{A}$$

Donde:

D= Densidad
N= Número de individuos
A= Área muestreada

Densidad relativa, reportada por Edwards *et. al.* (1993) se describe como: la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.}

$$\mathbf{Dr} = \frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad total de especie}} * 100$$

Frecuencia, según Franco *et al*. (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie y frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.
La fórmula general de la frecuencia relativa

$$\mathbf{Fr} = \frac{a}{A} * 100$$

Donde:

a= número de apariciones de una determinada especie
A= número de *apariciones de todas* las especies.

RESULTADOS DEL VALOR DE IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES

Las especies con mayor valor de importancia son: en el estrato arbóreo *Piscidia piscipula* con 27.2%**,** en el estrato arbustivo *Ardisia escallonioides* con 41%**,** en el estrato herbáceo *Cardiospermum corindum* con 85 % y en el estrato de lianas y cactáceas es *Acanthocereus pentagonus* con *134%.* Por lo anterior se puede definir que estas 4 especies son las que caracterizan este tipo de vegetación en la zona, ya que obtuvieron el valor de importancia más alto.

ESTRATO ARBÓREO.

Tabla IV. 22. Cálculo del valor de importancia relativa para las especies de árboles.

ID	Especie	Nombre común	n	Área basal	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total, sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Allophylus cominia*	Palo de caja	9569	0.0001	0.0000	0.004	0.11	11.35	1	23	0.04	0.6	12.0
2	*Bahunia variegata*	Uña de vaca	1829	0.0003	0.0000	0.015	0.02	2.17	2	23	0.09	1.3	3.4
3	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	1407	0.0260	0.0008	1.232	0.02	1.67	1	23	0.04	0.6	3.5
4	*Beaucarnea ameliae*	Pata de elefante	169	0.0013	0.0000	0.060	0.00	0.20	1	23	0.04	0.6	0.9
5	*Bursera simaruba*	Chakaj	2026	0.1518	0.0047	7.193	0.02	2.40	1	23	0.04	0.6	10.2
6	*Caesalpinia gaumeri*	Kekenche	563	0.0559	0.0017	2.649	0.01	0.67	6	23	0.26	3.8	7.1
7	*Caesalpinia yucatanensis*	Chakte	450	0.0300	0.0009	1.422	0.01	0.53	2	23	0.09	1.3	3.2
8	*Calyptranthes pallens*	Murta	1266	0.0211	0.0007	1.001	0.02	1.50	2	23	0.09	1.3	3.8
9	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	2252	0.0083	0.0003	0.394	0.03	2.67	3	23	0.13	1.9	5.0
10	*Casearia emarginata*	Naranja che'	563	0.0220	0.0007	1.042	0.01	0.67	1	23	0.04	0.6	2.3
11	*Cecropia peltata*	Guarumbo	422	0.0002	0.0000	0.007	0.01	0.50	6	23	0.26	3.8	4.3
12	*Ceiba aesculifolia*	Algodoncillo	141	0.0113	0.0003	0.536	0.00	0.17	3	23	0.13	1.9	2.6
13	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	2702	0.0016	0.0000	0.074	0.03	3.21	2	23	0.09	1.3	4.5
14	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimitillo	563	0.0086	0.0003	0.406	0.01	0.67	5	23	0.22	3.1	4.2
15	*Coccoloba diversifolia*	Uvilla	394	0.0048	0.0001	0.227	0.00	0.47	3	23	0.13	1.9	2.6
16	*Coccoloba spicata*	Bob	957	0.0003	0.0000	0.015	0.01	1.14	4	23	0.17	2.5	3.7
17	*Cordia dodecandra*	Ciricote	1126	0.0053	0.0002	0.249	0.01	1.34	4	23	0.17	2.5	4.1
18	*Crescentia cujete*	Güiro	338	0.0077	0.0002	0.365	0.00	0.40	1	23	0.04	0.6	1.4
19	*Cupania glabra*	Cojote venado	563	0.0016	0.0000	0.074	0.01	0.67	2	23	0.09	1.3	2.0
20	*Dendropanax arboreus*	Sakchaká	704	0.0001	0.0000	0.004	0.01	0.83	1	23	0.04	0.6	1.5
21	*Drypetes lateriflora*	ekulub	844	0.0218	0.0007	1.034	0.01	1.00	4	23	0.17	2.5	4.6
22	*Esenbeckia berlandieri*	Limoncillo	478	0.0071	0.0002	0.335	0.01	0.57	1	23	0.04	0.6	1.5
23	*Eugenia bumelioides*	Eugenia	1407	0.0127	0.0004	0.603	0.02	1.67	2	23	0.09	1.3	3.5
24	*Eugenia rhombea*	Eugenia	281	0.0058	0.0002	0.275	0.00	0.33	5	23	0.22	3.1	3.8
25	*Eugenia winzerlingii*	Eugenia	281	0.0275	0.0008	1.302	0.00	0.33	4	23	0.17	2.5	4.2
26	*Exothea diphylla*	Guayo	1295	0.0196	0.0006	0.927	0.02	1.54	4	23	0.17	2.5	5.0
27	*Ficus cotinifolia*	Álamo	169	0.0321	0.0010	1.522	0.00	0.20	2	23	0.09	1.3	3.0
28	*Ficus maxima*	Amate	56	0.4230	0.0131	20.042	0.00	0.07	3	23	0.13	1.9	22.0
29	*Ficus obtusifolia*	Huiguerilla	844	0.0082	0.0003	0.391	0.01	1.00	1	23	0.04	0.6	2.0
30	*Forchammeria trifoliata*	Naranjillo	225	0.0114	0.0004	0.540	0.00	0.27	1	23	0.04	0.6	1.4
31	*Gliricida sepium*	Cacahuananche	985	0.0137	0.0004	0.647	0.01	1.17	1	23	0.04	0.6	2.4
32	*Grias cauliflora*	Grias	1126	0.0003	0.0000	0.015	0.01	1.34	3	23	0.13	1.9	3.2
33	*Guettarda combsii*	Manzanillo	1295	0.0139	0.0004	0.659	0.02	1.54	2	23	0.09	1.3	3.5
34	*Gymnanthes lucida*	Yaytil	281	0.0314	0.0010	1.488	0.00	0.33	3	23	0.13	1.9	3.7
35	*Handroanthus chrysanthus*	Guayacán	704	0.0071	0.0002	0.335	0.01	0.83	1	23	0.04	0.6	1.8
36	*Hippomane mancinella*	Manzanilla	4503	0.0254	0.0008	1.206	0.05	5.34	1	23	0.04	0.6	7.2
37	*Jatropha cucas*	Jatropha	4503	0.0198	0.0006	0.938	0.05	5.34	2	23	0.09	1.3	7.5
38	*Laetia thaminia*	Zapote amarillo	422	0.0003	0.0000	0.015	0.01	0.50	4	23	0.17	2.5	3.0
39	*Lonchocarpus xuul*	Palo gusano	2139	0.0129	0.0004	0.610	0.03	2.54	1	23	0.04	0.6	3.8
40	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	3912	0.2129	0.0066	10.088	0.05	4.64	1	23	0.04	0.6	15.4
41	*Manilkara zapota*	Chicozapote	366	0.0006	0.0000	0.030	0.00	0.43	1	23	0.04	0.6	1.1
42	*Metopium brownei*	Chechen Prieto	619	0.0396	0.0012	1.875	0.01	0.73	1	23	0.04	0.6	3.2

43	*Mimosa bahamensis*	Mimosa	507	0.0865	0.0027	4.097	0.01	0.60	2	23	0.09	1.3	6.0
44	*Muntingia calabura*	Capulín	1407	0.0006	0.0000	0.030	0.02	1.67	1	23	0.04	0.6	2.3
45	*Nectandra coriacea*	Palo de gas	1548	0.0042	0.0001	0.197	0.02	1.84	3	23	0.13	1.9	3.9
46	*Neea tenuis*	Tadzi	281	0.0028	0.0001	0.134	0.00	0.33	2	23	0.09	1.3	1.7
47	*Picramnia antidesma*	Pasa hembra	56	0.0003	0.0000	0.015	0.00	0.07	1	23	0.04	0.6	0.7
48	*Piscidia piscipula*	Habin	1069	0.4686	0.0145	22.204	0.01	1.27	6	23	0.26	3.8	27.2
49	*Pithecellobium mangense*	Verde lucero	394	0.0840	0.0026	3.982	0.00	0.47	3	23	0.13	1.9	6.3
50	*Psidium sartorianum*	Guayabillo	281	0.0003	0.0000	0.015	0.00	0.33	3	23	0.13	1.9	2.2
51	*Randia aculeata*	Crucecita	788	0.0066	0.0002	0.313	0.01	0.93	2	23	0.09	1.3	2.5
52	*Randia longiloba*	Xkaax	5629	0.0057	0.0002	0.272	0.07	6.68	1	23	0.04	0.6	7.6
53	*Sabal yapa*	Huano	4278	0.0275	0.0008	1.302	0.05	5.08	4	23	0.17	2.5	8.9
54	*Senna peralteana*	Zorrillo	422	0.0031	0.0001	0.149	0.01	0.50	2	23	0.09	1.3	1.9
55	*Sideroxylon foetidissimum*	Caya amarilla	1126	0.0032	0.0001	0.153	0.01	1.34	1	23	0.04	0.6	2.1
56	*Sideroxylon persimile*	Bóol chi che	1970	0.0019	0.0001	0.089	0.02	2.34	1	23	0.04	0.6	3.1
57	*Tabebuia rosea*	Guayacán rosado	141	0.0013	0.0000	0.060	0.00	0.17	5	23	0.22	3.1	3.4
58	*Talisia olivaeformis*	Guaya	1041	0.0108	0.0003	0.510	0.01	1.24	2	23	0.09	1.3	3.0
59	*Thevetia gaumeri*	Akitz	619	0.0564	0.0017	2.672	0.01	0.73	7	23	0.30	4.4	7.8
60	*Thouinia paucidentata*	Hueso de tigre	1858	0.0316	0.0010	1.496	0.02	2.20	5	23	0.22	3.1	6.8
61	*Thrinax radiata*	Guano de costa	5066	0.0057	0.0002	0.268	0.06	6.01	2	23	0.09	1.3	7.5
62	*Trichilia americana*	Cedro macho	281	0.0020	0.0001	0.093	0.00	0.33	3	23	0.13	1.9	2.3
63	*Vachellia collinsii*	Subin	647	0.0019	0.0001	0.089	0.01	0.77	2	23	0.09	1.3	2.1
64	*Zygia latifolia*	Zygia	140.7204348	0.0003	0.0000	0.015	0.00	0.17	2	23	0.09	1.3	1.4
64	∑		84,292	2	0.1	100	1	100	159	-	7	100	300

Fuente: BIOTA, 2021

ESTRATO ARBUSTIVO.

Tabla IV. 23. Cálculo del valor de importancia relativa para las especies de arbustos.

ID	Especie	Nombre común	n	Frecuencia	COBERTURA	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total, sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Acacia gaumeri*	Box kaatsim	571	3	0.01	1	18	1.77	2	17	0.12	3.8	7
2	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo	1,142	6	0.03	3	35	3.53	1	17	0.06	1.9	8
3	*Ardisia escallonioides*	Capulincillo	4,036	35	0.17	17	125	12.49	6	17	0.35	11.5	41
4	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra	762	4	0.02	2	24	2.36	1	17	0.06	1.9	6
5	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	4,569	24	0.12	12	141	14.13	3	17	0.18	5.8	32
6	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	2,056	12	0.06	6	64	6.36	5	17	0.29	9.6	22
7	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chaay	1,904	10	0.05	5	59	5.89	5	17	0.29	9.6	20
8	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche	381	2	0.01	1	12	1.18	1	17	0.06	1.9	4
9	*Hampea trilobata*	Majagua	2,703	28	0.14	14	84	8.36	6	17	0.35	11.5	34
10	*Hyperbaena mexicana*	Manguito	2,285	12	0.06	6	71	7.07	2	17	0.12	3.8	17
11	*Jatropha gaumeri*	Xu'ul	571	3	0.01	1	18	1.77	2	17	0.12	3.8	7
12	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	4,950	26	0.13	13	153	15.31	5	17	0.29	9.6	38
13	*Malvaviscus arboreus*	Manzanilla	1,066	8	0.04	4	33	3.30	5	17	0.29	9.6	17
14	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi	2,665	14	0.07	7	82	8.24	3	17	0.18	5.8	21
15	*Rauvolfia tetraphylla*	Chililló	1,904	10	0.05	5	59	5.89	2	17	0.12	3.8	15
16	*Samyda yucatanensis*	Jazmincillo	762	4	0.02	2	24	2.36	3	17	0.18	5.8	10
16	∑		32,328	201	1	100	999	100	52	-	3	100	300

Fuente: BIOTA, 2021

ESTRATO HERBÁCEO.

Tabla IV. 24. Cálculo del valor de importancia relativa para las especies de arbustos.

ID	Especie	Nombre común	n	Frecuencia	COBERTURA	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total, sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	Cardiospermum corindum	Tronadora	462,367	10	0.26	26	14,286	25.64	4	7	0.57	33.3	85
2	Commelina diffusa	Tripa de pollo	277,420	6	0.15	15	8,571	15.38	2	7	0.29	16.7	47
3	Ichnanthus lanceolatus	K'an chíin	46,237	1	0.03	3	1,429	2.56	1	7	0.14	8.3	13
4	Lasiacis divaricata	Carricillo	462,367	10	0.26	26	14,286	25.64	1	7	0.14	8.3	60
5	Paspalum pubiflorum	Pasto	92,473	2	0.05	5	2,857	5.13	1	7	0.14	8.3	19
6	Ruellia makoyana	Planta de vuelo	369,894	8	0.21	21	11,429	20.51	2	7	0.29	16.7	58
7	Stenandrium nanum	Stenandrium	92,473	2	0.05	5	2,857	5.13	1	7	0.14	8.3	19
7	∑		1,803,232	39	1	100	55,714	100	12	-	2	100	300

Fuente: BIOTA, 2021.

ESTRATO LIANAS Y CACTÁCEAS.

Tabla IV. 25. Cálculo del valor de importancia relativa para las especies de lianas y cactáceas.

ID	Especie	Nombre común	n	Frecuencia	COBERTURA	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total, sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	Acanthocereus pentagonus	Tsakam	15,536	132	0.64	64.39	480	55	2	11	0.182	14.29	134
2	Aechmea bracteata	Xchu	118	1	0.00	0.49	4	0	1	11	0.091	7.14	8
3	Chiococca alba	Huele de noche	471	4	0.02	1.95	15	2	1	11	0.091	7.14	11
4	Dolichandra unguis-cati	Anil kab	1,177	4	0.02	1.95	36	4	3	11	0.273	21.43	28
5	Paullinia pinnata	Barbasco	3,531	30	0.15	14.63	109	13	1	11	0.091	7.14	34
6	Serjania adiantoides	Wayuum aak'	5,590	19	0.09	9.27	173	20	5	11	0.455	35.71	65
7	Styzophyllum riparium	Bejuco blanco	1,765	15	0.07	7.32	55	6	1	11	0.091	7.14	21
7	∑		28,188	205	1	100	871	100	14	-	1	100	300

Fuente: BIOTA, 2021.

Especies sujetas a afectación debido al proyecto.

Motivo por la ejecución del proyecto será necesario la remoción de 7708 individuos vegetales, que corresponden a 2419 árboles, 1849 arbustos, 3225 herbáceas y 215 Lianas y/o cactáceas, dichos especímenes se encuentran en el Uso de Suelo y Vegetación de Urbano Construido. A continuación, se muestra el concentrado de estos.

Tabla IV. 26. Derribo estrato Arbóreo.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N°INDIVIDUOS TOTAL	NOM-SEMARNAT-059-2010
Fabaceae	*Bahunia variegata*	Uña de vaca	54	**Sin estatus**
Burseraceae	*Bursera simaruba*	chakaj	43	**Sin estatus**
Myrtaceae	*Calyptranthes pallens*	Murta	129	**Sin estatus**
Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	11	**Sin estatus**
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Algodoncillo	32	**Sin estatus**
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	xiat	11	**Sin estatus**
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Ciricote	75	**Sin estatus**
Myrtaceae	*Eugenia rhombea*	Eugenia	11	**Sin estatus**
Fabaceae	*Gliricida sepium*	Cacahuananche	54	**Sin estatus**
Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Yaytil	22	**Sin estatus**
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus*	Guayacán	22	**A**
Euphorbiaceae	*Hippomane mancinella*	Manzanilla	86	**Sin estatus**
Euphorbiaceae	*Jatropha cucas*	Jatropha	237	**Sin estatus**
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	269	**Sin estatus**
Flacourtiaceae	*Muntingia calabura*	Capulín	32	**Sin estatus**
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Guayabillo	419	**Sin estatus**
Fabaceae	*Senna peralteana*	Zorrillo	65	**Sin estatus**
Sapotaceae	*Sideroxylon foetidissimum*	Caya amarilla	118	**Sin estatus**
Sapindaceae	*Talisia olivaeformis*	Guaya	97	**Sin estatus**
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Hueso de tigre	527	**Sin estatus**
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Guano de costa	11	**A**
Meliaceae	*Trichilia americana*	Cedro macho	86	**Sin estatus**
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	subin	11	**Sin estatus**
	Total		**2419**	

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 27. Derribo estrato arbustivo.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N°INDIVIDUOS TOTAL	NOM-SEMARNAT-059-2010
Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo	43	**Sin estatus**
Primulaceae	*Ardisia escallonioides*	Capulincillo	355	**Sin estatus**
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra	108	**Sin estatus**
Fabaceae	*Bauhinia jenningsii*	sak ts' ulub took'	75	**Sin estatus**
Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	473	**Sin estatus**
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	chaay	22	**Sin estatus**
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua	22	**Sin estatus**
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	xu'ul	247	**Sin estatus**
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	k'anasín	247	**Sin estatus**
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Manzanilla	11	**Sin estatus**
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	ta'tsi	194	**Sin estatus**
Apocynaceae	*Rauvolfia tetraphylla*	Chililllo	22	**Sin estatus**
Salicaceae	*Samyda yucatanensis*	Jazmincillo	32	**Sin estatus**
	Total		**1849**	

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 28. Derribo estrato herbáceo.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N°INDIVIDUOS TOTAL	NOM-SEMARNAT-059-2010
Acanthaceae	*Stenandrium nanum*	Stenandrium	**3225**	**Sin estatus**

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 29. Derribo lianas y cactáceas.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N°INDIVIDUOS TOTAL	NOM-SEMARNAT-059-2010
Cactaceae	*Acanthocereus pentagonus*	tsakam	11	**Sin estatus**
Bignoniaceae	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	11	**Sin estatus**
Sapindaceae	*Serjania adiantoides*	Wayuum aak'	194	**Sin estatus**
	Total		**215**	

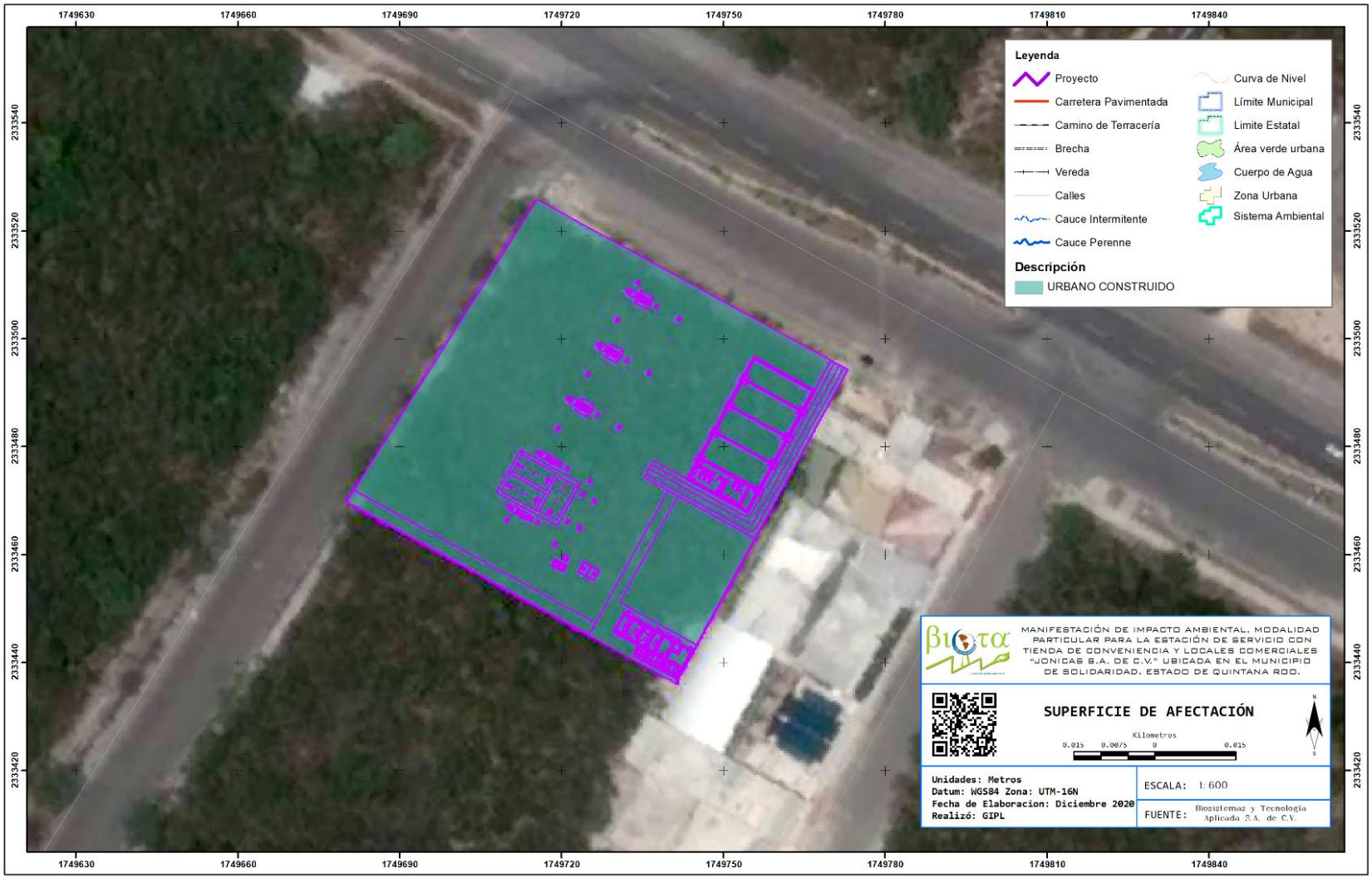
Fuente: BIOTA, 2021

Tabla IV. 30. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción.

Estrato	Numero de Organismos
Árbol	2419
Arbusto	1849
Hierba	3225
Lianas y/o cactáceas	215
Total	**7708**

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 26. Derribo arbóreo por el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Características de la Vegetación.

De acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie VI, aunado a la prospección de campo, se pudo corroborar que el sitio donde se pretende la inclusión del Proyecto corresponde a un uso de Suelo y Vegetación de Urbano construido, es importante señalar, que dentro del predio existe un macizo de vegetación forestal. A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto:

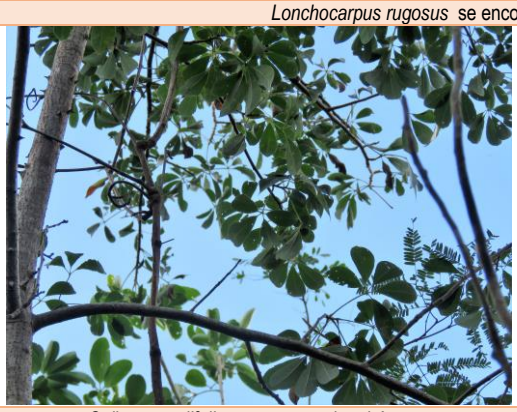
Fotografía IV. 6. Condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto.

En la imagen se observan un árbol de la especie *Lysiloma latisiliquum* el cual se encuentra dentro del sitio del proyecto y SAL.

Cascabela gaumeri cuenta con buena distribución dentro del área del proyecto.

Bursera simaruba se encontró de manera redundante dentro del sitio del proyecto.

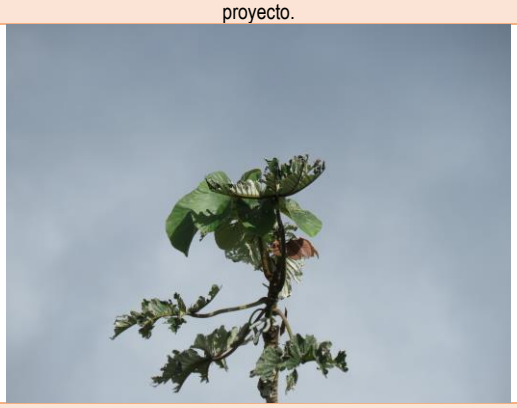
Lonchocarpus rugosus se encontró de manera arbórea y arbustiva.



Ceiba aesculifolia es una especie arbórea que cuenta con buena distribución dentro del área del proyecto y el SAL.

En la fotografía se muestra la especie *Hampea trilobata,* la cual domina en la fase arbustiva en el proyecto.

Malvaviscus arboreus se encuentra bien distribuida dentro del proyecto.



Cecropia peltata es una especie pionera en sucesión secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

Ficus obtusifolia fue una especie que se encontró dentro del SAL.	En buena parte del SAL del proyecto se encontró *Caesalpinia gaumeri.*
Acanthocereus pentagonus y Manilkara zapota son especies recurrentes en la vegetación secundaria Arborea de Selva Baja Caducifolia dentro del SAL.	
Metopium brownei cuenta con buena representatividad dentro del SAL.	

Fuente: BIOTA, 2021.

Con la evidencia fotográfica descrita anteriormente es factible considerar el desarrollo del proyecto, ya que, vegetación en el Sistema Ambiental Local ha sido modificada en gran medida, toda vez que existe un incremento en la demanda de suelo Urbano principalmente.

ESTADO DE CONSERVACIÓN Y/O PERTURBACIÓN QUE PRESENTA LA VEGETACIÓN A AFECTAR. Durante los recorridos en el Sistema Ambiental del proyecto, se observó un alto grado perturbación, principalmente por la deforestación provocada por los apacentamientos humanos ha generado un impacto negativo sobre los recursos naturales del SAL.

ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL. En el área del proyecto, no existe la explotación especies.

ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS, EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL. La importancia de la flora mexicana recae en el número total de especies, su riqueza y número de

endemismos. El alto porcentaje de endemismos se explica por la antigüedad de la flora mexicana y también por su grado de aislamiento ecológico y biogeográfico, también existe cierta relación florística entre las zonas templadas y cálidas de México, las cuales permiten el desarrollo de una flora particular con un gran número de endemismos.

Tabla IV. 31. Clasificación del estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ESTATUS	CATEGORÍA
E	Probablemente extinta en el medio silvestre
P	En peligro de extinción
A	Amenazadas
Pr	Sujeta a protección especial

Fuente: BIOTA, 2021.

Dentro de los polígonos de cambio de uso de suelo, se encontraron 3 especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ***Thrinax radiata, Beaucarnea ameliae*** **y** ***Handroanthus chrysanthus*** en estatus Amenazado **(A):**

Fotografía IV. 7. Fotografías de las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En las imágenes se observan los especimenes de *Thrinax radiata, Beaucarnea ameliae y Handroanthus chrysanthus* se encontaron dentro de SAL del proyecto.

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 32. Listado general de especies presentes en los muestreos del Sistema Ambiental Local estrato Arbóreo.

ID	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-SEMARNAT-059-2010
1	Sapindaceae	*Allophylus cominia*	Palo de caja	Sin estatus
2	Fabaceae	*Bahunia variegata*	Uña de vaca	Sin estatus
3	Caesalpiniaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	Sin estatus
4	Nolinaceae	*Beaucarnea ameliae*	Pata de elefante	A
5	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chakaj	Sin estatus
6	Caesalpiniaceae	*Caesalpinia gaumeri*	Kekenche	Sin estatus
7	Caesalpiniaceae	*Caesalpinia yucatanensis*	Chakte	Sin estatus
8	Myrtaceae	*Calyptranthes pallens*	Murta	Sin estatus
9	Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	Sin estatus
10	Salicaceae	*Casearia emarginata*	Naranja che'	Sin estatus
11	Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	Sin estatus
12	Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Algodoncillo	Sin estatus
13	Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	Sin estatus
14	Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimitillo	Sin estatus
15	Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia*	Uvilla	Sin estatus
16	Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Bob	Sin estatus
17	Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Ciricote	Sin estatus
18	Bignoniaceae	*Crescentia cujete*	Güiro	Sin estatus
19	Sapindaceae	*Cupania glabra*	Cojote venado	Sin estatus
20	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Sakchaká	Sin estatus
21	Putranjivaceae	*Drypetes lateriflora*	ekulub	Sin estatus
22	Rutaceae	*Esenbeckia berlandieri*	Limoncillo	Sin estatus
23	Myrtaceae	*Eugenia bumelioides*	Eugenia	Sin estatus
24	Myrtaceae	*Eugenia rhombea*	Eugenia	Sin estatus
25	Myrtaceae	*Eugenia winzerlingii*	Eugenia	Sin estatus
26	Sapindaceae	*Exothea diphylla*	Guayo	Sin estatus
27	Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Álamo	Sin estatus
28	Moraceae	*Ficus maxima*	Amate	Sin estatus
29	Moraceae	*Ficus obtusifolia*	Huiguerilla	Sin estatus
30	Capparaceae	*Forchammeria trifoliata*	Naranjillo	Sin estatus
31	Fabaceae	*Gliricida sepium*	Cacahuananche	Sin estatus
32	Lecythidaceae	*Grias cauliflora*	Grias	Sin estatus
33	Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Manzanillo	Sin estatus
34	Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Yaytil	Sin estatus
35	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus*	Guayacán	A
36	Euphorbiaceae	*Hippomane mancinella*	Manzanilla	Sin estatus
37	Euphorbiaceae	*Jatropha cucas*	Jatropha	Sin estatus
38	Salicaceae	*Laetia thaminia*	Zapote amarillo	Sin estatus
39	Fabaceae	*Lonchocarpus xuul*	Palo gusano	Sin estatus
40	Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	Sin estatus
41	Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote	Sin estatus
42	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen Prieto	Sin estatus
43	Mimosaceae	*Mimosa bahamensis*	Mimosa	Sin estatus
44	Flacourtiaceae	*Muntingia calabura*	Capulín	Sin estatus
45	Lauraceae	*Nectandra coriacea*	Palo de gas	Sin estatus
46	Nyctaginaceae	*Neea tenuis*	Tadzi	Sin estatus
47	Simaroubaceae	*Picramnia antidesma*	Pasa hembra	Sin estatus
48	Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Habin	Sin estatus
49	Mimosaceae	*Pithecellobium mangense*	Verde lucero	Sin estatus
50	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Guayabillo	Sin estatus
51	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	Sin estatus
52	Rubiaceae	*Randia longiloba*	Xkaax	Sin estatus
53	Arecaceae	*Sabal yapa*	Huano	Sin estatus
54	Fabaceae	*Senna peralteana*	Zorrillo	Sin estatus
55	Sapotaceae	*Sideroxylon foetidissimum*	Caya amarilla	Sin estatus
56	Sapotaceae	*Sideroxylon persimile*	bóol chi che	Sin estatus
57	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Guayacán rosado	Sin estatus
58	Sapindaceae	*Talisia olivaeformis*	Guaya	Sin estatus
59	Apocynaceae	*Thevetia gaumeri*	Akitz	Sin estatus
60	Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Hueso de tigre	Sin estatus
61	Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chit	A
62	Meliaceae	*Trichilia americana*	Cedro macho	Sin estatus
63	Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Subin	Sin estatus
64	Fabaceae	*Zygia latifolia*	Zygia	Sin estatus

Tabla IV. 33. Listado general de especies presentes en los muestreos del Sistema Ambiental Local estrato arbustivo.

ID	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-SEMARNAT-059-2010
1	Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Box kaatsim	**Sin estatus**
2	Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo	**Sin estatus**
3	Primulaceae	*Ardisia escallonioides*	Capulincillo	**Sin estatus**
4	Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra	**Sin estatus**
5	Fabaceae	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	**Sin estatus**
6	Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	**Sin estatus**
7	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chaay	**Sin estatus**
8	Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche	**Sin estatus**
9	Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua	**Sin estatus**
10	Menispermaceae	*Hyperbaena mexicana*	Manguito	**Sin estatus**
11	Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Xu'ul	**Sin estatus**
12	Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	**Sin estatus**
13	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Manzanilla	**Sin estatus**
14	Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi	**Sin estatus**
15	Apocynaceae	*Rauvolfia tetraphylla*	Chililló	**Sin estatus**
16	Salicaceae	*Samyda yucatanensis*	Jazmincillo	**Sin estatus**

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 34. Listado general de especies presentes en los muestreos del Sistema Ambiental Local estrato herbáceo.

ID	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-SEMARNAT-059-2010
1	Sapindaceae	*Cardiospermum corindum*	Tronadora	**Sin estatus**
2	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Tripa de pollo	**Sin estatus**
3	Poaceae	*Ichnanthus lanceolatus*	K'an chíin	**Sin estatus**
4	Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	**Sin estatus**
5	Poaceae	*Paspalum pubiflorum*	Pasto	**Sin estatus**
6	Acanthaceae	*Ruellia makoyana*	Planta de vuelo	**Sin estatus**
7	Acanthaceae	*Stenandrium nanum*	Stenandrium	**Sin estatus**

Fuente: BIOTA, 2021.

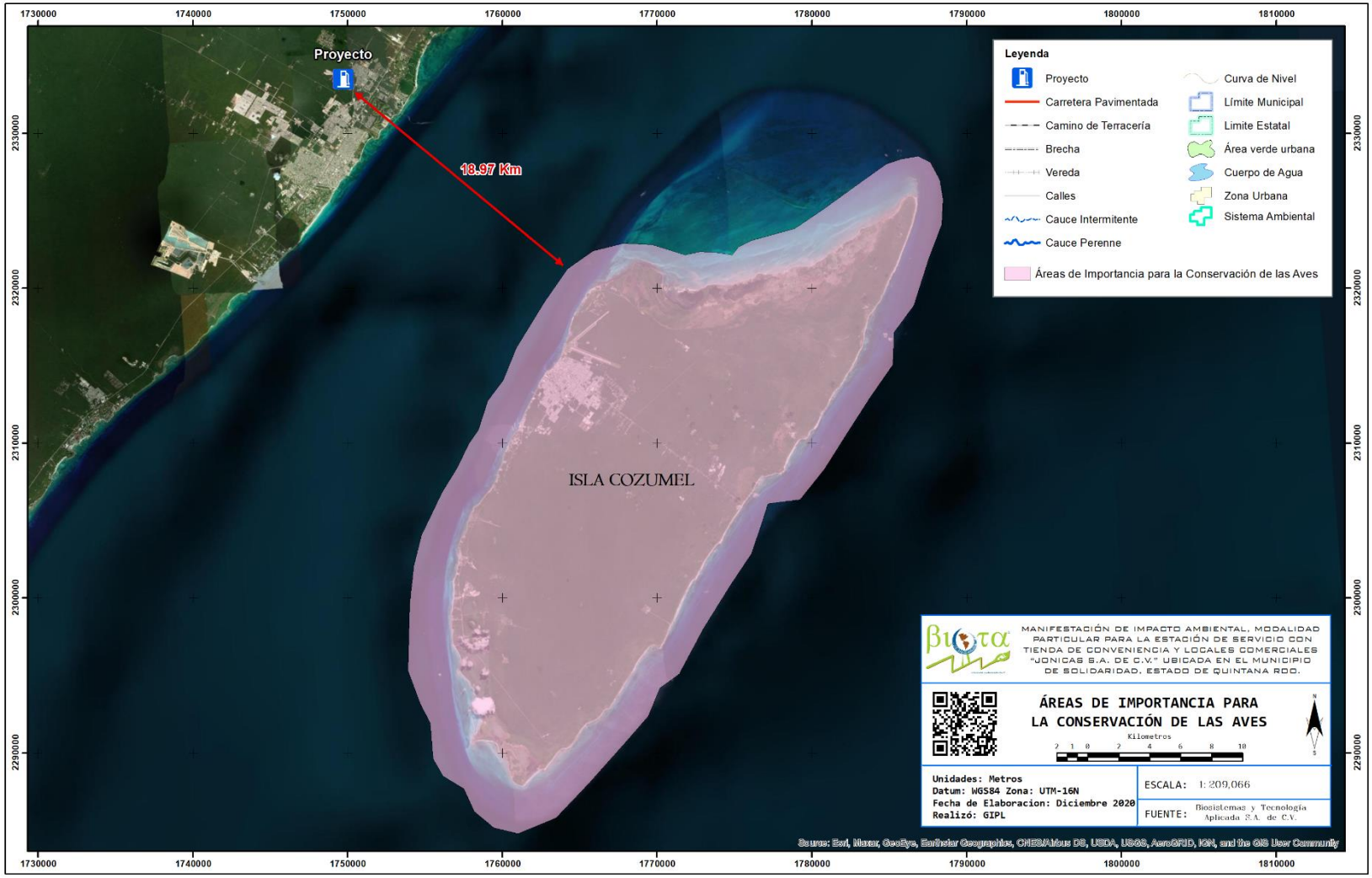
IV.2.2.2. Fauna.

La fauna silvestre corresponde a un componente de los ecosistemas con mayor relevancia, debido al rol ecológico que desempeñan en el funcionamiento y dinámica ecosistémicos. Es por ello, que previo a describir y analizar a la fauna silvestre en el SAL, es importante revisar si este se encuentra dentro de una zona prioritaria local para la conservación de fauna silvestre, así como también determinar si existen condiciones para que pudieran existir hábitats de importancia para las especies.

1) **Áreas de conservación de especies.** Las "Áreas de conservación de fauna silvestre" corresponden a aquellas áreas identificadas para resguardo y protección de las especies. Dentro de estas se encuentran las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA`s). El sitio del proyecto ni el SAL se encuentran dentro de alguna área de importancia para la conservación de las especies; ANP o AICA`s pero de cualquier forma no se afectan aquellas áreas de conservación.

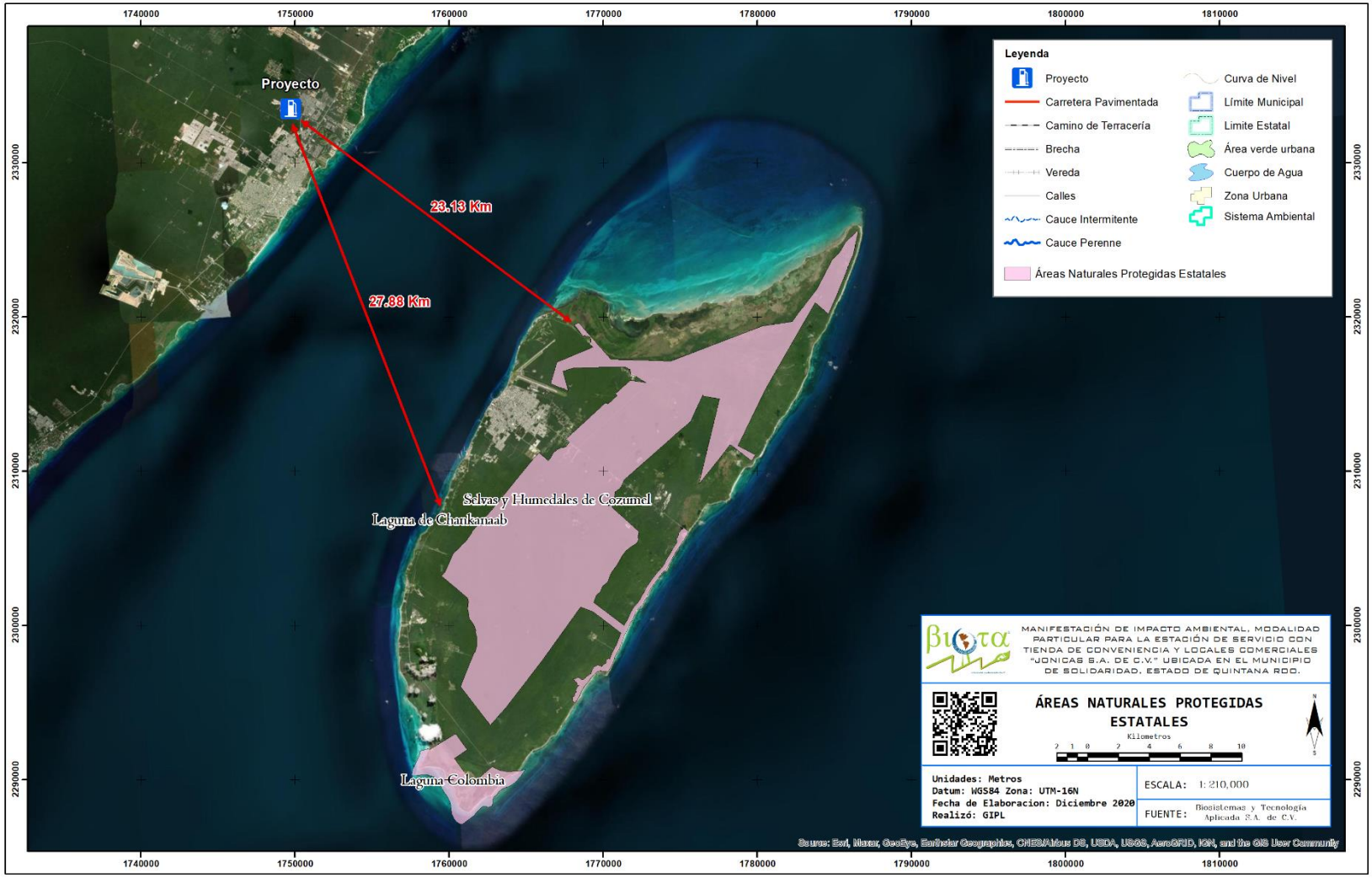
2) **Hábitats disponibles de fauna silvestre.** La información disponible sobre los hábitats potenciales del SAL consistió en cuerpos de agua, corrientes de agua y tipos de vegetación, cuyos recursos disponibles contribuyen a la agrupación de especies de fauna silvestre proporcionándoles áreas de refugio, anidación y reproducción. El uso de suelo y vegetación con vocación forestal del SAL es Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia; sin embargo, dicha vegetación, están rodeado de áreas urbanizadas que generan un efecto de borde y, por lo tanto, los animales solo están de paso en la mayoría de los polígonos. Por lo tanto, como medidas de prevención contra la pérdida de fauna en los tipos de vegetación presentes en el área del proyecto se aplicarán acciones de rescate tal como lo indica el Programa de fauna silvestre.

Imagen IV. 27. AICA`s con respecto SAL.



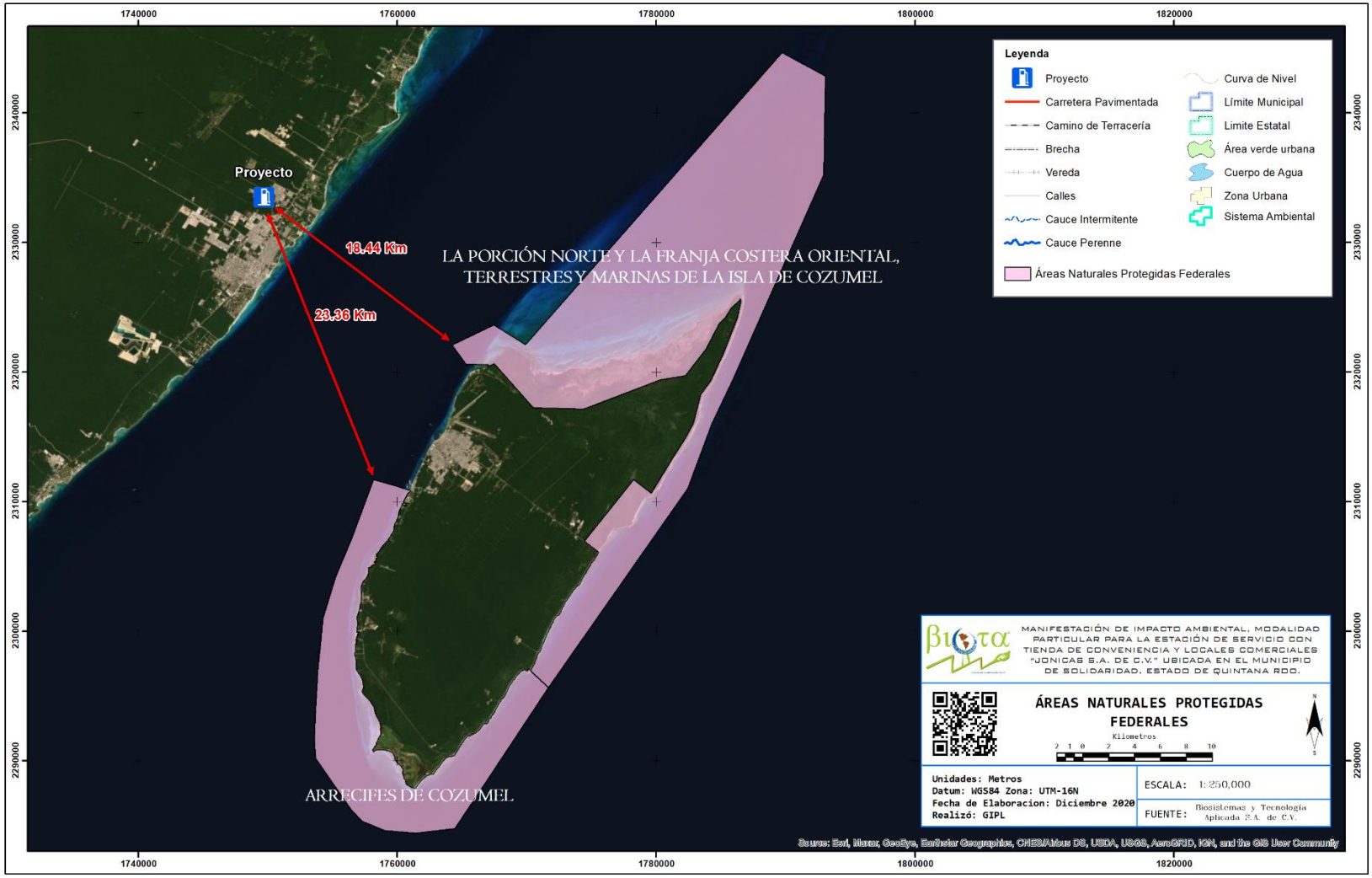
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 28. ANP Estatales con respecto SAL.



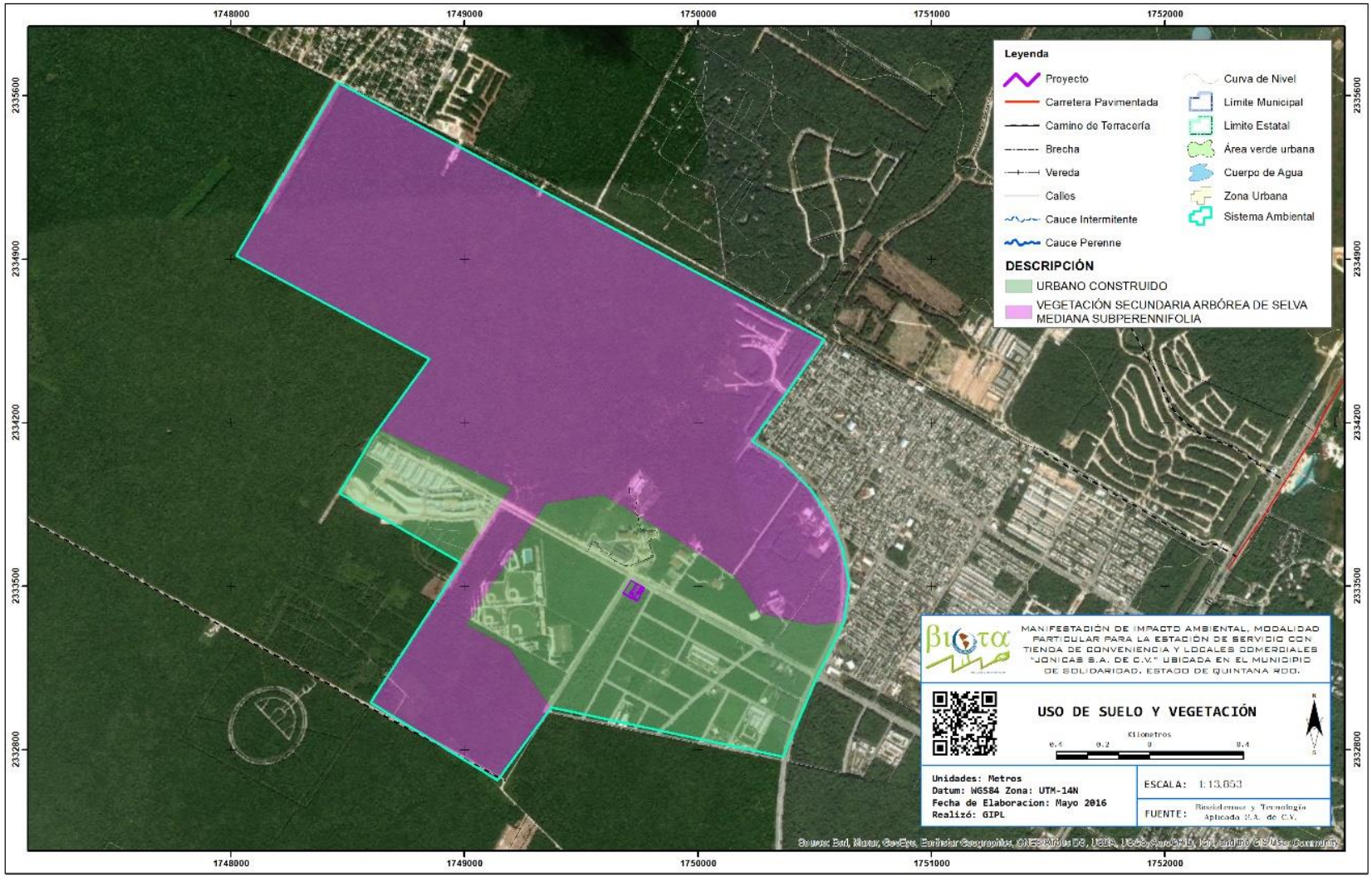
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 29. ANP Federales con respecto SAL.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 30. Hábitats disponibles de fauna silvestre con respecto al SAL.



Fuente: BIOTA, 2021.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA PARA CADA ESPECIE.

Para cada una de las especies pertenecientes a los grupos faunísticos de interés, avifauna, mastofauna y herpetofauna, se manejaron algunos atributos que permitan describir y considerar la importancia ecológica que representan cada una en el ecosistema y/o hábitat en el cual fueron registradas. A continuación, se presentan los atributos considerados:

I. Categoría de Riesgo de Acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.
II. Estatus de Riesgo CITES.
III. Tendencia Poblacional.
IV. Categoría de Residencia.
V. Categoría de Endemismo.

I. CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO A LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para los tres grupos de fauna silvestre (aves, mamíferos y reptiles/anfibios) se especificó la categoría de protección de acuerdo a la norma:

1.- Probablemente extinta en el medio silvestre (E). Especies nativas de México cuyos ejemplares en vida libre han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

2.- En peligro de extinción (P). Especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el país han disminuido considerablemente, a tal grado que se pone en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural.

3.- Amenazada (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.

4.- Sujeta a protección especial (Pr). Especies con riesgo a ser amenazadas por factores negativos hacia su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación.

7.- En peligro crítico (CR). Una especie es identificada en esta categoría cuando tras ser evaluada presenta una probabilidad extremadamente alta de ser “especie en peligro de extinción”.

8.- Extinta en estado silvestre (EW). Una especie es considerada en esta categoría cuando los únicos miembros vivos de ella están mantenidos en cautiverio, o como especies naturalizadas excluidas de su estirpe histórica y completamente fuera de su distribución original.

9.- Extinta (EX). Se considera extinta a una especie a partir del instante en que muere el último individuo de esta.

II. ESTATUS DE RIESGO CITES:

Las categorías de riesgo en el listado de la CITES incluyen:

1.- Apéndice I. En esta lista se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna incluidas en los Apéndices de la CITES. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales.

2.- Apéndice II. En esta lista figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.

3.- Apéndice III. En esta lista figuran las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

III. TENDENCIA POBLACIONAL:

En lo que corresponde a la tendencia poblacional, la IUCN maneja las siguientes categorías:

1.- Creciente. Una tendencia poblacional creciente, es aquella en la cual la densidad de las poblaciones de las especies se encuentra en aumento. Además, las especies que presentan dicha tendencia, al mismo tiempo tienen una distribución amplia que les permite establecerse con éxito en la mayoría de los hábitats.

2.- Decreciente. Una tendencia poblacional decreciente, se refiere a aquella en la cual las poblaciones de las especies se encuentran asociadas a una fuente trófica y/o hábitat en específico que condiciona su distribución; por lo tanto, cualquier alteración o fragmentación de este pone en riesgo su densidad poblacional, además de ser especies que en la actualidad se encuentran bajo amenaza.
3.- Estable. Una tendencia poblacional estable, ocurre cuando la tasa de natalidad y mortalidad se encuentran en equilibrio. Por lo tanto, la densidad de las especies se encuentra relativamente estable.
4.- Desconocido. Una tendencia poblacional desconocida, se refiere como su nombre lo indica, cuando no se conoce la dinámica poblacional de las especies, ya sea por los pocos estudios que se han realizado al respecto o, incluso porque las especies son raras y/o poco comunes en la naturaleza.

IV. RESIDENCIA:

En el atributo de residencia, las especies fueron clasificadas en distintas clases utilizando información publicada en literatura especializada (Howell y Webb, 1995; Peterson y Chalif, 1989; Sibley, 2000). Dicho atributo solamente aplica para el caso exclusivo de las especies de aves. Las categorías empleadas fueron las siguientes:

1.- Residentes (R). Especies que viven a lo largo de todo el año en una misma región.
2.- Migratorias de Invierno (MI). Especies que se reproducen al norte del continente y pasan el invierno en México y en el sur, por lo general en los meses de septiembre y abril.
3.- Migratorias de Verano (MV). Especies que se encuentran en México únicamente durante la temporada de reproducción en verano, por lo general entre marzo y septiembre.
4.- Transitorias (T). Especies que durante la migración se encuentran de paso por México para dirigirse a sus áreas de invernación al sur en el otoño o hacia sus áreas de reproducción en el norte durante la primavera.

V. ENDEMISMO:

En lo referente al endemismo se utilizaron las siguientes clasificaciones:

1.- Endémicas (EN). Especies cuya distribución geográfica se encuentra restringida a los límites políticos de México.
2.- Semiendémicas (SE). Incluyen a las especies cuya población completa se distribuye únicamente en México durante cierta época del año.
3.- Cuasiendémicas (CE). Son aquellas cuyas áreas de distribución se extienden ligeramente fuera de México hacia algún país vecino debido a la continuidad de los hábitats.
4.- Exóticas (Exo). Aquellas especies que han sido introducidas a un hábitat ajeno al suyo e incluso, introducidas a sitios cuyo rango de distribución no corresponde al original o natural.

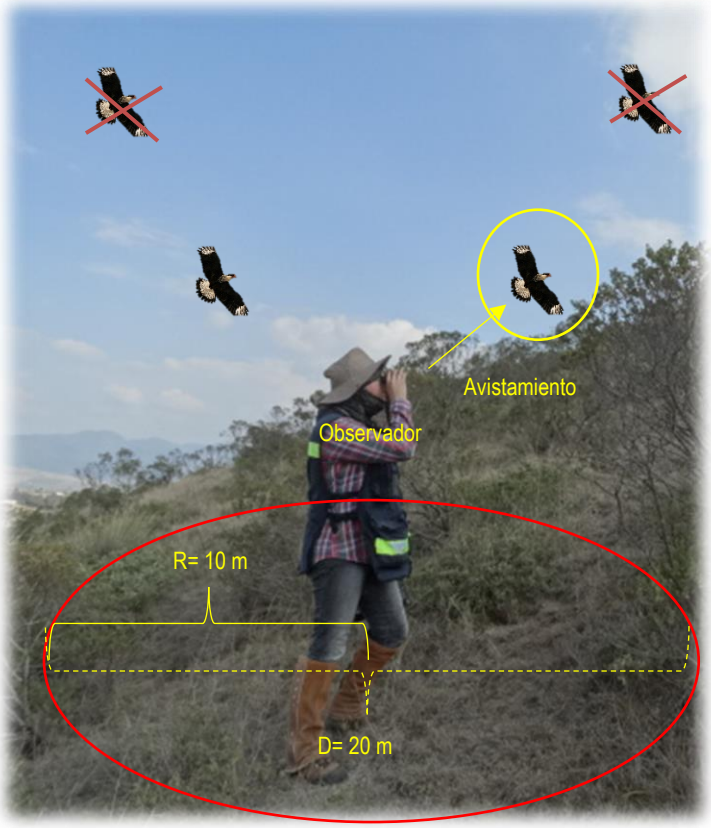
METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE EN EL SAL.

AVIFAUNA.

- **Conteo por puntos.**

El conteo por puntos es una técnica que consiste en identificar y contabilizar aves desde un sitio definido denominado “punto de conteo”. El punto de conteo por lo regular presenta una superficie circular de 10 m de radio. Dentro del punto, se contabilizan a la totalidad de las aves vistas y/o escuchadas a lo largo de un periodo de tiempo correspondiente a 10 minutos. Durante el periodo de muestreo, habrá que evitar contar en más de una ocasión a un mismo individuo. Una vez pasados los 10 minutos de observación, se lleva a cabo un nuevo muestreo en un punto de conteo diferente. Sin embargo, la llegada al nuevo punto de conteo alterará la actividad normal de las aves presentes en el sitio, por lo tanto, es recomendable esperar 10 minutos antes de iniciar el registro de aves. Si durante el periodo de muestreo dentro del punto de conteo fue imposible la identificación de un ave, al final de este se podrá seguir al ave para identificarla. Debido a que el área del proyecto es reducida, a que las aves tienen mayor movilidad que otros grupos biológicos y solo estaban de paso, y a que las unidades de muestreo no estaban muy alejadas entre sí, se diseñó un muestreo por puntos de conteo donde estos se evaluaron en distintos tiempos para evitar contar a las mismas aves. Se registraron 4 puntos de conteo en el SAL cada punto de conteo tuvo un radio fijo de 10 m, por lo tanto, se tuvo una superficie total muestreada de 0.125664 ha.

Imagen IV. 31. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna.



Fuente: BIOTA, 2021.

MASTOFAUNA .

Para la determinación de especies de mastofauna se recurrió a una técnica directa (censo muestral de especies observadas) y una técnica indirecta (rastreo de especies). A continuación, se describe cada técnica empleada:

- **Censo muestral de especies observadas (método directo):** Consiste en hacer recorridos a lo largo de transectos/cuadrantes, en los cuales se toma nota de todas las especies vistas a lo largo de dicho trayecto. Este método usualmente se emplea para conocer la composición faunística, los hábitats que frecuentan las especies y la abundancia relativa (Ceballos *et al*., 2002).

- **Rastreo de especies (método indirecto):** El rastreo de especies consiste en la búsqueda a través de transectos/cuadrantes, de todo vestigio, señal o indicio que dejan los mamíferos durante sus actividades, así como cualquier resto que quede de ellos (los mamíferos silvestres pueden crear diversos rastros como huellas, excretas, madrigueras, señales de alimentación, restos orgánicos, sonidos y olores). Los datos indirectos permiten conocer la composición faunística de una zona, ofrecen datos sobre sus preferencias de hábitats, dieta, o comportamiento. Es frecuente emplear los datos indirectos para calcular índices de abundancia o de presencia de las especies (Aranda-Sánchez, 2012). Debido a la importancia de los mamíferos y a que el área de cambio es relativamente pequeña que apenas pudiera ser al área mínima requerida para recorrer de un individuo de esta clase, el SAL, se dividió en cuadrantes para revisar completamente el área en busca de organismos.

HERPETOFAUNA.

Para el muestreo de herpetofauna se recurrió al encuentro visual, el cual consiste en la observación directa y conteo de organismos a lo largo de transectos/cuadrantes de longitud fija. El avistamiento de reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental ya que de esta depende su temperatura corporal, por lo que los recorridos a lo largo de los transectos se realizaron durante las primeras horas de la mañana y previo al atardecer. Los cuadrantes

establecidos fueron los mismos que para la mastofauna, los cuales se recorrieron a través de una caminata dirigida para determinar la presencia de herpetofauna en cada sitio. Además, se recurrió a la captura directa, la cual se efectuó de manera manual en el caso de lagartijas; para las serpientes, se requiere de un proceso en el cual se inmoviliza la cabeza mediante un gancho herpetológico con el cual se presiona la cabeza contra el suelo en un lugar firme y se toma la parte posterior de la misma con los dedos pulgar y medio, al mismo tiempo colocando el dedo índice en la parte superior, y con la otra mano se sujeta el cuerpo (Gallina-Tessaro, 2011). El muestreo para herpetofauna estuvo basado en los mismos cuadrantes y sus características que para la mastofauna, buscando en cada microhábitat potencial la presencia de reptiles y anfibios; por lo tanto, también como para la mastofauna se recorrieron cuadrantes.

Imagen IV. 32. Cuadrantes establecidos para el muestreo de mastofauna y herpetofauna en el área del proyecto.

Fuente: BIOTA, 2021.

ANÁLISIS DE DIVERSIDAD ALFA DE FAUNA SILVESTRE A TRAVÉS DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS

La biodiversidad o diversidad biológica se define como "la variabilidad entre las especies de diferentes hábitats, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad intraespecífica, entre especies y ecosistemas". El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (Moreno, 2001). La estrategia de estudio de la biodiversidad, involucra inventarios intensivos de múltiples taxa relativamente bien conocidos a nivel taxonómico y con abundante información disponible sobre su historia natural. El análisis y síntesis de la información obtenida de estos inventarios, debe permitir mostrar una fotografía de la biodiversidad lo más clara y precisa posible, pero se debe tener en cuenta que corresponde a una sola fotografía en un momento específico en el tiempo. Sin embargo, para estudiar la biodiversidad se puede considerar y separar en diferentes niveles para obtener información más allá de sólo listados de especies. La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto, es un nivel "local". La forma más sencilla de estimar el alfa-diversidad de una comunidad concreta es mediante el número (o riqueza) de especies que la componen. Sin embargo, esta medida no tiene en cuenta la uniformidad o equilibrio. En una comunidad dada, generalmente existen pocas especies con un alto grado de dominancia (medida como número de individuos) y muchos individuos con una abundancia relativa baja. Cuanto mayor sea la uniformidad de la comunidad, las distintas especies aparecerán de forma más equilibrada en cuanto a su proporción. Una comunidad será más diversa si, además de poseer un alto número de especies, posee además una alta uniformidad (Villareal *et al*., 2004). Para tener en cuenta tanto la riqueza en especies como la uniformidad, se han elaborado distintos índices. En la elaboración de análisis estadísticos es común que se presente la necesidad de realizar comparaciones entre las características de dos o más poblaciones, para lograr

esto existen diferentes tipos de pruebas que permiten inferir sobre las características de las poblaciones mediante el análisis de datos muestrales. Dichas pruebas pueden clasificarse en varios tipos, entre los que se encuentran las pruebas paramétricas y no paramétricas, siendo estas últimas una alternativa para realizar inferencia sobre características poblacionales cuando no se cumplen los supuestos distribucionales necesarios para el uso de las pruebas paramétricas (consideradas con mayor capacidad para rechazar la hipótesis nula cuando es falsa). Cada una de las pruebas se formula con base en diferentes supuestos, los cuales cuando se tienen tamaños de muestra pequeños, pueden ser difíciles de verificar y al ser violados originan errores en las pruebas que pueden llevar a obtener conclusiones equivocadas.

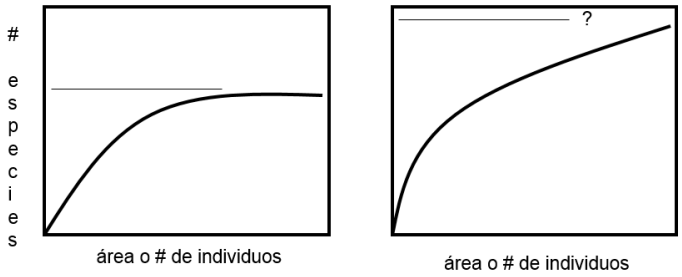
METODOLOGÍA DEL ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

Una curva de acumulación de especies es el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo. Las curvas de acumulación de especies muestran la tasa a la que nuevas especies se encuentran. En una curva de colecta de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes y la adición de especies al inventario se produce rápidamente, por lo tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que incrementa la intensidad de muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo. En este punto es conveniente puntualizar que el tamaño y la composición de un inventario de especies en un lugar determinado varía con el tiempo (ver Adler y Laurenroth, 2003) debido a una característica fundamental de la distribución espacial de las especies: sus rangos de distribución no son estables a lo largo del tiempo. Una especie puede ampliar o reducir su distribución en función de cambios en las variables ambientales. Además, determinadas especies pueden variar su fenología en función, por ejemplo, de las condiciones ambientales de un año determinado, pudiendo llegar a no emerger o ser detectables todos los años. Las curvas de acumulación permiten:

- Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.
- Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables.
- Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al*., 1991; Soberón y Llorente, 1993; Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001).

Algunas curvas de acumulación tienden a una asíntota, otras no. Las que tienden a alcanzar la asíntota sugieren que el esfuerzo de muestreo ha sido adecuado, y que la riqueza total se ha estimado de forma satisfactoria.

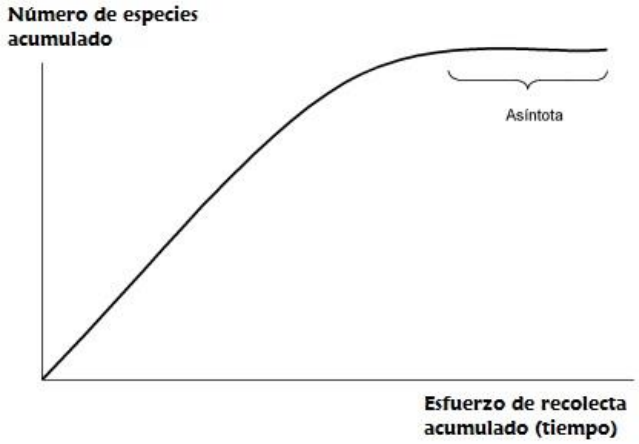
Gráfica IV. 2. Curva de acumulación de especies.



Fuente: BIOTA, 2021.

Uno de los métodos que se comenzó a utilizar con más frecuencia para conocer la riqueza de especies total de una comunidad, fueron las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota como se muestra en la siguiente figura.

Gráfica IV. 3. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).



Fuente: BIOTA, 2021.

El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el esfuerzo de muestreo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). Pero incluso en estas curvas, podrían obtenerse asíntotas antes de que muchas especies hubieran sido registradas, sobre todo por efecto de la estacionalidad, la diversidad beta (el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales) y la abundancia relativa de las especies. Esto último constituyó un hallazgo importante, ya que no todos los individuos tienen la misma probabilidad de pertenecer a una especie determinada, puesto que hay especies comunes y especies muy raras. En general, los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos.

MÉTODOS PARAMÉTRICOS.

Se llaman así porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes) y requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (por ejemplo, con una distribución normal). Entre los modelos paramétricos usados para estimar la riqueza específica están las funciones de acumulación, como la logarítmica, exponencial y la ecuación de Clench. Los modelos paramétricos que miden la estructura son, entre otros, la serie geométrica, la serie logarítmica, la distribución log-normal y el modelo de vara quebrada.

CONSTRUCCIÓN DE LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN.

Al construir una curva de acumulación de especies lo primero que debemos decidir es la manera en la que vamos a cuantificar el esfuerzo de muestreo. El número medio de individuos colectados puede ser una medida indirecta del esfuerzo de muestreo: a mayor esfuerzo, mayor número de individuos capturados. En ciertas ocasiones, las curvas de acumulación basadas en individuos son empleadas para rarificar y, por tanto, en ocasiones se las ha denominado curvas de rarefacción. Sin embargo, si queremos aportar una serie de recomendaciones sobre la planificación del muestreo para otros investigadores, es preferible expresar el esfuerzo como unidades de muestreo (Halffter y Moreno, 2001). Las unidades de muestreo pueden ser horas de observación, número de trampas, etc.; otras veces son unidades más complejas, como las empleadas en Coddington *et al.* (1996), Toti *et al.* (2000) y Jiménez-Valverde y Lobo (2004), en donde cada unidad representa un conjunto complementario de métodos diferentes de muestreo, cada uno empleado durante un tiempo concreto y en ocasiones, por personas diferentes.

DIVERSIDAD ALFA (α)

Para poder analizar a la fauna silvestre del SAL, se consideró a la diversidad alfa medida por medio de la riqueza específica (cantidad de especies), métricas de diversidad y curvas de acumulación paramétricas. A continuación, se describen las características más importantes de los análisis considerados:

1. Riqueza específica.
   - Número de especies por muestreo.
2. Índices de diversidad proporcional.
   - Índice de Simpson modificado por Pielou.
   - Índice de Shannon-Wiener (H´).
   - Índice de Margalef (D_{Mg}).
   - Índice de diversidad verdadera (^1D).
3. Distribución de abundancias (basadas en los índices de diversidad proporcional).
   - Equidad (J).
   - Dominancia (D).
4. Esfuerzo de muestreo (curvas de acumulación de especies).
   - Método paramétrico.
     - Modelos logarítmico y potencial.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD PROPORCIONAL.

⇒ **Índice de Simpson modificado por Pielou (Dp).**

El índice de Simpson, expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie. Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y 1 (1-1/S).

$$D_P = \sum_{i=1}^{S} \left[\frac{ni\ (ni-1)}{N(N-1)} \right]$$

Donde:

ni= Número de individuos de la especie i en la muestra.
N= Número total de individuos en la muestra.
S= Número total de especies en la muestra.

No obstante, si las comunidades fueran infinitamente grandes jamás se podría capturar más allá de una pequeña fracción de su diversidad. Por ello, Pielou (1969) modificó el índice de Simpson para que sea aplicable a comunidades finitas.

⇒ **Índice de Shannon-Wiener (H´).**

El índice de Shannon-Wiener, refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Somarriba, 1999).

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

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener.
Pi = Abundancia relativa.
ln = Logaritmo natural.

⇒ **Índice de Margalef (D_{Mg}).**

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos S= kN donde k es constante (Magurran, 1998). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando S-1, en lugar de S, da DMg=0 cuando hay una sola especie.

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

Donde:

S = Número de especies.
N= Número total de individuos.

⇒ **Índice de diversidad verdadera (¹D)**

El índice de diversidad verdadera muestra el grado de diversidad de un sitio determinado, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie (abundancia). El índice de diversidad verdadera de orden 1 (¹D), se obtiene mediante el exponencial del índice de entropía de Shannon-Wiener.

$$^1D = Exp\,(H') = \exp\left[\sum_{n=1}^{S} Pi * \ln Pi\right]$$

Donde:

¹D = Índice de diversidad verdadera de orden 1.
H´= Índice de Shannon-Wiener.
exp= exponencial.
S= Número total de especies.
Pi= Abundancia relativa de la i-ésima especie.
Ln= Logaritmo natural.

- **Esfuerzo de muestreo (curvas de acumulación de especies)**

⇒ **Método paramétrico: modelos logarítmico y potencial**

Los modelos matemáticos que se utilizan para predecir la riqueza de especies son llamados métodos de estimación que implican calcular los valores de los parámetros de las funciones matemáticas que se utilizan en los modelos de regresión. Dichos valores son constantes dentro del modelo predictivo y se estiman a partir del método de los mínimos cuadrados.

Modelo logarítmico

$$S = \alpha + \beta \log(M)$$

Modelo potencial

$$S = \alpha\, M^{\beta}$$

Donde:

S= Riqueza.
α= Parámetro.
β=Parámetro.
M= Muestras.

MUESTREO REALIZADO EN EL SAL.

A continuación, se muestra el número de muestreos establecidos (puntos de conteo y cuadrantes) en la unidad de análisis SAL. En el SAL se establecieron 12 sitios de muestreo y de conteo para la determinación de avifauna. Por otro lado, para la determinación de especies de mastofauna 4 cuadrantes y herpetofauna se establecieron 4 cuadrantes. A continuación, se muestran las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos de conteo y de los cuadrantes establecidos:

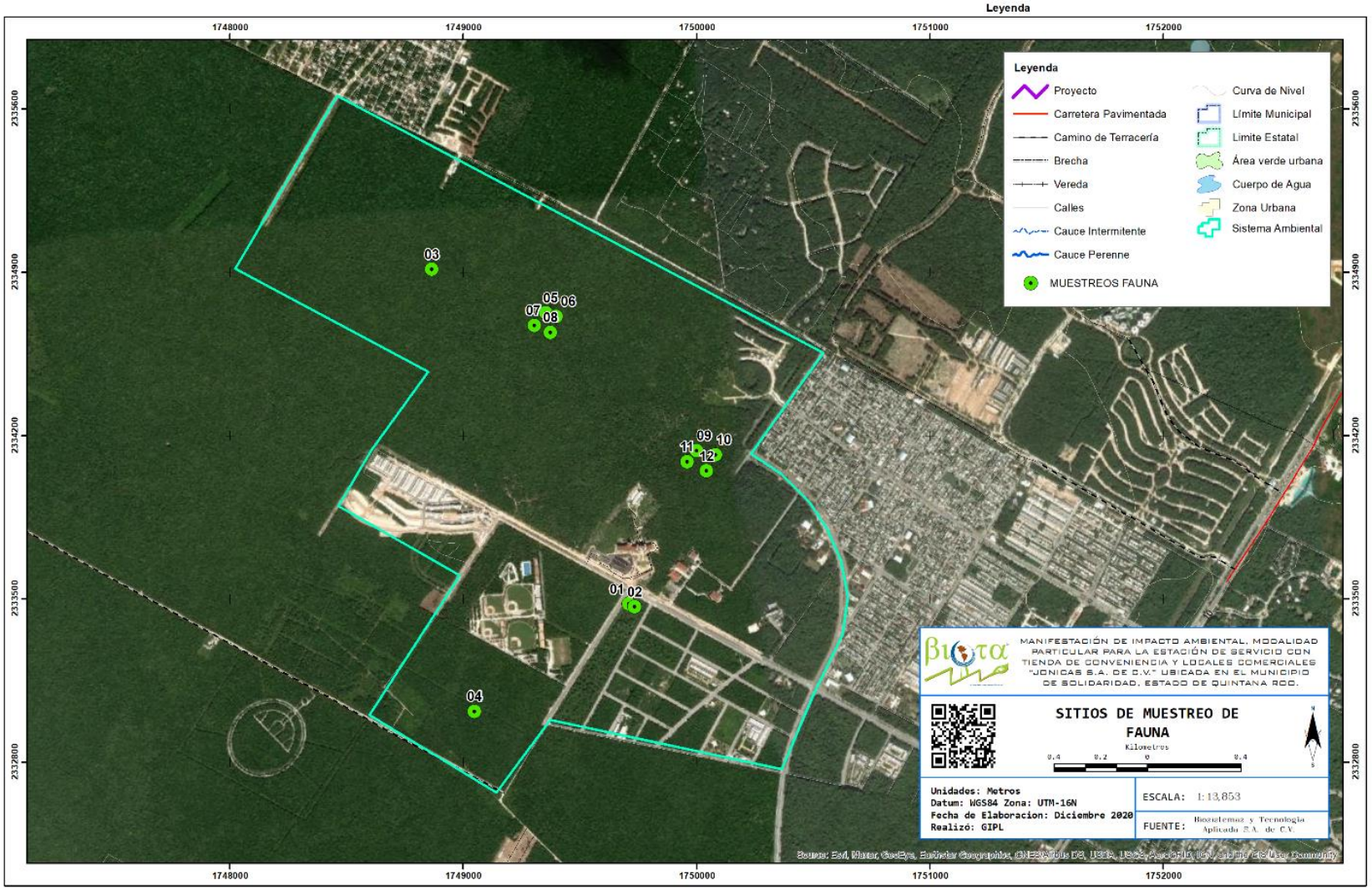
- **Coordenadas geográficas y ubicación de los puntos de conteo en el SAL.**

Tabla IV. 35. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el SAL.

PUNTO DE MUESTREO	X	Y
1	493121	2287044
2	493144	2287030
3	492400	2288508
4	492441	2286642
5	492865	2288290
6	492907	2288272
7	492813	2288241
8	492879	2288207
9	493453	2287665
10	493531	2287642
11	493410	2287622
12	493488	2287577

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 33. Sitios de Muestreo.



Fuente: BIOTA, 2021.

ANÁLISIS DEL SAL.
AVIFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES.

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los puntos de conteo establecidos en el SAL:

Tabla IV. 36. Especies de aves presentes en los puntos de conteo establecidos en el SAL.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	No. registros
1	Cuculidae	*Coccyzus minor*	Cuclillo manglero	SC	LC	Decreciente	Nativa	1
2	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	SC	LC	Creciente	Nativa	2
3	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	SC	LC	Creciente	Nativa	2
4	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	SC	LC	Estable	Nativa	1
5	Icteridae	*Dives*	Tordo cantor	SC	LC	Creciente	Nativa	1
6	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto cejas azules	SC	LC	Decreciente	Nativa	1
7	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	**Pr**	**NT**	Decreciente	Nativa	25
8	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	SC	LC	Decreciente	Nativa	1
9	Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria dorso naranja	SC	LC	Decreciente	Nativa	2
10	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	SC	LC	Creciente	Nativa	1
11	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor	SC	LC	Estable	Nativa	3
12	Picidae	*Melanerpes aurifrons ssp. dubius*	Carpintero cheje yucateco	SC	LC	Estable	Nativa	3
13	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical	SC	LC	Creciente	Nativa	1
14	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	SC	LC	Estable	Nativa	1
15	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca oriental	SC	LC	Estable	Nativa	1
16	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón degollado	SC	LC	Estable	Nativa	3
17	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	SC	LC	Decreciente	Nativa	1
18	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	SC	LC	Decreciente	Nativa	1
19	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja	SC	LC	Estable	Nativa	1
20	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	SC	LC	Creciente	Nativa	1
21	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina pecho gris	SC	LC	Estable	Nativa	1
22	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	SC	LC	Estable	Nativa	4
23	Parulidae	*Setophaga castanea*	Chipe castaño	SC	LC	Decreciente	Nativa	1
24	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	SC	LC	Creciente	Nativa	1
25	Parulidae	*Setophaga fusca*	Chipe garganta naranja	SC	LC	Creciente	Nativa	2
26	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	LC	Creciente	**Exótica-invasora**	3
27	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgris	SC	LC	Estable	Nativa	1
28	Trogonidae	*Trogon caligatus*	Coa violácea norteña	SC	LC	Creciente	Nativa	2
29	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	SC	LC	Decreciente	Nativa	1
30	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano cuir	SC	LC	Creciente	Nativa	5
31	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojos blancos	SC	LC	Creciente	Nativa	2
32	Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco	SC	LC	Desconocida	Nativa	1
			Total					77

Nota: SC (Sin categoría), Pr (Sujeta a protección especial), LC (Preocupación menor), NT (Casi amenazada).

Fuente: BIOTA, 2021.

En el SAL, se registraron 77 individuos de 32 especies de avifauna, de las cuales, una se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Eupsittula nana (***Pr***)*. Solo una especie de ave se encuentra en estatus casi amenazado a nivel global. En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, el 31.25% de las especies presentan una tendencia poblacional decreciente o desconocida y el 68.75% restante presentan una tendencia poblacional favorable. Por otro lado, no se encontraron especies endémicas.

ATRIBUTOS DE LAS ESPECIES.

A continuación, se muestran algunos atributos importantes de las especies de avifauna que fueron registradas en el SAL, los cuales se describen y especifican en seguida:

- **La estacionalidad de las especies.** Esta se entiende como el periodo en que se encuentran presentes las especies en una determinada área, definida en este estudio en cuatro categorías: residentes, migratorias de verano, migratorias de invierno y transitorias.
- **Abundancia.** Se clasifica en seis categorías: abundante (especie fácilmente detectable en grandes números), muy común (especie fácilmente detectable, aunque en pocos números), común (especie observada en números bajos y en grupos pequeños), poco común (especie en la que se observaron

unos pocos individuos), rara (especie observada en números muy bajos) y ocasional (especie muy escasa que si llega a observarse es un dato importante).

- **Sociabilidad.** Se refiere al tipo de organización social de las especies. Comprende tres categorías: solitario (cuando sólo se observa un individuo), pareja (especie que se desplaza en pareja sea época reproductiva o no) y gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos).
- **Alimentación.** Para este caso se asignan categorías de acuerdo al tipo de alimento que consumen, dependiendo de la disponibilidad de los recursos alimenticios. Se pueden identificar las siguientes categorías: herbívoro (especies que se alimentan principalmente de material vegetal como pastos, hojas, ramas, entre otros), carnívoro (especies que se alimentan de vertebrados a los que capturan vivos), carroñero (especies que se alimentan de material animal en descomposición), frugívoro (especies que consumen principalmente frutos), granívoro (se alimentan de semillas principalmente), insectívoro (especies que el consumo de insectos es la base de su alimentación), nectarívoro (cuando el néctar es la principal fuente de alimentación), invertebrados (cuando pequeños invertebrados forman la base de su alimentación) y omnívoro (especies que consumen distintos recursos como semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas, entre otros).
- **Hábitat.** Se define como el ambiente donde la especie se desarrolla, el cual puede variar regionalmente dependiendo de las necesidades de los individuos de la especie y para este estudio se tomaron las condiciones de la vegetación de la siguiente manera: 1) Cauce: corresponde a los sitios que presentaron un rio y/o cause temporal, con vegetación dispersa e indicios de áreas sujetas a actividades antropogénicas. 2) Cauce con vegetación densa: corresponde a sitios con cuerpos de agua y vegetación cerrada, con árboles y arbustos. 3) Matorral: áreas principalmente con matorral desértico rosetófilo. 4) Vegetación densa: corresponde a las áreas con vegetación conservada y, como su nombre lo indica con vegetación cerrada y densa. 5) En aquella categoría denominada "Sobrevolando pastizal" corresponde principalmente a los sitios en los cuales se observaron las aves de rapiña, las cuales se registraron en pastizales con arbolado escaso. 6) Vegetación secundaria: corresponde a las áreas que presentaron en su mayoría arbustos de tamaño pequeño y mediano. Y, por último, 7) Xerófila: corresponde a toda aquella vegetación con espinas y cactáceas como cardones y nopales, con arbustos espinosos.
- **Distribución vertical.** Se basa en el estrato de la vegetación donde se desarrollan los individuos de la especie.

Tabla IV. 37. Atributos de las especies de aves presentes en los puntos de conteo establecidos en el SAL.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus residencia	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato
1	Cuculidae	*Coccyzus minor*	Cuclillo manglero	SC	R	Poco común	Solitario	I, C, F	VD	Arbóreo
2	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	SC	R	Común	Gregario	Ca	SV	Dosel
3	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	SC	R	Poco común	Solitario	I, C, F	VD	Arbóreo
4	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	SC	R	Común	Gregario	F, G, Inv	VS	Arbustivo
5	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	SC	R	Común	Solitario	I, N, G, F	VS	Arbustivo
6	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto cejas azules	SC	R	Común	Solitario	I, G, F	VS	Arbustivo
7	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	**Pr**	R	Común	Gregario	G, F	VS	Arbóreo
8	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	SC	R	Poco común	Solitario	I, C	VD	Arbóreo
9	Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria dorso naranja	SC	R	Común	Gregario	I, G, F	VS	Arbóreo
10	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	SC	R	Común	Gregario	I, G, F	VS	Arbóreo
11	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor	SC	R	Común	Gregario	I, G, F	VS	Arbóreo
12	Picidae	*Melanerpes aurifrons ssp. dubius*	Carpintero cheje yucateco	SC	R	Común	Solitario	I	VD	Arbóreo
13	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical	SC	R	Común	Solitario	I, Inv	VS	Arbustivo
14	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	SC	R	Común	Solitario	I	VS	Arbustivo
15	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca oriental	SC	R	Común	Gregario	G, F	VS	Arbóreo
16	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón degollado	SC	R	Común	Solitario	I, G	VD	Arbustivo
17	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	SC	R	Común	Solitario	G, F, I	VS	Arbustivo
18	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	SC	R, MI	Común	Solitario	G, F, I	VS	Arbustivo
19	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja	SC	MV, MI	Común	Solitario	I, F	VD	Arbustivo
20	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	SC	R	Común	Solitario	Inv, V, F	VS	Arbustivo
21	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina pecho gris	SC	R	Común	Gregario	I	VS	Arbustivo
22	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	SC	R	Abundante	Gregario	F, G, Inv	VS	Arbustivo
23	Parulidae	*Setophaga castanea*	Chipe castaño	SC	MV	Poco común	Solitario	I	VD	Arbustivo
24	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	SC	MI	Poco común	Solitario	I	VD	Arbustivo
25	Parulidae	*Setophaga fusca*	Chipe garganta naranja	SC	MV	Poco común	Solitario	I	VD	Arbustivo
26	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	R	Muy común	Pareja	G, I	VS	Arbustivo
27	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgris	SC	R	Poco común	Pareja	I, N, F	VD	Arbustivo
28	Trogonidae	*Trogon caligatus*	Coa violácea norteña	SC	R	Poco común	Solitario	I, F	VD	Arbustivo
29	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	SC	R	Poco común	Solitario	I, F	VD	Arbustivo

30	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano cuir	SC	R	Común	Gregario	I	VS	Arbustivo
31	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojos blancos	SC	MI	Poco común	Solitario	I, F	VD	Arbustivo
32	Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco	SC	R	Poco común	Solitario	I, F	VD	Arbustivo

Nota: SC (Sin categoría), Pr (Sujeta a protección especial), MI (Migratoria de Invierno), MV (Migratoria de Verano), R (Residente), G (Granívoro), I (Insectívoro), F (Frugívoro), C (Carnívoro), N (Nectarívoro), Ca (Carroñero), Inv (Invertebrados), VD (Vegetación densa), VS (Vegetación secundaria), SV (Sobrevolando).

La mayoría de las especies de aves encontradas son residentes de México y solo 5 son netamente migrantes. En general la avifauna en la zona es común, son solitarios y presentan una dieta variada, lo cual indica que pueden encontrarse tanto en el dosel de los árboles como que en algún momento dado frecuentan estratos inferiores en busca de alimento. Por otro lado, la mayoría de las especies están asociadas a la vegetación secundaria tal como las características de la zona de estudio.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD.

Para estimar la diversidad de una comunidad biótica (fauna silvestre), es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica), el número de entidades distintas que existen en relación a su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Cuando se realiza la estimación de dichas métricas previamente mencionadas, para establecer si una comunidad es más diversa que otra, es imperativo considerar que una sola de tales métricas no será suficiente para tomar esta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de avifauna se llevó acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia. De manera complementaria, también se calcularon el índice de Margalef y el índice de diversidad verdadera.

RIQUEZA ESPECÍFICA.

Tabla IV. 38. Matriz de abundancia y riqueza específica de la avifauna registrada en el SAL.

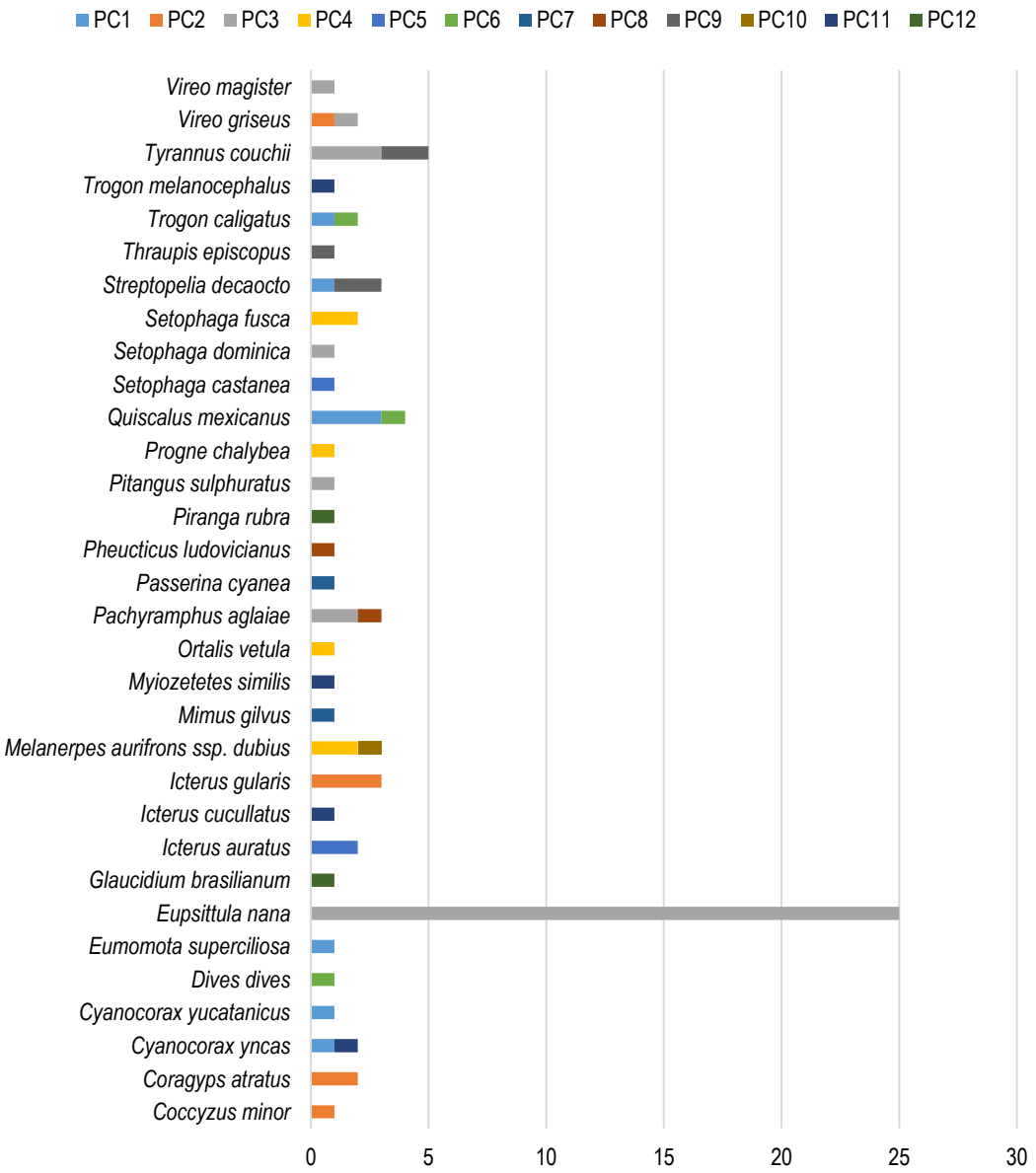
ID	Nombre científico	MATRIZ DE ABUNDANCIA												
		PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	ni
1	Coccyzus minor	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	Coragyps atratus	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	Cyanocorax yncas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
4	Cyanocorax yucatanicus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	Dives dives	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
6	Eumomota superciliosa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	Eupsittula nana	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
8	Glaucidium brasilianum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9	Icterus auratus	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
10	Icterus cucullatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
11	Icterus gularis	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12	Melanerpes aurifrons ssp. dubius	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3
13	Mimus gilvus	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
14	Myiozetetes similis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
15	Ortalis vetula	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	Pachyramphus aglaiae	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
17	Passerina cyanea	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
18	Pheucticus ludovicianus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
19	Piranga rubra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
20	Pitangus sulphuratus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
21	Progne chalybea	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22	Quiscalus mexicanus	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
23	Setophaga castanea	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
24	Setophaga dominica	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
25	Setophaga fusca	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
26	Streptopelia decaocto	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
27	Thraupis episcopus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
28	Trogon caligatus	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
29	Trogon melanocephalus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
30	Tyrannus couchii	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5
31	Vireo griseus	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
32	Vireo magister	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N		6	4	7	4	2	3	2	2	3	1	4	2	77
Riqueza (S)														3.33
Desviación estándar														1.78

Max ni	**25**
Dominancia (D)	**0.32**

Fuente: BIOTA, 2021.

La riqueza específica de avifauna fue determinada por muestra, es decir, por punto de conteo; de tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de aves en los puntos de conteo establecidos de 3.33 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de avifauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 32% en el SAL. A continuación, se muestra la distribución de las especies de avifauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas en el SAL.

Gráfica IV. 4. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas en el SAL.



Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 39. Riqueza específica de la avifauna en SAL.

Familias	Géneros	Especies
19	25	32

De las 19 familias de avifauna registradas en el SAL, la familia mejor representada corresponde a Icteridae con 5 especies; el resto, tiene tres, dos y una especie.

INDIVIDUOS POR HECTÁREA.

A continuación, se muestra el cálculo de individuos por hectárea de cada una de las especies de avifauna registradas en el SAL. Para dicho cálculo, se utilizaron los datos totales de abundancias de todos los muestreos realizados por especie y se consideró también el área total muestreada de 0.376992 ha, estos datos, fueron extrapolados a una hectárea. Es importante mencionar que dichos cálculos son meramente hipotéticos, ya que la distribución y abundancias reales de las especies responden no solo a la cantidad de superficie sino también a diversos factores como son el alimento, la migración, topografía, etc. En resumen, los datos extrapolados de individuos por ha se tendrían que tomar con consideración.

Tabla IV. 40. Cálculo de individuos por hectárea de cada una de las especies de avifauna registradas en el SAL.

ID	Nombre científico	MATRIZ DE ABUNDANCIA												Suma de individuos observados en el total de área muestreada	Individuos por 1 ha
		PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12		
1	*Coccyzus minor*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.653
2	*Coragyps atratus*	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.305
3	*Cyanocorax yncas*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	5.305
4	*Cyanocorax yucatanicus*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.653
5	*Dives dives*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2.653
6	*Eumomota superciliosa*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.653
7	*Eupsittula nana*	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	66.314
8	*Glaucidium brasilianum*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2.653
9	*Icterus auratus*	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	5.305
10	*Icterus cucullatus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2.653
11	*Icterus gularis*	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7.958
12	*Melanerpes aurifrons ssp. dubius*	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3	7.958
13	*Mimus gilvus*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2.653
14	*Myiozetetes similis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2.653
15	*Ortalis vetula*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.653
16	*Pachyramphus aglaiae*	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	7.958
17	*Passerina cyanea*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2.653
18	*Pheucticus ludovicianus*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2.653
19	*Piranga rubra*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2.653
20	*Pitangus sulphuratus*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.653
21	*Progne chalybea*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.653
22	*Quiscalus mexicanus*	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	10.610
23	*Setophaga castanea*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2.653
24	*Setophaga dominica*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.653
25	*Setophaga fusca*	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.305
26	*Streptopelia decaocto*	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	7.958
27	*Thraupis episcopus*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2.653
28	*Trogon caligatus*	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	5.305
29	*Trogon melanocephalus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2.653
30	*Tyrannus couchii*	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	13.263
31	*Vireo griseus*	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.305
32	*Vireo magister*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.653
					TOTAL									**77**	**204**

Fuente: BIOTA, 2021.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL.

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p).

Tabla IV. 41. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el SAL.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Cuculidae	*Coccyzus minor*	Cuclillo manglero	1	0	0	0.0000
2	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	2	1	2	0.0003
3	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	2	1	2	0.0003
4	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	1	0	0	0.0000
5	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	1	0	0	0.0000
6	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto cejas azules	1	0	0	0.0000
7	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	25	24	600	0.1025
8	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	1	0	0	0.0000
9	Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria dorso naranja	2	1	2	0.0003
10	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	1	0	0	0.0000
11	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor	3	2	6	0.0010
12	Picidae	*Melanerpes aurifrons ssp. dubius*	Carpintero cheje yucateco	3	2	6	0.0010
13	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical	1	0	0	0.0000
14	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	1	0	0	0.0000
15	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca oriental	1	0	0	0.0000
16	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón degollado	3	2	6	0.0010
17	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	1	0	0	0.0000
18	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	1	0	0	0.0000
19	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja	1	0	0	0.0000
20	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	1	0	0	0.0000
21	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina pecho gris	1	0	0	0.0000
22	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	4	3	12	0.0021
23	Parulidae	*Setophaga castanea*	Chipe castaño	1	0	0	0.0000
24	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	1	0	0	0.0000
25	Parulidae	*Setophaga fusca*	Chipe garganta naranja	2	1	2	0.0003
26	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	3	2	6	0.0010
27	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgris	1	0	0	0.0000
28	Trogonidae	*Trogon caligatus*	Coa violácea norteña	2	1	2	0.0003
29	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	1	0	0	0.0000
30	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano cuir	5	4	20	0.0034
31	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojos blancos	2	1	2	0.0003
32	Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco	1	0	0	0.0000
			N				**77**
			N (N-1)				**5852**
			Dp				**0.11**
			1-Dp				**0.89**

Fuente: BIOTA, 2021.

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el SAL, existe un 11% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de ave. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 89% de que dos individuos sean de diferentes especies. Por lo tanto, la probabilidad de que dichos individuos sean de distinta especie es mayor, lo cual significa que existe una gran diversidad de avifauna en el SAL.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Tabla IV. 42. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el SAL.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Cuculidae	*Coccyzus minor*	Cuclillo manglero	1	0.0130	1.2987	0.0564
2	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	2	0.0260	2.5974	0.0948
3	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	2	0.0260	2.5974	0.0948
4	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	1	0.0130	1.2987	0.0564
5	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	1	0.0130	1.2987	0.0564
6	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto cejas azules	1	0.0130	1.2987	0.0564
7	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	25	0.3247	32.4675	0.3652
8	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	1	0.0130	1.2987	0.0564
9	Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria dorso naranja	2	0.0260	2.5974	0.0948
10	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	1	0.0130	1.2987	0.0564
11	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor	3	0.0390	3.8961	0.1264
12	Picidae	*Melanerpes aurifrons ssp. dubius*	Carpintero cheje yucateco	3	0.0390	3.8961	0.1264
13	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical	1	0.0130	1.2987	0.0564
14	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	1	0.0130	1.2987	0.0564
15	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca oriental	1	0.0130	1.2987	0.0564
16	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón degollado	3	0.0390	3.8961	0.1264
17	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	1	0.0130	1.2987	0.0564
18	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	1	0.0130	1.2987	0.0564
19	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja	1	0.0130	1.2987	0.0564
20	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	1	0.0130	1.2987	0.0564
21	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina pecho gris	1	0.0130	1.2987	0.0564
22	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	4	0.0519	5.1948	0.1536
23	Parulidae	*Setophaga castanea*	Chipe castaño	1	0.0130	1.2987	0.0564
24	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	1	0.0130	1.2987	0.0564
25	Parulidae	*Setophaga fusca*	Chipe garganta naranja	2	0.0260	2.5974	0.0948
26	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	3	0.0390	3.8961	0.1264
27	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgris	1	0.0130	1.2987	0.0564
28	Trogonidae	*Trogon caligatus*	Coa violácea norteña	2	0.0260	2.5974	0.0948
29	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	1	0.0130	1.2987	0.0564
30	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano cuir	5	0.0649	6.4935	0.1776
31	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojos blancos	2	0.0260	2.5974	0.0948
32	Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco	1	0.0130	1.2987	0.0564
32		**Total**		**77**	**1**	**100**	**2.843**
			I. Shannon (H´)				**2.84**
			H´ max = Ln S				**3.47**
			JH´= H/Hmax				**0.82**

Fuente: BIOTA, 2021.

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (avifauna) contenida en una unidad de la naturaleza (SAL). Por lo tanto, se puede concluir que, si se toma una muestra al azar de las 32 especies de avifauna registradas en el SAL, dicha especie corresponderá a *Eupsittula nana*, ya que es la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

Índice de Margalef (D_{Mg})

Tabla IV. 43. Índice de diversidad de Margalef de las especies de avifauna registradas el SAL.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	32
Abundancia	77
DMg	**7.14**

Fuente: BIOTA, 2021.

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y número de individuos de las aves es muy alta.

Índice de diversidad verdadera (¹D)

Tabla IV. 44. Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el SAL.

Métrica	n	Rango	
		Lower	Upper
S (Riqueza específica)	32	28	32
Abundancia	77	77	77
I. Shannon – Wiener (H´)	2.843	2.544	3.077
1D		**17.17**	

Fuente: BIOTA, 2021.

El SAL presentó un número efectivo de especies de avifauna de 17.17, lo cual indica un estatus de diversidad muy favorable, ya que se presentó más del 100% (32) de especies con una abundancia homogénea entre las mismas.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES).

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo al número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies). Dichos métodos estadísticos se presentan debido a que la superficie del SAL es amplia, por lo tanto, realizar un conteo en la totalidad de esta implica una inversión de tiempo considerable. Por lo tanto, dicho análisis arrojará un número estimado de especies de avifauna presentes en el SAL en función de la superficie de este.

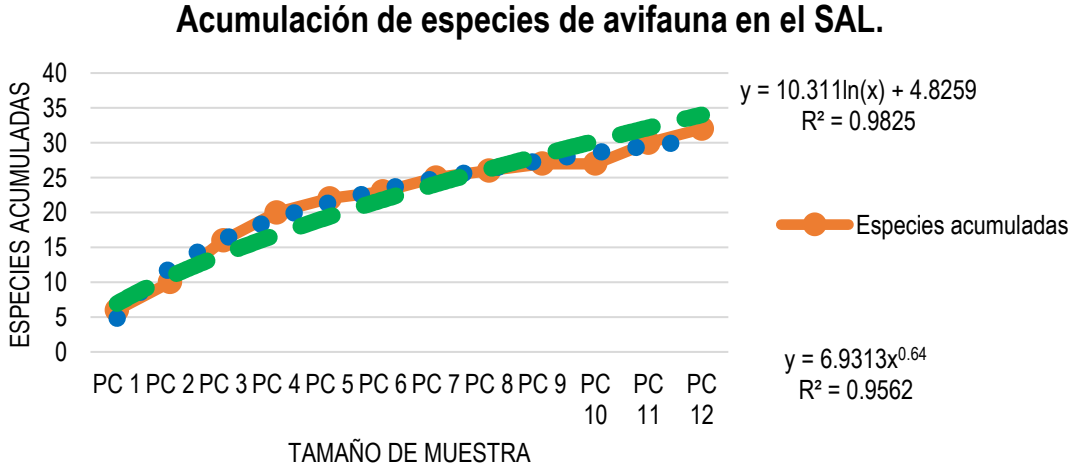
Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial.

Tabla IV. 45. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Puntos	Especies acumuladas
PC 1	6
PC 2	10
PC 3	16
PC 4	20
PC 5	22
PC 6	23
PC 7	25
PC 8	26
PC 9	27
PC 10	27
PC 11	30
PC 12	32

Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica IV. 5. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.



De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo logarítmico es el que mejor se ajusta, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el SAL se realizará con dicha ecuación:

Tabla IV. 46. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
12	4.8259	10.311	30

Fuente: BIOTA, 2021.

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 30 especies de avifauna en el SAL. Lo anterior indica que se registraron el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 32 especies.

MASTOFAUNA.

1.- LISTADO DE ESPECIES.

Se encontraron en su mayoría evidencias indirectas sobre la presencia de mastofauna en los cuadrantes realizados en el SAL. A continuación, se muestra el listado de las especies registradas:

Tabla IV. 47. Especies de mamíferos presentes en los cuadrantes establecidos en el SAL.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	No. registros
1	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	SC	LC	Estable	Nativa	2
2	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque centroamericano	SC	LC	Estable	Nativa	1
3	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	SC	LC	Creciente	Nativa	3
4	Procyonidae	*Nasua narica ssp. yucatanica*	Coatí yucateco	SC	LC	Decreciente	Nativa	3
5	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago perro menor	SC	LC	Estable	Nativa	1
6	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	SC	LC	Creciente	Nativa	1
7	Muridae	*Rattus rattus*	Rata negra	SC	LC	Estable	**Exótica-invasora**	4
8	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca	SC	LC	Estable	Nativa	12
			Total					**27**

Nota: SC (Sin categoría), LC (Preocupación menor).

Fuente: BIOTA, 2021.

En el SAL se registraron 27 individuos de 8 especies de mastofauna, de las cuales, ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con grado de amenaza. Ninguna especie de mamífero se encuentra en algún estatus de riesgo a nivel global. En lo referente a la tendencia poblacional, a excepción de una especie todas presentan una tendencia creciente o estable. Por otro lado, no se encontró ninguna especie endémica.

ATRIBUTOS DE LAS ESPECIES.

A continuación, se muestran algunos atributos importantes de las especies de mastofauna que fueron registradas en el SAL, los cuales se describen y especifican en seguida:

a. **Abundancia**. Se clasifica en seis categorías: abundante (especie fácilmente detectable en grandes números), muy común (especie fácilmente detectable, aunque en pocos números), común (especie observada en números bajos y en grupos pequeños), poco común (especie en la que se observaron unos pocos individuos), rara (especie observada en números muy bajos) y ocasional (especie muy escasa que si llega a observarse es un dato importante).
b. **Sociabilidad.** Se refiere al tipo de organización social de las especies. Comprende tres categorías: solitario (cuando sólo se observa un individuo), pareja (especie que se desplaza en pareja sea época reproductiva o no) y gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos).
c. **Alimentación.** Para este caso se asignan categorías de acuerdo al tipo de alimento que consumen, dependiendo de la disponibilidad de los recursos alimenticios. Se pueden identificar las siguientes categorías: herbívoro (especies que se alimentan principalmente de material vegetal como pastos, hojas, ramas, entre otros), carnívoro (especies que se alimentan de vertebrados a los que capturan vivos), carroñero (especies que se alimentan de material animal en descomposición), frugívoro (especies que consumen principalmente

frutos), granívoro (se alimentan de semillas principalmente), insectívoro (especies que el consumo de insectos es la base de su alimentación), nectarívoro (cuando el néctar es la principal fuente de alimentación), invertebrados (cuando pequeños invertebrados forman la base de su alimentación) y omnívoro (especies que consumen distintos recursos como semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas, entre otros).

d. **Hábitat.** Se define como el ambiente donde la especie se desarrolla, el cual puede variar regionalmente dependiendo de las necesidades de los individuos de la especie y para este estudio se tomaron las condiciones de la vegetación de la siguiente manera: 1) Cauce: corresponde a los sitios que presentaron un rio y/o cause temporal, con vegetación dispersa e indicios de áreas sujetas a actividades antropogénicas. 2) Cauce con vegetación densa: corresponde a sitios con cuerpos de agua y vegetación cerrada, con árboles y arbustos. 3) Matorral: áreas principalmente con matorral desértico rosetófilo. 4) Vegetación densa: corresponde a las áreas con vegetación conservada y, como su nombre lo indica con vegetación cerrada y densa. 5) En aquella categoría denominada "Sobrevolando pastizal" corresponde principalmente a los sitios en los cuales se observaron las aves de rapiña, las cuales se registraron en pastizales con arbolado escaso. 6) Vegetación secundaria: corresponde a las áreas que presentaron en su mayoría arbustos de tamaño pequeño y mediano. Y por último 7) Xerófila: corresponde a toda aquella vegetación con espinas y cactáceas como cardones y nopales, con arbustos espinosos.

e. **Importancia ecológica.** Se refiere al grado de funcionalidad en el ecosistema. En este trabajo se definieron tres categorías: 1) Regulador de poblaciones: se refiere a aquellos organismos que dados sus requerimientos alimenticios sirven como controladores del crecimiento de otras poblaciones de menor rango en la escala trófica. 2) Dispersor de semillas: se refiere a aquellos organismos que por medio de su alimentación y movimiento ayudan a propagar las semillas de las plantas, propiciando con ello una buena regeneración. 3) Equilibrio ecológico: se refiere a aquellos organismos que pueden cumplir varias funciones en los ecosistemas tales como ser controladores de plagas, sirven de alimento a otros niveles de la cadena trófica y son colaboradores en la generación de servicios ambientales (aireación del suelo, filtración de agua, etc.).

Tabla IV. 48. Atributos de las especies de mamíferos presentes en los cuadrantes establecidos en el SAL.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Importancia ecológica
1	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	SC	Común	Gregario	Frugívoro	VS	Dispersor de semillas
2	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque centroamericano	SC	Poco común	Solitario	Frugívoro	VD	Dispersor de semillas
3	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	SC	Muy común	Solitario	Omnívoro	VS	Equilibrio ecológico
4	Procyonidae	*Nasua narica ssp. yucatanica*	Coatí yucateco	SC	Poco común	Solitario	Omnívoro	VD	Equilibrio ecológico
5	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago perro menor	SC	Poco común	Gregario	Insectívoro	VD	Equilibrio ecológico
6	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	SC	Común	Solitario	Omnívoro	VD	Equilibrio ecológico
7	Muridae	*Rattus*	Rata negra	SC	Muy común	Solitario	Omnívoro	VS	Equilibrio ecológico
8	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca	SC	Común	Solitario	Omnívoro	VS	Dispersor de semillas

Nota: SC (Sin categoría), VD (Vegetación densa), VS (Vegetación secundaria).

Fuente: BIOTA, 2021.

En general, las especies de mastofauna se caracterizan por ser comunes o muy comunes; esto es debido a que los mamíferos tienen un área de campeo grande y actualmente se han adaptado a las condiciones variadas de uso de suelo. Los organismos de dichas especies también se caracterizan por ser solitarios y tener hábitos alimenticios variados sobre todo de tipo omnívoro, lo que también les permite actualmente obtener comida de las áreas perturbadas por los humanos. El tipo de hábitat o de vegetación dónde se encontraron los mamíferos corresponde de igual manera a las características de la zona de estudio donde convergen la zona urbana con las zonas forestales remanentes y es justo ahí donde encuentran comida y refugio. Por otro lado, los mamíferos reportados son generalistas y participan en diferentes funciones en los ecosistemas, lo cual también les permite adaptarse al medio donde viven evitando así la competencia.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD.

Para estimar la diversidad de una comunidad biótica (fauna silvestre), es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica), el número de entidades distintas que existen en relación a su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Cuando se realiza la estimación de dichas métricas previamente mencionadas, para establecer si una comunidad es más diversa que otra, es imperativo considerar que una sola de tales métricas no será suficiente para tomar esta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de mastofauna se llevó acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia. De manera complementaria, también se calcularon el índice de Margalef y el índice de diversidad verdadera.

RIQUEZA ESPECÍFICA

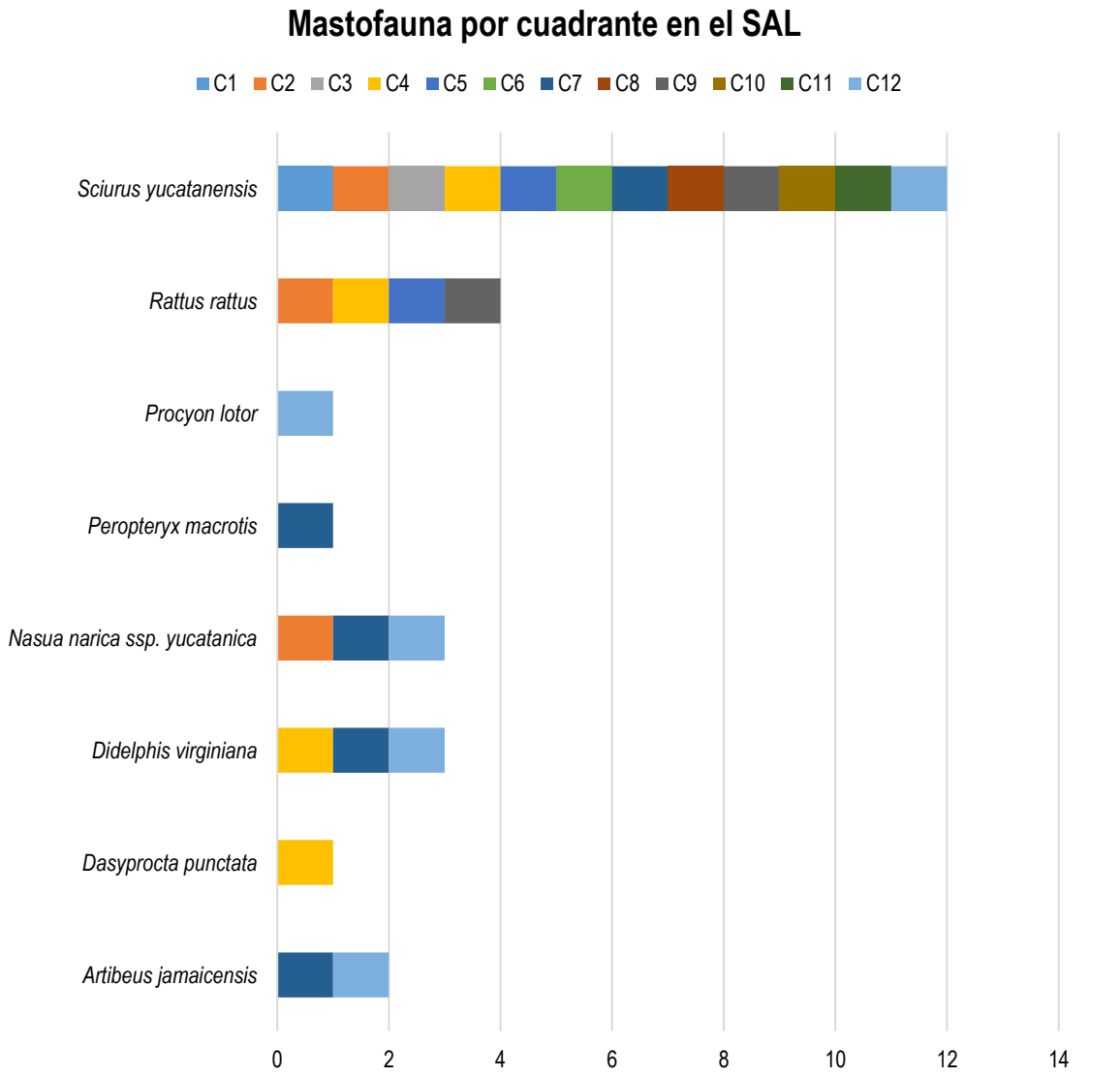
Tabla IV. 49. Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el SAL.

ID	Nombre científico	MATRIZ DE ABUNDANCIA												
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	ni
1	*Artibeus jamaicensis*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
2	*Dasyprocta punctata*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	*Didelphis virginiana*	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3
4	*Nasua narica ssp. yucatanica*	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3
5	*Peropteryx macrotis*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
6	*Procyon lotor*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
7	*Rattus*	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	4
8	*Sciurus yucatanensis*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
	N	**1**	**3**	**1**	**4**	**2**	**1**	**5**	**1**	**2**	**1**	**1**	**5**	**27**
	Riqueza (S)													**2.25**
	Desviación estándar													**1.60**
	Max ni													**12**
	Dominancia (D)													**0.44**

Fuente: BIOTA, 2021.

La riqueza específica de mastofauna fue determinada por muestra, es decir, por cuadrante establecido en la CH; de tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de mamíferos en los cuadrantes establecidos de 2.25 especies por cuadrante. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de mastofauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 44% en el SAL. A continuación, se muestra la distribución de las especies de mastofauna en cada uno de los cuadrantes en el cual fueron registradas en el SAL.

Gráfica IV. 6. Distribución de los individuos de mastofauna en cada cuadrante en el que fueron registradas en el SAL.



Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 50. Riqueza específica de la mastofauna registrada en el SAL.

Familias	Géneros	Especies
7	8	8

Fuente: BIOTA, 2021.

De las 7 familias de mastofauna registradas en el SAL, la familia Procyonidae fue representada por dos especies, el resto, solo una.

INDIVIDUOS POR HECTÁREA.

A continuación, se muestra el cálculo de individuos por hectárea de cada una de las especies de mastofauna registradas en el SAL. Para dicho cálculo, se utilizaron los datos totales de abundancias de todos los muestreos realizados por especie y se consideró también el área total muestreada de 1.290102 ha, estos datos, fueron extrapolados a una hectárea. Es importante mencionar que dichos cálculos son meramente hipotéticos, ya que la distribución y abundancias reales de las especies responden no solo a la cantidad de superficie sino también a diversos factores como son el alimento, la migración, topografía, etc. En resumen, lo datos extrapolados de individuos por ha se tendrían que tomar con consideración.

Tabla IV. 51. Cálculo de individuos por hectárea de cada una de las especies de mastofauna registradas en el SAL.

ID	Nombre científico	MATRIZ DE ABUNDANCIA												Suma de individuos observados en el total de área muestreada	Individuos por 1 ha
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12		
1	*Artibeus jamaicensis*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	1.550
2	*Dasyprocta punctata*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.775
3	*Didelphis virginiana*	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3	2.325
4	*Nasua narica ssp. yucatanica*	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	2.325
5	*Peropteryx macrotis*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.775
6	*Procyon lotor*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.775
7	*Rattus rattus*	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	4	3.101
8	*Sciurus yucatanensis*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	9.302
	TOTAL													**27**	**21**

Fuente: BIOTA, 2021.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL.

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p).

Tabla IV. 52. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el SAL.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	2	1	2	0.0028
2	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque centroamericano	1	0	0	0.0000
3	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	3	2	6	0.0085
4	Procyonidae	*Nasua narica ssp. yucatanica*	Coatí yucateco	3	2	6	0.0085
5	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago perro menor	1	0	0	0.0000
6	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	1	0	0	0.0000
7	Muridae	*Rattus rattus*	Rata negra	4	3	12	0.0171
8	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca	12	11	132	0.1880
			N				**27**
			N (N-1)				**702**
			Dp				**0.23**
			1-Dp				**0.77**

Fuente: BIOTA, 2021.

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el SAL existe un 23% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de mastofauna. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 77% de que dos individuos sean de diferentes especies.

Índice de Shannon-Wiener (H´).

Tabla IV. 53. Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el SAL.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	2	0.0741	7.4074	0.1928
2	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque centroamericano	1	0.0370	3.7037	0.1221
3	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	3	0.1111	11.1111	0.2441
4	Procyonidae	*Nasua narica ssp. yucatanica*	Coatí yucateco	3	0.1111	11.1111	0.2441
5	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago perro menor	1	0.0370	3.7037	0.1221
6	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	1	0.0370	3.7037	0.1221
7	Muridae	*Rattus rattus*	Rata negra	4	0.1481	14.8148	0.2829
8	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca	12	0.4444	44.4444	0.3604
8		**Total**		**27**	**1**	**100**	**1.691**
			I. Shannon (H´)				**1.69**
			H´ max = Ln S				**2.08**
			JH´= H/Hmax				**0.81**

Fuente: BIOTA, 2021.

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (mastofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (SAL). Por lo tanto, se puede concluir que, si se toma una muestra al azar de las 8 especies de mastofauna registradas en el SAL, dicha especie corresponderá a *Sciurus yucatanensis* ya que es la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

Índice de Margalef (D_{Mg}).

Tabla IV. 54. Índice de diversidad de Margalef de las especies de mastofauna registradas en el SAL.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	8
Abundancia	27
DMg	2.12

Fuente: BIOTA, 2021.

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y número de individuos de los mamíferos es medio.

Índice de diversidad verdadera (^1D)

Tabla IV. 55. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el SAL.

Métrica	n	Rango	
		Lower	Upper
S (Riqueza específica)	8	8	8
Abundancia	27	27	27
I. Shannon – Wiener (H´)	1.691	1.483	1.941
^1D		**8.36**	

Fuente: BIOTA, 2021.

El SAL presentó un número efectivo de especies de mastofauna de 8.36, lo cual indica un estatus de diversidad favorable, ya que se presentó el 95.69% (8) de especies con una abundancia homogénea entre las mismas.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES).

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo al número de cuadrantes establecidos (curvas de acumulación de especies). Dichos métodos estadísticos se presentan debido a que la superficie del SAL es amplia, por lo tanto, realizar un conteo en la totalidad de esta implica una inversión de tiempo considerable. Por lo tanto, dicho análisis arrojará un número estimado de especies de mastofauna presentes en el SAL en función de las superficies de estas.

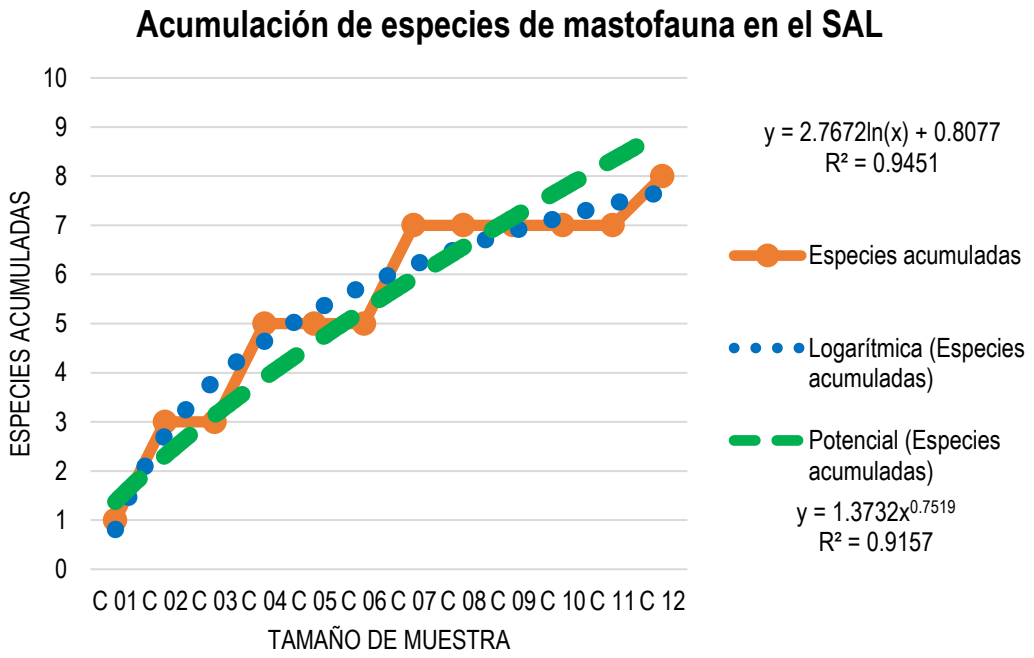
Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial.

Tabla IV. 56. Especies acumuladas de mastofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Cuadrantes	Especies acumuladas
C 01	1
C 02	3
C 03	3
C 04	5
C 05	5
C 06	5
C 07	7
C 08	7
C 09	7
C 10	7
C 11	7
C 12	8

Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica IV. 7. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.



Fuente: BIOTA, 2021.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo logarítmico es el que mejor se ajusta, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente el SAL se realizará con dicha ecuación:

Tabla IV. 57. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo logarítmico			
Cuadrantes	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
12	0.8077	2.7672	8

Fuente: BIOTA, 2021.

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 8 especies de mastofauna en el SAL. Lo anterior indica que se registró el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 8 especies.

ANÁLISIS DE LA HERPETOFAUNA.

1.- LISTADO DE ESPECIES.

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron en los 12 cuadrantes establecidos en el SAL.

Tabla IV. 58. Listado de especies de herpetofauna registradas en el SAL.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	No. registros
1	Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe	SC	LC	Estable	**Exótica-invasora**	15
2	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	SC	LC	Estable	Nativa	7
3	Colubridae	*Coniophanes schmidti*	Culebra rayada yucateca	SC	LC	Estable	Nativa	3
4	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	**A**	LC	Estable	Nativa	2
5	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus planirostris*	Rana chirriadora de invernadero	SC	LC	Estable	**Exótica-invasora**	1
6	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	SC	LC	Estable	**Exótica-invasora**	1
7	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	SC	LC	Estable	Nativa	2
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	SC	LC	Estable	Nativa	7
9	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	SC	LC	Estable	Nativa	2
10	Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana	SC	Desconocido	Desconocida	Nativa	1
			Total					**41**

Nota: SC (Sin categoría), A (Amenazada), LC (Preocupación menor).
Fuente: BIOTA, 2021.

En el SAL se registraron 41 individuos de 10 especies de herpetofauna y de las cuales, una se encuentra en un estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Ctenosaura similis* **(A)**. A nivel global, no existe ninguna especie de reptil que esté en riesgo. De acuerdo a la IUCN las poblaciones de herpetofauna son estables. Ninguna de las especies resultó ser endémica de México.

ATRIBUTOS DE LAS ESPECIES

A continuación, se muestran algunos atributos importantes de las especies de herpetofauna que fueron registradas en el SAL, los cuales se describen y especifican en seguida:

a. **Abundancia**. Se clasifica en seis categorías: abundante (especie fácilmente detectable en grandes números), muy común (especie fácilmente detectable, aunque en pocos números), común (especie observada en números bajos y en grupos pequeños), poco común (especie en la que se observaron unos pocos individuos), rara (especie observada en números muy bajos) y ocasional (especie muy escasa que si llega a observarse es un dato importante).
b. **Sociabilidad.** Se refiere al tipo de organización social de las especies. Comprende tres categorías: solitario (cuando sólo se observa un individuo), pareja (especie que se desplaza en pareja sea época reproductiva o no) y gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos).
c. **Alimentación.** Para este caso se asignan categorías de acuerdo al tipo de alimento que consumen, dependiendo de la disponibilidad de los recursos alimenticios. Se pueden identificar las siguientes categorías: herbívoro (especies que se alimentan principalmente de material vegetal como pastos, hojas, ramas, entre otros), carnívoro (especies que se alimentan de vertebrados a los que capturan vivos), carroñero (especies que se alimentan de material animal en descomposición), frugívoro (especies que consumen principalmente frutos), granívoro (se alimentan de semillas principalmente), insectívoro (especies que el consumo de insectos es la base de su alimentación), nectarívoro (cuando el néctar es la principal fuente de alimentación), invertebrados (cuando pequeños invertebrados forman la base de su alimentación) y omnívoro (especies que consumen distintos recursos como semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas, entre otros).
d. **Microhábitat.** Se define como el ambiente específico donde la especie se desarrolla, el cual puede variar dependiendo de las necesidades fisiológicas de las especies. Para este estudio se definieron varios microhábitats que describieran el lugar donde la especie fue encontrada en proporción mayor: Lago, laguna, pantano, cañada, charco, tierra, pasto, roca, maguey, etc.
e. **Importancia ecológica.** Se refiere al grado de funcionalidad en el ecosistema. En este trabajo se definieron tres categorías: 1) Regulador de poblaciones: se refiere a aquellos organismos que dados sus requerimientos alimenticios sirven como controladores del crecimiento de otras poblaciones de menor rango en la escala trófica. 2) Dispersor de semillas: se refiere a aquellos organismos que por medio de su alimentación y movimiento ayudan a propagar las semillas de las plantas, propiciando con ello una buena regeneración. 3) Equilibrio ecológico: se refiere a aquellos organismos que pueden cumplir varias funciones en los ecosistemas tales como ser controladores de plagas, sirven de alimento a otros niveles de la cadena trófica y son colaboradores en la generación de servicios ambientales (aireación del suelo, filtración de agua, etc.).

Tabla IV. 59. Atributos de las especies de reptiles y anfibios presentes en los cuadrantes establecidos en el SAL. SC (Sin categoría), A (Amenazada), Pr (Sujeta a protección especial).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Microhábitat	Importancia ecológica
1	Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe	SC	Muy común	Solitario	Insectívoro	Corteza de árboles	Equilibrio ecológico
2	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	SC	Común	Solitario	Insectívoro	Rocas	Equilibrio ecológico
3	Colubridae	*Coniophanes schmidti*	Culebra rayada yucateca	SC	Común	Solitario	Invertebrados	Rocas	Equilibrio ecológico
4	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	Común	Solitario	Omnívoro	Suelo	Equilibrio ecológico
5	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus planirostris*	Rana chirriadora de invernadero	SC	Muy común	Solitario	Insectívoro	Suelo	Equilibrio ecológico
6	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	SC	Muy común	Solitario	Insectívoro	Pastos	Equilibrio ecológico
7	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	SC	Común	Solitario	Insectívoro	Pastos	Equilibrio ecológico
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	SC	Común	Solitario	Insectívoro	Rocas	Equilibrio ecológico
9	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	SC	Común	Solitario	Carnívoro	Suelo	Equilibrio ecológico
10	Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana	SC	Poco común	Solitario	Insectívoro	Hojarasca	Equilibrio ecológico

Fuente: BIOTA, 2021.

A excepción de una de las especies de herpetofauna del SAL todas son comunes o abundantes. Dichas especies tienen características homogéneas en cuanto a sociabilidad y alimentación, considerando a los reptiles de la zona como solitarios e insectívoros. Los microhábitats son variados dependiendo de la especie estudiada. Todas las especies de reptiles reportados tienen la función de mantener el equilibrio ecológico del ecosistema a nivel del suelo.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD.

Para estimar la diversidad de una comunidad biótica (fauna silvestre), es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica), el número de entidades distintas que existen en relación a su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Cuando se realiza la estimación de dichas métricas previamente mencionadas, para establecer si una comunidad es más diversa que otra, es imperativo considerar que una sola de tales métricas no será suficiente para tomar esta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de herpetofauna se llevó acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia. De manera complementaria, también se calcularon el índice de Margalef y el índice de diversidad verdadera.

RIQUEZA ESPECÍFICA.

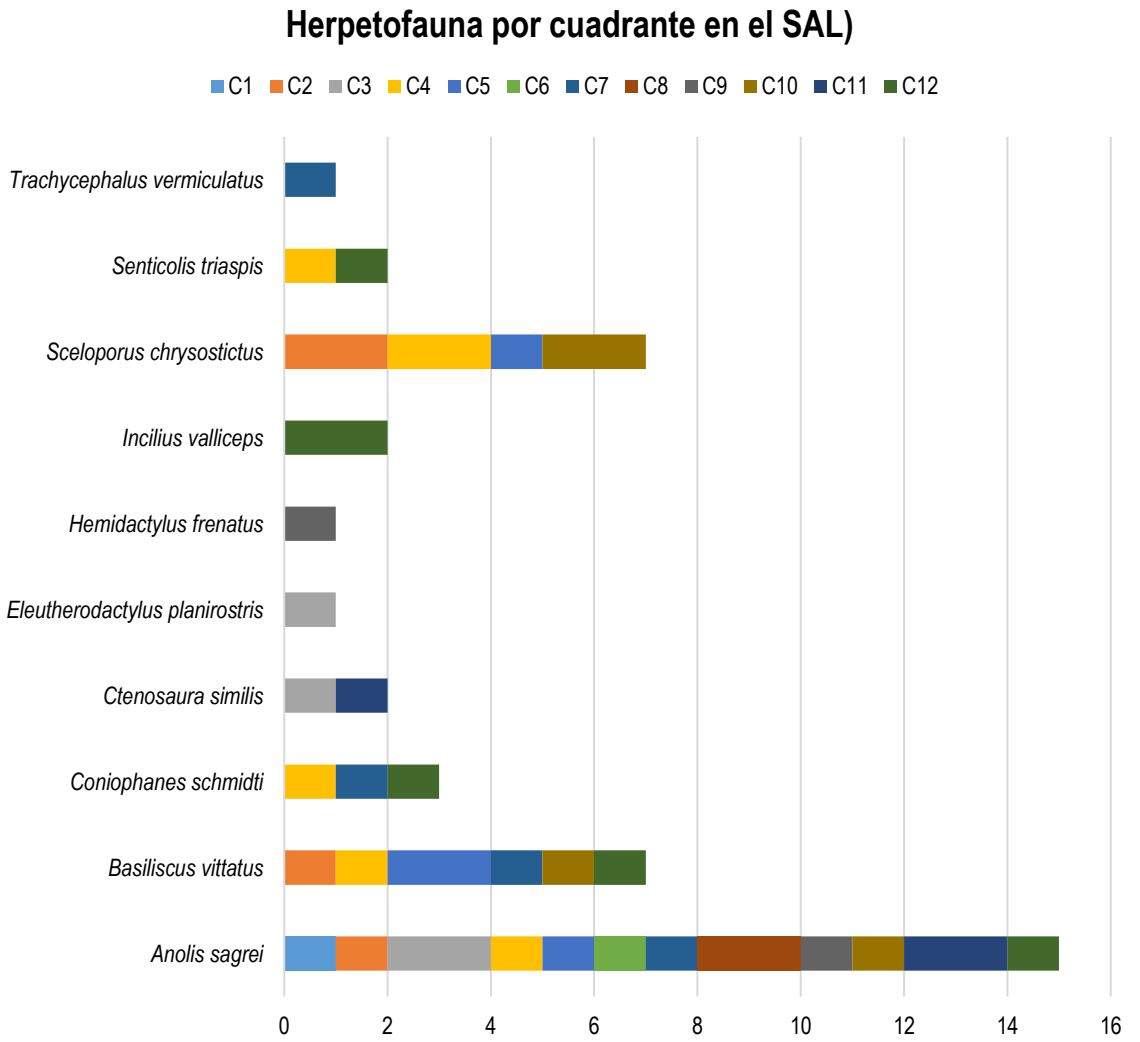
Tabla IV. 60. Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el SAL.

ID	Nombre científico	MATRÍZ DE ABUNDANCIA												
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	ni
1	*Anolis sagrei*	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	15
2	*Basiliscus vittatus*	0	1	0	1	2	0	1	0	0	1	0	1	7
3	*Coniophanes schmidti*	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3
4	*Ctenosaura similis*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
5	*Eleutherodactylus planirostris*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	*Hemidactylus frenatus*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
7	*Incilius valliceps*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
8	*Sceloporus chrysostictus*	0	2	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	7
9	*Senticolis triaspis*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10	*Trachycephalus vermiculatus*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	N	**1**	**3**	**3**	**5**	**3**	**1**	**4**	**1**	**2**	**3**	**2**	**5**	**41**
	Riqueza (S)													**2.75**
	Desviación estándar													**1.42**
	Max ni													**15**
	Dominancia (D)													**0.37**

Fuente: BIOTA, 2021.

La riqueza específica de herpetofauna fue determinada por muestra, es decir, por cuadrante establecido en el SAL; de tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de herpetofauna en los 12 cuadrantes establecidos de 2.75 especies por cuadrante. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de herpetofauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 37% en el SAL.

Gráfica IV. 8. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada cuadrante en el que fueron registradas en el SAL.



Fuente: BIOTA, 2021

Tabla IV. 61. Riqueza específica de herpetofauna en el SAL.

Familias	Géneros	Especies
9	10	10

Fuente: BIOTA, 2021.

En la CH se registraron la presencia de 9 familias de herpetofauna, de ellas la Colubridae tuvo 2 especies, el resto, solo una.

INDIVIDUOS POR HECTÁREA.

A continuación, se muestra el cálculo de individuos por hectárea de cada una de las especies de herpetofauna registradas en el SAL. Para dicho cálculo, se utilizaron los datos totales de abundancias de todos los muestreos realizados y se consideró también el área total muestreada de 1.290102 ha, estos datos, fueron extrapolados a una hectárea. Es importante mencionar que dichos cálculos son meramente hipotéticos, ya que la distribución y abundancias reales de las especies responden no solo a la cantidad de superficie sino también a diversos factores como son el alimento, la migración, topografía, etc. En resumen, lo datos extrapolados de individuos por ha se tendrían que tomar con consideración.

Tabla IV. 62. Cálculo de individuos por hectárea de cada una de las especies de herpetofauna registradas en el SAL.

ID	Nombre científico	MATRIZ DE ABUNDANCIA												Suma de individuos observados en el total de área muestreada	Individuos por 1 ha
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12		
1	*Anolis sagrei*	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	15	11.627
2	*Basiliscus vittatus*	0	1	0	1	2	0	1	0	0	1	0	1	7	5.426
3	*Coniophanes schmidti*	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3	2.325
4	*Ctenosaura similis*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1.550
5	*Eleutherodactylus planirostris*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.775
6	*Hemidactylus frenatus*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.775
7	*Incilius valliceps*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.550
8	*Sceloporus chrysostictus*	0	2	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	7	5.426
9	*Senticolis triaspis*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1.550
10	*Trachycephalus vermiculatus*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.775
	TOTAL													**41**	**32**

Fuente: BIOTA, 2021.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL.
Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Tabla IV. 63. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el SAL.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
1	Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe	15	14	210	0.1280
2	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	7	6	42	0.0256
3	Colubridae	*Coniophanes schmidti*	Culebra rayada yucateca	3	2	6	0.0037
4	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	2	1	2	0.0012
5	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus planirostris*	Rana chirriadora de invernadero	1	0	0	0.0000
6	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	1	0	0	0.0000
7	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	2	1	2	0.0012
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	7	6	42	0.0256
9	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	2	1	2	0.0012
10	Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana	1	0	0	0.0000
			N				**41**
			N (N-1)				**1640**
			Dp				**0.19**
			1-Dp				**0.81**

Fuente: BIOTA, 2021.

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna presente en el SAL, existe un 19% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de herpetofauna. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 81% de que dos individuos sean de diferentes especies.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Tabla IV. 64. Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el SAL.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
1	Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe	15	0.3659	36.5854	0.3679
2	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	7	0.1707	17.0732	0.3018
3	Colubridae	*Coniophanes schmidti*	Culebra rayada yucateca	3	0.0732	7.3171	0.1913
4	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	2	0.0488	4.8780	0.1473
5	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus planirostris*	Rana chirriadora de invernadero	1	0.0244	2.4390	0.0906
6	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	1	0.0244	2.4390	0.0906
7	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	2	0.0488	4.8780	0.1473
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	7	0.1707	17.0732	0.3018
9	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	2	0.0488	4.8780	0.1473
10	Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana	1	0.0244	2.4390	0.0906

10	**Total**	**41**	**1**	**100**	**1.877**
	I. Shannon (H´)				**1.88**
	H´ max = Ln S				**2.30**
	JH´= H/Hmax				**0.81**

Fuente: BIOTA, 2021

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (herpetofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (SAL). Por lo tanto, se puede concluir que, si se toma una muestra al azar de las 10 especies de herpetofauna registradas en el SAL, dicha especie corresponderá a *Anolis sagrei* ya que es la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

Índice de Margalef (D_{Mg})

Tabla IV. 65. Índice de diversidad de Margalef de las especies de herpetofauna registradas en el SAL.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	10
Abundancia	41
DMg	**2.42**

Fuente: BIOTA, 2021

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y número de individuos de los reptiles y anfibios es media.

Índice de diversidad verdadera (^1D)

Tabla IV. 66. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el SAL.

Métrica	**n**	**Rango**	
		Lower	**Upper**
S (Riqueza específica)	10	9	10
Abundancia	41	41	41
I. Shannon – Wiener (H´)	1.877	1.582	2.056
^1D		**6.53**	

Fuente: BIOTA, 2021

El SAL presentó un número efectivo de especies de herpetofauna de 6.53, lo cual indica un estatus de diversidad muy favorable, ya que se presentó más del 100% (10) de especies con una abundancia homogénea entre las mismas.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo al número de cuadrantes establecidos (curvas de acumulación de especies). Dichos métodos estadísticos se presentan debido a que la superficie del SAL es amplia, por lo tanto, realizar un conteo en la totalidad de esta implica una inversión de tiempo considerable. Por lo tanto, dicho análisis arrojará un número estimado de especies de herpetofauna presentes en el SAL en función de la superficie de esta.

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial.

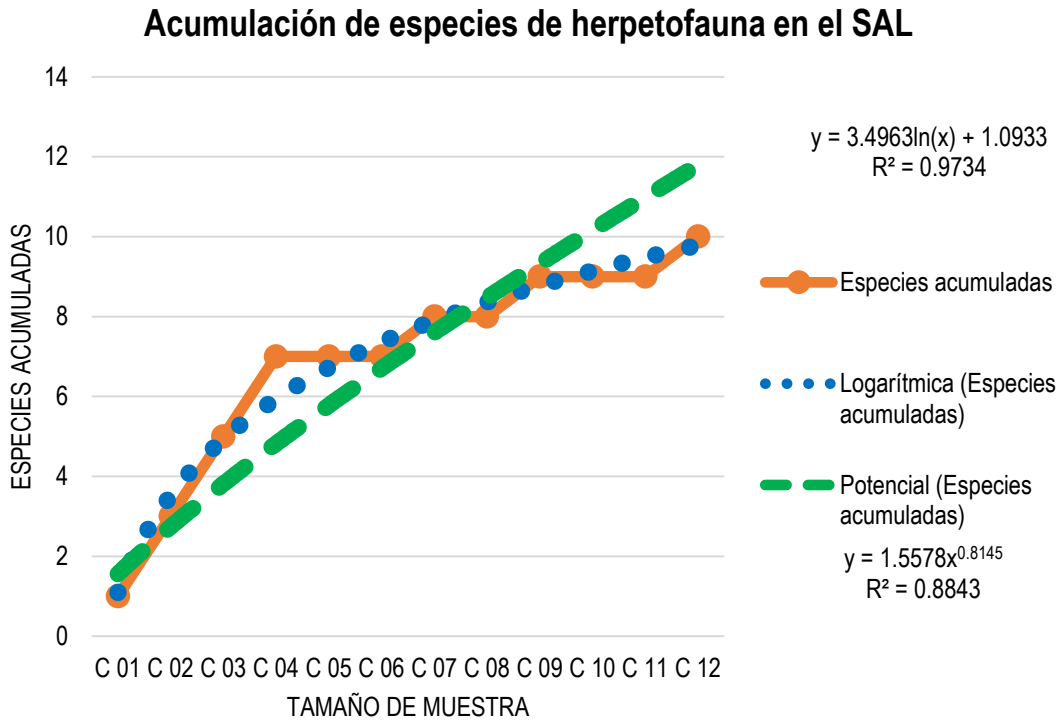
Tabla IV. 67. Especies acumuladas de herpetofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Cuadrantes	**Especies acumuladas**
C 01	1
C 02	3
C 03	5
C 04	7
C 05	7
C 06	7
C 07	8
C 08	8
C 09	9
C 10	9
C 11	9

C 12	10

Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica IV. 9. Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico.



Fuente: BIOTA, 2021.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo logarítmico es el que mejor se ajusta y, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el SAL se realizará con dicho modelo.

Tabla IV. 68. Riqueza específica de herpetofauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo logarítmico			
Cuadrantes	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
12	1.0933	3.4963	10

Fuente: BIOTA, 2021

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 10 especies de herpetofauna en el SAL. Lo anterior indica que se registraron el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 10 especies.

IV.2.3. Paisaje.

Como parte de una evaluación integral, se considera al paisaje como un elemento o sintético de todo conjunto de características del medio físico, biótico y social. El correcto análisis del paisaje proporciona elementos importantes respecto de la situación actual, antecedentes y las posibilidades futuras de desarrollo en la región y aunque su efecto sólo es visual e integral, es un buen indicador que muestra las tendencias y comportamiento de los aspectos de conservación ambiental y hábitat de especies silvestres, la fragmentación del hábitat, tamaño y conformación de matrices, corredores y parches, son aspectos importantes para conocer si se ha rebasado la resistencia y resiliencia del sistema. El inventario del paisaje incluye la descripción y valoración de la singularidad paisajística o elementos naturales o artificiales sobresalientes, así como los componentes relevantes de carácter científico, cultural e histórico.

SÍNTESIS DE LOS COMPONENTES DEL MODELO DE PAISAJE.

El estudio del paisaje se basa en la interpretación y explicación de lo que ve un sujeto, principalmente caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos por el observador (vegetación, cultivos, relieve, corrientes de agua, rocas expuestas, etc.); Asimismo se puede considerar al paisaje como un recurso natural que tiene una consideración especial dentro de la valoración ambiental cuando está en función de los proyectos de desarrollo. La valoración del paisaje incorpora a los recursos naturales y actividades antrópicas, con ello esta valoración se hace a través de la calidad y la fragilidad.

CALIDAD VISUAL.

La calidad visual se refiere a la valoración del atractivo visual, y se ha establecido como un recurso básico y parte esencial, recibiendo igual consideración que los demás recursos del medio físico, además es valorado en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje es una acción de interpretación por parte del observador donde además del problema perceptivo surge una nueva complicación: la adjudicación posterior de un valor. Una vez que el evaluador ha percibido el escenario el proceso de evaluación le exige realizar una ponderación de los componentes de la escenografía ambiental que puede resultar subjetiva y diferente de un segundo evaluador, por ello se considera que la calidad visual del paisaje tiene interés para adoptar alternativas de uso o cuando se necesitan cánones de comparación. Ahora bien, todo intento de evaluar la calidad paisajística de un espacio debe asumir la existencia de posturas subjetivas. Pero siempre se debe tratar de tener objetividad de lo que se ve con la finalidad de marcar aspectos que permitan comparar situaciones distintas, por ejemplo, comparar la misma situación del paisaje, y su tendencia a lo largo del tiempo sin proyecto y con proyecto. Asimismo, se realizó la ponderación de la calidad escénica, utilizando las siguientes consideraciones:

Tabla IV. 69. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica.

Ponderación	**5**	**3**	**1**
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas ígneas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran Variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante (glaciares)	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Ponderación	**5**	**3**	**1**
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Algunas variedades en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Ponderación	**5**	**3**	**0**
Hidrología	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Ponderación	**5**	**3**	**1**
Color	Combinaciones De color intensa y variada, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados.
Ponderación	**5**	**3**	**0**
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Ponderación	**6**	**2**	**1**

Rareza	Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Ponderación	**2**	**1**	**0**
Actividades humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Fuente: González Alonso Santiago et al, (1983)

En el sitio se obtienen las coordenadas geográficas y el área susceptible de modificación potencial, de acuerdo con la estructura del paisaje, posteriormente fueron identificados los atributos del paisaje que pudieran ser afectados por el proyecto y la simulación del contraste visual:

1. Toma de fotografías en cada sitio seleccionado, la cual muestra la situación del escenario sin la presencia del proyecto.
2. Registro y valoración de elementos del paisaje, en formato de campo ex profeso.
3. Manejo de imágenes en gabinete.

Los criterios para la evaluación de la calidad escénica se presentan en la tabla siguiente, donde los atributos considerados están justificados en su operación por el U.S.D.A. Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos y para la valoración final se toma de la misma metodología los niveles de sensibilidad de acuerdo con la sumatoria de ponderación como se muestra en la tabla de Valoración al paisaje.

CALIDAD VISUAL.

Con las metodologías utilizadas se observó que, en la zona del proyecto se pueden determinar las siguientes unidades de paisaje bien diferenciadas:

- Llanura rocosa con vegetación secundaria de selva mediana perennifolia.
- Llanura rocosa de la zona urbana de Playa del Carmen.

1) **Llanura rocosa con vegetación secundaria de selva mediana perennifolia:** Esta unidad de paisaje presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos.

Fotografía IV. 8. Imágenes aéreas de Llanura rocosa con vegetación secundaria de selva mediana perennifolia.

Fuente: BIOTA, 2021.

2) **Llanura rocosa de la zona urbana de Playa del Carmen:** Actualmente existen fragmentos de vegetación original del trópico mexicano, a consecuencia del cambio en el uso del suelo, y las prácticas antrópicas como el crecimiento de las áreas urbanas y la expansión de la infraestructura de vías de comunicación, ha provocado la pérdida de biodiversidad disminuyendo las poblaciones de la flora y fauna, como podemos observar en las siguientes imágenes.

Fotografía IV. 9. Imágenes aéreas de Llanura rocosa de la zona urbana de Playa del Carmen.

Fuente: BIOTA, 2021.

Para realizar la valoración paisajística se tomaron los siguientes criterios de valoración:

1) Valoración estética:
   - Común o áreas con características y rasgos ordinarios en la región;
   - Frecuente o áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros;
   - Excepcional o única, áreas que reúnen características excepcionales para cada aspecto valorado.
2) Valoración ecosistémica:
   - Conservada, guarda procesos ecosistémicos originales y con alta resiliencia;
   - Deteriorada, los procesos ecosistémicos han sido alterados y disminuye su resiliencia;
   - Progresiva, existen factores o fuerzas exógenas, que están promoviendo esa tendencia, ya sea de conservación o de deterioro;
   - Regresiva, donde existen factores o fuerzas exógenas y endógenas, que revierten esta tendencia.

Para valorar el paisaje en el sitio se realiza la sumatoria de la ponderación de atributos y el resultado obtenido se incluye en alguna de las tres categorías de sensibilidad indicadas en la tabla siguiente:

Tabla IV. 70. Sensibilidad del Paisaje por Algún Tipo de Alteración.

PONDERACIÓN	SENSIBILIDAD	CATEGORÍA	CRITERIO	VALOR NUMÉRICO
A	Alta	Clímax	Mantienen sus caracteres originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogenéticos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamientos del potencial natural, sin afectar la regeneración natural.	19 – 33
B	Media	Paraclímax	Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.	12 – 18
C	Baja	Degradado	Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad, La posibilidad de recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro.	0 – 11

Fuente: González Alonso Santiago et al, (1983) modificada por promovente, 2009

En el área de estudio, predominan las condiciones ecológicas de "Progresivas", en las unidades paisajísticas donde es predominante Llanura rocosa de la zona urbana de Playa del Carmen, que incluyen los distintos caminos y zonas urbanas, en la zona de estudio se desarrollan principalmente zonas educativas y de viviendas, es decir el proceso de resiliencia ha disminuido gracias a que los procesos ecosistémicos han sido alterados, aunque esta tendencia puede ser revertida toda vez que existen factores en el Sistema que favorecen esta tendencia. Los grados de perturbación, según Mateo y Ortiz (2001), se presentan como:

a) **Degradado:** donde el sistema ha sufrido importantes perturbaciones,
b) **Conservado:** donde los ecosistemas mantienen sus procesos ecosistémicos y grado de resiliencia,
c) **Progresivo:** donde el sistema degradado continua su degradación o el conservado continúa con su poder de resiliencia,
d) **Regresivo:** los sistemas degradados registran una tendencia a la recuperación del equilibrio, o donde los sistemas conservados pierden su poder de regeneración de elementos bióticos. Existen paisajes regresivos o progresivos por causa antrópica (áreas periurbanas) y por causa natural (zonas desérticas y zonas con intensos procesos de erosión natural, o grado de resiliencia).

Con los criterios anteriores se presenta la siguiente tabla de valoración total del paisaje:

Tabla IV. 71. Valoración del paisaje del Proyecto.

UNIDAD PAISAJÍSTICA	VALORACIÓN ESTÉTICA	VALORACIÓN ECOSISTÉMICA	CALIDAD VISUAL
Llanura rocosa con vegetación secundaria de selva mediana perennifolia.	Común	Degradado Progresivo	Media
Llanura rocosa de la zona urbana de Playa del Carmen.	Común	Conservado Progresivo	Baja

Fuente: BIOTA, 2021.

FRAGILIDAD VISUAL.

La fragilidad visual se evalúa teniendo también como base la geomorfología, vegetación y los elementos que encubren a otros, considerando que la fragilidad visual crece con la magnitud del contraste entre geomorfología, suelo y vegetación y disminuye con los que enmascaren una nueva actividad que pretenda ser incorporada a la zona de estudio, donde el factor enmascararte más importante es el relieve. Por otra parte, la vegetación; a mayor pendiente, mayor es la fragilidad visual y a medida que la pendiente se suaviza la absorción de las modificaciones a un paisaje, se atenúan paulatinamente. Lo anterior como resultado de que una visual resulta más vulnerable a medida que tiene una mayor visibilidad. En la tabla siguiente se presentan los resultados.

Tabla IV. 72. Fragilidad visual del Sistema Ambiental Local del proyecto.

UNIDAD PAISAJÍSTICA	FACTORES INTRÍNSECOS			FACTORES EXTRÍNSECOS			FRAGILIDAD VISUAL
	ABUNDANCIA DE ELEMENTOS	TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE (INCIDENCIA VISUAL)	COMPLEJIDAD	CAMPO VISUAL	ACCESIBILIDAD	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	
Llanura rocosa con vegetación secundaria de selva mediana perennifolia	Medio	Bajo	Medio	Media	Alto	Medio	Medio
Llanura rocosa de la zona urbana de Playa del Carmen	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Bajo

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 73. Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica.

Calidad visual	Fragilidad visual		
Categoría	Alta	Media	Baja
Alta	1	2	3
Media	2	3	4
Baja	3	4	5

Fuente: BIOTA, 2021.

Con los resultados de este cruce se desarrolla la tabla de capacidad de acogida ecológica, donde los valores numéricos tienen el significado siguiente:

Tabla IV. 74. Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica.

Clave	Ponderación Paisajística	Categoría	Descripción
	1	Baja capacidad de acogida o sensibilidad alta al cambio	Zona de alta calidad y fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria.
	2		Zona de alta calidad y baja o moderada fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje.
	3	Modera capacidad de acogida ecológica o sensibilidad media	Zona de calidad y fragilidad medias, que puede incorporar obras cuando las circunstancias lo permitan e impactos mitigables.
	4		Zonas de calidad media a baja y fragilidad media baja, que pueden incorporase a la clase 5, cuando sea preciso
	5	Mayor capacidad de acogida o sensibilidad baja al cambio	Zonas de calidad y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes.

Fuente: Ramos, *et al* 1980

Tabla IV. 75. Capacidad de acogida ecológica del Proyecto.

		Calidad visual	
	Subunidad paisajística	Llanura rocosa con vegetación secundaria de selva mediana perennifolia	Llanura rocosa de la zona urbana de Playa del Carmen
Fragilidad visual	Llanura rocosa con vegetación secundaria de selva mediana perennifolia	4	
	Llanura rocosa de la zona urbana de Playa del Carmen		5

Fuente: BIOTA, 2021.

Conforme a la tabla anterior se establece que, la unidad paisajística del Sistema Ambiental Local con mayor acogida y con mayor presencia del proyecto, se trata de Llanura rocosa de la zona urbana de Playa del Carmen, apta en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje, como es el caso del Proyecto: **ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO**, ya que éste se encuentra en una zona con erosión moderada, teniendo clara evidencia de remoción del horizonte superficial. Es decir, que el proyecto se puede calificar como compatible, esto al presentar una alta capacidad de acogida ecológica.

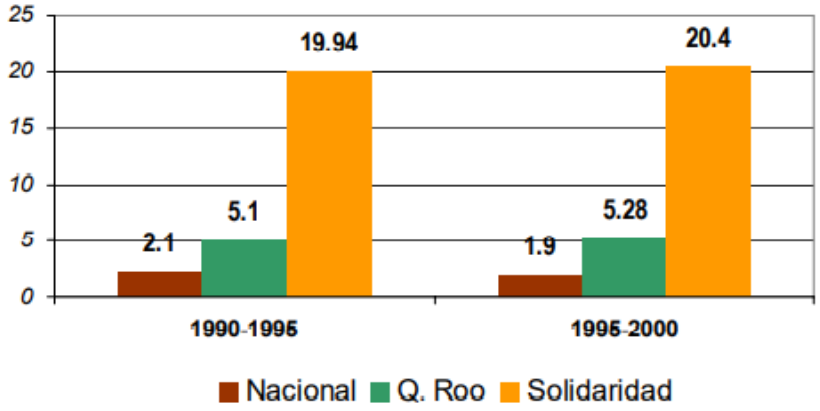
IV.2.4. Medio socioeconómico.

DINÁMICA DEMOGRÁFICA.

POBLACIÓN REGIONAL.

Quintana Roo tiene una tasa de crecimiento del 5.23%, valor 3.3 veces superior a la nacional y le sigue Baja California con una tasa de 3.9%, en contraste con entidades federativas con crecimiento prácticamente nulo como son Durango, Zacatecas y el Distrito Federal con tasas menores al 0.3%. El factor determinante de la progresiva disminución del ritmo de crecimiento poblacional del país ha sido la contracción de los niveles de fecundidad. No obstante, lo anterior, existe otro elemento fundamental en el aumento de la tasa de crecimiento poblacional y este es la migración. La tasa de crecimiento media anual intercensal del Municipio de Solidaridad fue de 19.04% para el período 1990-1995 y de 20.4% para el período 1995-2000, misma que se mantiene hasta la fecha. Estos porcentajes de crecimiento intercensal son los más altos de todo el país.

Gráfica IV. 10. Tasa de crecimiento Anual



Fuente: BIOTA, 2021.

POBLACIÓN MUNICIPAL.

Los censos del INEGI de 1995 indican para el Municipio de Solidaridad, una población total de 28,747 habitantes, de los cuales 17,621 residían en Playa del Carmen y 3,603 en Tulum, la localidad más habitada después de la cabecera Municipal. Para el 2000, en Solidaridad se registró un total de 63,478 habitantes de ellos residían en Playa del Carmen 43,613 habitantes y en Tulum 6,733. De acuerdo al II Conteo General de Población y Vivienda del 2005, se registraron 135,512 habitantes en el Municipio de Solidaridad, Playa del Carmen concentró el 70% de la población del total del Municipio de Solidaridad con 100,383 habitantes mientras que Tulum solo el 10 % con 14,790 habitantes.

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.

Tabla IV. 76. Porcentajes de Población Económicamente Activa e Inactiva. Municipio de Solidaridad, 2003

Población mayor de 12 años	72%
Población económicamente activa	66%
Población económicamente activa ocupada	99%
Población económicamente inactiva	42%

Fuente: BIOTA, 2021.

Si bien las actividades productivas que se realizan en el Municipio de Solidaridad comprenden el sector económico primario, secundario y terciario, resulta evidente que el sector terciario de comercio y servicios ocupa a más del 70% de la población residente en el Municipio.

EDUCACIÓN.
La localización y estado de las escuelas públicas presenta deficiencias tanto en el número de unidades, en su aspecto físico y en su equipamiento, así como en los grados de escolaridad disponibles. De acuerdo a las normas y criterios internacionales uno de los parámetros para determinar la calidad de vida de un centro de población es el número de aulas en relación con sus habitantes, por lo que se le debe dar impulso a la creación de escuelas y generar más alumnos con educación media superior. Las escuelas ubicadas en el área de estudio son 4 jardines de niños, 2 escuelas primarias, 1 escuela secundaria, 1 preparatoria y colegio de bachilleres, un Cecyt y el proyecto para construir un ICAT. No obstante, es necesario incrementar la cobertura para atender, sobre todo, los niveles: elemental y medio. En términos de déficit se pueden identificar instalaciones faltantes como: Una biblioteca local, una Casa de la Cultura y áreas verdes para la recreación y el deporte. El principal lugar con una riqueza cultural en Tulum es la Zona Arqueológica conocida como Centro Ceremonial. Así mismo se localizan tres bibliotecas que dan servicio a los residentes.

SALUD Y ASISTENCIA SOCIAL.
La cobertura que ofrece este sistema no es suficiente para la población que radica en Tulum, existe carencia de estos servicios, un grave problema de déficit de equipo y recursos operativos y de un servicio más especializado para la población y para turistas ya que no existe y se tiene que recurrir a la ciudad de Playa del Carmen o Cancún. Existe un Centro de Salud, sus instalaciones son de carácter gubernamental y no existen clínicas, laboratorios, consultorios y de especialidades de carácter privado existentes. No obstante, a ellos no cuenta con ninguna unidad de salud considerada de primer nivel, sea esta pública o privada. En la ciudad se corre un serio peligro de salud, el 30% de las viviendas no están conectadas a ningún sistema de drenaje, el 66% cuenta con fosa séptica y el 1% directamente a fosas o grietas. No obstante que se cuenta con un número considerable de viviendas que cuentan con fosas sépticas, estas no se encuentran debidamente construidas, ya que son colocadas aprovechando grietas y cenotes, sin un sistema de cuidado para no contaminar mantos acuíferos. La localidad cuenta con un tiradero a cielo abierto en donde se recibe toda la basura lo cual es urgente tomar medidas para el manejo de residuos urbanos, lo que representa un problema de contaminación grave para la comunidad.

COMERCIO Y ABASTO.
No existen adecuados sistemas de comercio para la población en general. Las actividades que se ubican en esta localidad tienen un alcance que rebasa al propio centro de población, por lo que son adecuadas en forma de corredores desarrollados sobre la arteria del sistema vial primario con fácil accesibilidad hacia las salidas carretera. El comercio y abastecimiento para la industria turística se produce principalmente desde Cancún y Playa del Carmen, aunque cuentan ya con una tienda de autoservicio.

INFRAESTRUCTURA URBANA Y SERVICIOS AGUA POTABLE.
En la localidad de Tulum se ha incrementado el servicio de agua potable entubada, existiendo en el 2004, 2,535 tomas domiciliarias y 47,692.5 m^3 en servicio por consumo anual. La dotación de los servicios de agua potable se realiza a partir de la perforación de 7 pozos profundos. Todo el sistema es administrado por la junta local de agua potable CAPA, organismo dependiente del Gobierno del Estado de Quintana Roo.

- ✓ **Drenaje e infraestructura pluvial. -** El servicio de drenaje sanitario es uno de los elementos más importantes en el aseguramiento de una buena salud de la población. Las cifras de cobertura de dicho servicio en Tulum se encuentran por debajo de las de agua potable. En cuanto al servicio de drenaje de desecho de aguas grises y negras en la zona de estudio, se carece del mismo y en consecuencia la población presenta serios problemas de contaminación por la falta de una red de drenaje, alcantarillado y colectores que desalojen dichas aguas. El drenaje pluvial se muestra como una seria deficiencia provocando en muchas zonas problemas de contaminación y aspectos negativos entre la población, existen 20 pozos de absorción de 30 metros de profundidad por 12" de diámetro localizados en la zona centro.

- ✓ **Alumbrado. -** El centro de población cuenta con un sistema de alumbrado público que administra el H. Ayuntamiento de Solidaridad; las áreas servidas se localizan en la zona centro de la población no siendo la cobertura mayor al 50% la cobertura de la misma zona.
- ✓ **Electricidad. -** Se observa que el 90% de las áreas urbanas existentes en la localidad cuentan con este servicio, suministrado por la CFE. Este servicio se genera a través de la subestación eléctrica ubicada a 5 Km. de la población sobre la carretera a Cobá, y es alimentada por una línea de alta tensión de 34.5 Kv. El tipo de tendido para la distribución de esta es de tipo aéreo con postes de concreto armado.
- ✓ **Teléfonos y telégrafos y TV por cable. -** Existe una central de teléfonos ubicada al centro de la localidad que da servicio a toda la zona. La localidad también cuenta con el servicio telegráfico que es precario. Existe también un servicio de televisión por cable. Instalaciones especiales y riesgos urbanos. - Existen 3 gasolineras ubicadas sobre la carretera: una cercana a la entrada a la zona arqueológica de Tulum y dos en el entronque a Cobá del lado oriente y poniente. Son las únicas instalaciones de riesgo, no se cuenta con una distribuidora de gas doméstico, siendo éste suministrado desde la ciudad de Cancún por medio de cilindros repartidos a domicilio a la población, y a la pequeña industria que hace uso del energético por medio de pipas - tanque. Pavimentos. - Existen diversos tipos de pavimento en la localidad. En el centro de la población existe pavimento asfáltico de mediana calidad, adoquín y la mayoría de las calles son de terracería, conforme se van alejando de la zona central. Actualmente se encuentran en proceso de adoquinado algunas vialidades que sirven a zonas turísticas principalmente. En algunos casos la banqueta existe, pero no está pavimentada, por lo que muchas veces los peatones tienen que caminar por el arroyo. No existen facilidades adecuadas para el tránsito de minusválidos, menores de edad y madres con bebés.

USO ACTUAL DEL SUELO.

Las actividades agropecuarias se caracterizan por pequeños sembradíos y huertos en los perímetros de la localidad. No existen zahúrdas o establos significativos. Respecto los usos comerciales de tipo hotelero (alojamiento temporal uso turístico) se aprecian tres zonas diferenciadas de alojamiento turístico; los hoteles dispersos en el centro del poblado que se caracterizan por una y dos estrellas sin exceder las 20 habitaciones. Los hoteles y cabañas ubicados en la playa entre el límite de la zona arqueológica y Boca Paila, en su mayoría son pequeños hoteles 10 a 40 habitaciones aproximadamente donde se recibe turismo extranjero y nacional. Todos estos tienen la característica principal de ser construcciones sencillas, rusticas por lo que lo convierte en un atractivo más del lugar ya que la demanda de estos servicios es muy requerida por su contacto con la naturaleza. La mayoría de estas edificaciones no cuentan con servicio de energía eléctrica, sobre todo los ubicados en los límites con la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an siendo muy solicitados por el turismo europeo dentro del segmento del turismo ecológico. Hacia el norte se identifican hoteles pertenecientes a la zona denominada Riviera Maya con más de 100 habitaciones y de categoría 5 estrellas. En el municipio, el 72% de las viviendas están construidas con muros sólidos y el 63% cuenta con techos sólidos. El promedio de ocupantes por vivienda en la localidad es de 3.96 habitantes, un poco mayor que el promedio municipal que es de 3.75 y ligeramente por debajo del promedio de estado que es de 4.09 habitantes por vivienda

COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

La localidad está comunicada mediante la carretera federal 307 Chetumal–Puerto Juárez, cuenta con servicio de autobuses foráneos, pero carece de una infraestructura adecuada para albergarlos. Se cuenta con un parador en la zona centro, el transporte de pasajeros se realiza en primera y segunda clase con corridas a Cancún, Chetumal y Mérida como destinos principales. Existe una pequeña aeropista da servicio a vuelos cortos regionales, actualmente ocupada por el Ejercito mexicano. Al interior del municipio la comunicación es buena en casi todo Tulum con carreteras federales estatales y rurales. La comunicación terrestre predominante en la localidad es a través de autobuses, cuenta con una central de Autobuses sobre la carretera federal, con destinos a las localidades de los puntos intermedios y hacia Chetumal y Cancún. En la localidad se observa que el transporte predominante se compone de taxis, no existe una regulación del transporte sobre rutas precisas ni paradas. Respecto a las condiciones de las vías de comunicación terrestre, dentro del área ocupada el 60% están pavimentadas y el resto son terrecerías consolidadas. Las comunicaciones con los asentamientos irregulares y de borde son a través de brechas.

La traza del Municipio de Solidaridad, así como la localización del predio demuestra que no existen elementos de riesgo y de concentración masiva en un radio de 500 metros de la poligonal del predio que puedan ser relevantes o que interfieran con el desarrollo del proyecto. En la siguiente tabla e ilustración se puede constatar lo señalado.

Tabla IV. 77. Distancia del proyecto a zonas de concentración masiva a un Radio de 500 metros.

CENTROS DE CONCENTRACIÓN MASIVA		ESTE	NORTE	DISTANCIA (MTS)
0.	Predio	493134.43	2287036.90	0
1.	Colegio Miguel Ángel Playa Del Carmen	493180.47	2287019.89	49.09
2.	Universidad de Quintana Roo	493153.93	2287221.99	186.11
3.	Universidad Tecnológica de la Rivera Maya	493353.78	2287161.97	252.50
4.	Universidad, Preparatoria y Secundaria "La Salle Playa del Carmen"	493620.47	2286904.14	503.85
5.	Colegio F. Herbart Playa del Carmen	493566.95	2286773.20	506.57
6.	Residencial Dunas	493422.54	2286732.04	419.47
7.	Finca El Flaco	493101.98	2286820.80	218.52
8.	Unidad Deportiva Riviera Maya	492687.96	2287018.90	446.83
9.	Alberca Olímpica Pública	492696.15	2287210.33	471.34
10.	Tsikuri Comunidad Educativa	493447.20	2286646.07	500.58
11.	Conalep Playa del Carmen	493904.03	2287277.72	806.40
12.	Jardín de Niños Pelopidas	493947.04	2287237.94	837.11
13.	Escuela	493957.16	2287174.31	834.13
14.	Escuela Secundaria Técnica No. 29 "José González Zapata"	494096.76	2287060.08	962.61
15.	Oxxo Brasil	494052.47	2286952.57	921.91
16.	Tecnológico Universitario Playacar	493941.14	2286636.33	900.69
17.	Cancha De La Croc	494028.71	2286677.90	963.65
18.	Cárcamo de Bombeo de Aguas Residuales "CAME"	493962.27	2286682.47	900.52
19.	Parque Público	494045.02	2286711.91	966.85
20.	Cancha de futbol	493998.47	2286721.97	919.65
21.	Parroquia San José	493880.67	2287507.72	882.35
22.	Parque Público	493717.37	2287643.60	841.37
23.	Telmex	493913.75	2287477.14	895.07
24.	Tsikuri Comunidad Educativa	493447.20	2286646.07	500.58

Fuente: BIOTA, 2021.

Así mismo se muestran los datos obtenidos del Atlas Nacional de Riesgo.

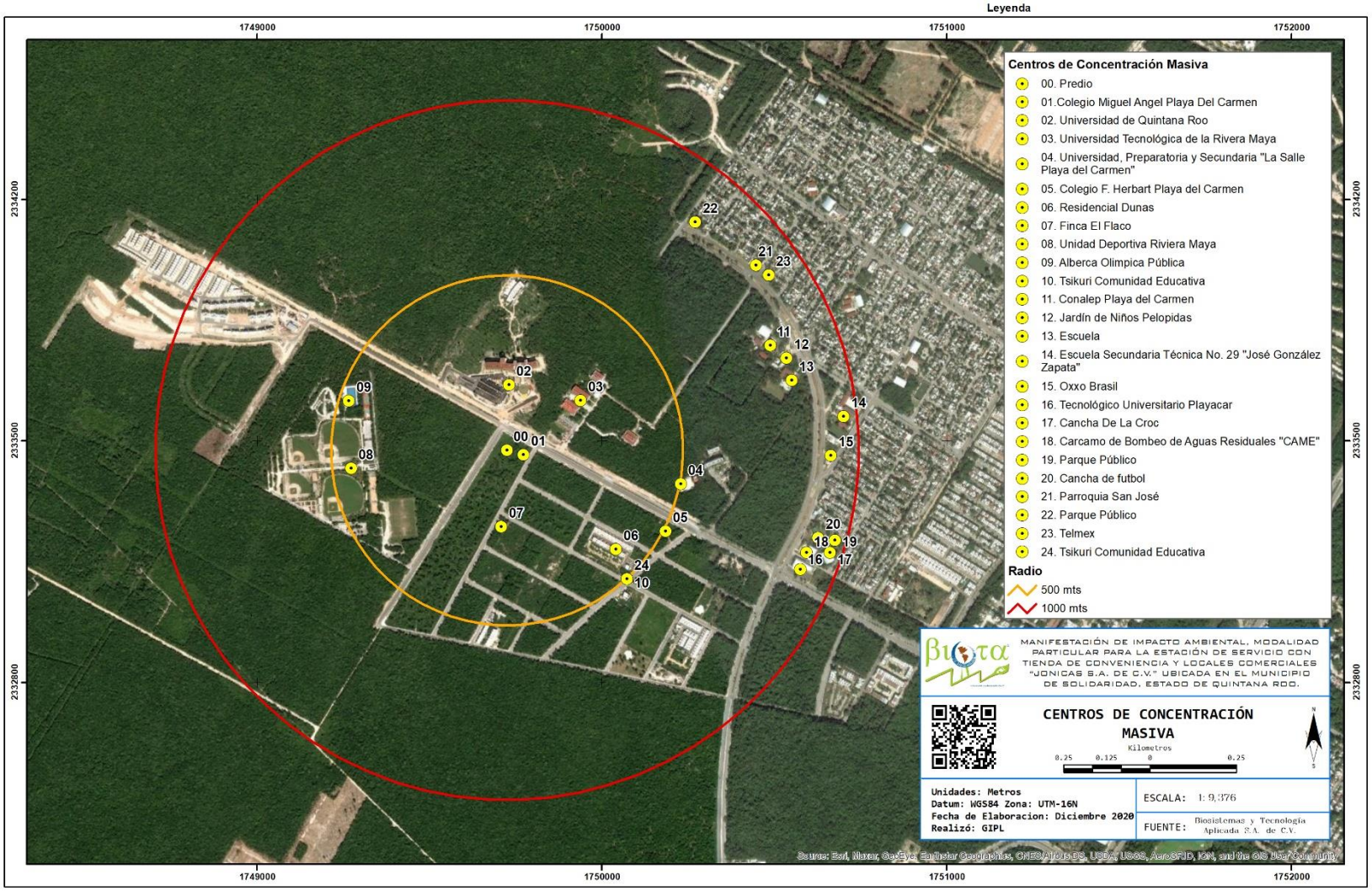
Tabla IV. 78. Distancia del proyecto a zonas de concentración masiva a un Radio de 500 metros de acuerdo al Atlas de Riesgo.

Análisis Atlas Nacional de Riesgos a 1000 metros Parque	
Población	
11,898	
Población por sexo	
Masculino	**Femenino**
6,132	5,766
Menores de 12 años	
3,485	
Masculino	**Femenino**
1,765	1,720
Mayores a 60 años	
149	
Masculino	**Femenino**
371	78
Número de:	
Viviendas	3,708
Establecimientos de Salud	0
Escuelas	8
Supermercados	2
Aeropuertos	0
Hoteles	0
Bancos	0
Gasolineras	0
Presas	0
U.P. Pecuaria	0
Colonias	7

Lenguas indígenas	0
INAH	0
Índice Municipal de Vulnerabilidad Social	
Bajo	

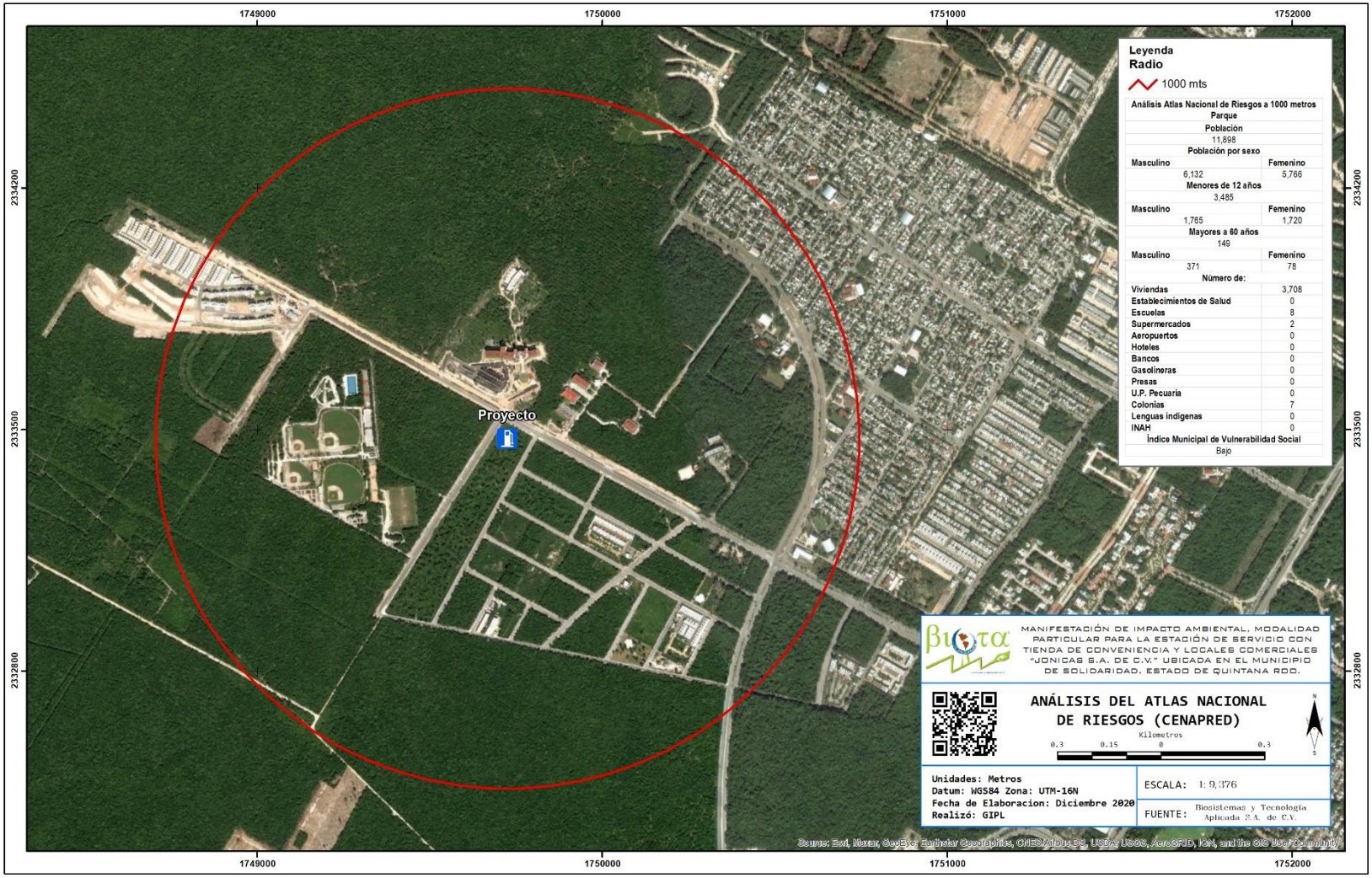
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 34. Centros de Concentración Masiva que rodean al predio del proyecto en un radio de 500 metros.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 35. Atlas Nacional de Riesgo en un radio de 500 metros.



Fuente: BIOTA, 2021.

IV.2.5. Diagnóstico Ambiental.

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental del Sistema Ambiental Local del trazo del proyecto. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

MEDIO ABIÓTICO.

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

AIRE.

- Emisiones de gases: este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2015 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Enfocado a la zona de estudio.
- Emisión de polvos: Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despalme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaría al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural.

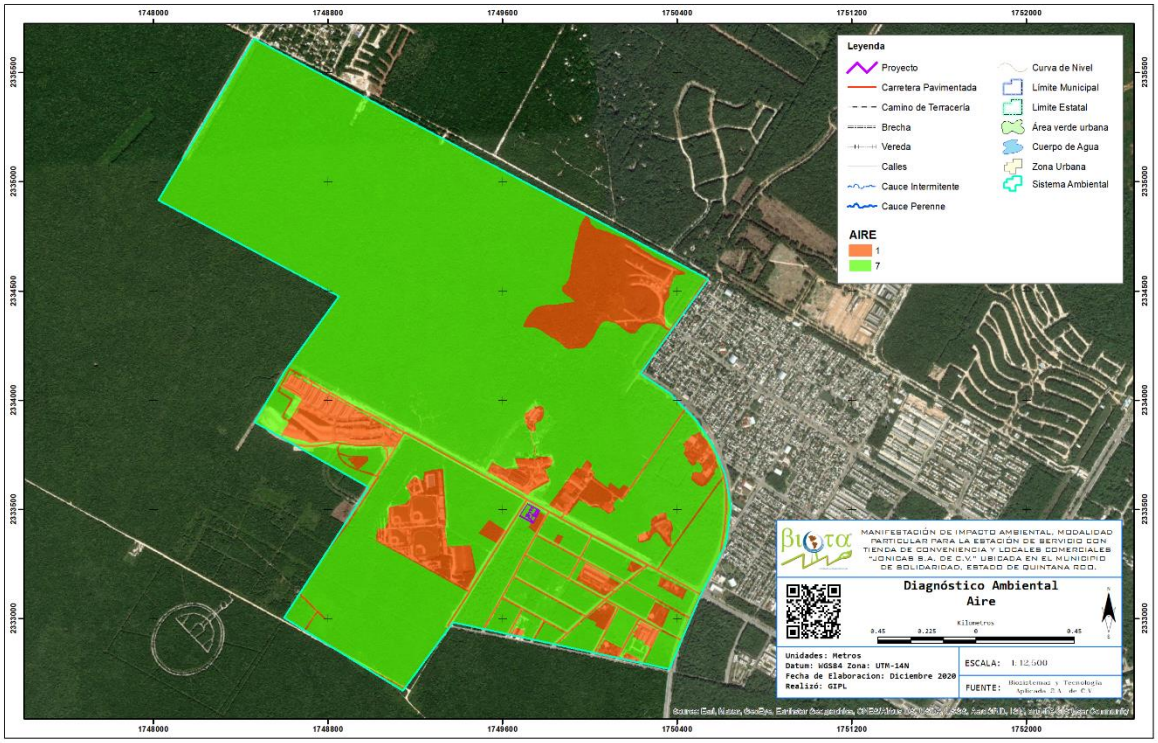
El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

Tabla IV. 79. Ponderación del Aire.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EMISIÓN DE GASES	EMISIÓN DE POLVOS
Degradado	1	Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes.	Nula visibilidad
Muy mala	2	Emisión de gases por más de 12 horas continúas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas.	Poca visibilidad la mayor parte del tiempo.
Mala	3	Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas.	Poca visibilidad en horarios pico.
Moderada	4	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día.
Regular/modificado	5	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales).
Aceptable/modificado	6	Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio.	Hay liberación de partículas en varios puntos.
Buena	7	Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto.	Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje.
Muy buena	8	Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica.	Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de actividad antrópica o natural, aún en estiaje.
Sin perturbación	9	Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica.	Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 36. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Aire).



Fuente: BIOTA, 2021.

La imagen anterior indica cierta heterogeneidad en lo que respecta al elemento aire, con puntuaciones registradas como buenas por un lado y malas por otro, lo cual obedece a que el Sistema Ambiental Local abarca zonas urbanas, las cuales degradan la calidad del aire, amén de las condiciones generales de los alrededores más allá del SAL, en las que las condiciones naturales con selvas han sido modificadas para convertirlos en zonas urbanas. La menor ponderación la reciben todas las infraestructuras viales, llámese calles, caminos tipo brecha y/o carreteras de terracería, junto con la zona urbana de Playa del Carmen (1 = **degradado**) lo cual es a causa de la emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes. Enseguida se ubican las zonas con vegetación prevaleciente de selva mediana subperennifolia en estado secundario con una puntuación igual a 7 (**buena**), con aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto.

SUELO.

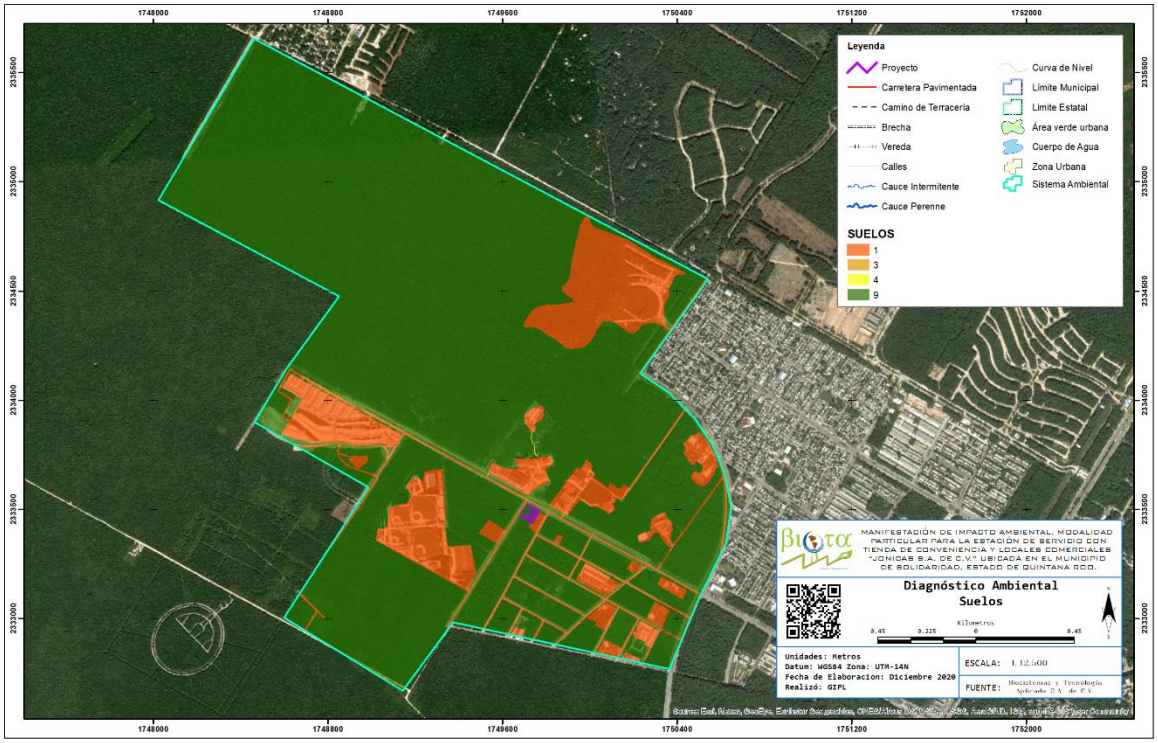
En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador. El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla IV. 80. Ponderación del Suelo.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EROSIÓN
Degradado	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación.
Muy mala	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto.
Mala	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural.
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m, aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica.
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm, aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica.
Aceptable/modificado	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación.
Buena	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación.
Muy buena	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión.
Sin perturbación	9	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 37. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Suelo).



Fuente: BIOTA, 2021.

La menor calidad ambiental (**puntuación = 1, degradado**) en lo que respecta al componente suelo la presentan la localidad de Playa del Carmen, junto con las calles, lo cual obedece a que se trata de áreas completamente desprovistas de vegetación. La siguiente evaluación la tienen las carreteras de tipo terracería que, presentan una puntuación igual a **3** (**mala = erosión severa**), estas áreas están desprovistas de vegetación. Los caminos tipo brecha tienen una ponderación igual a erosión media, (**4** = **moderada**); lo cual obedece a la escasa vegetación que se presenta en estos caminos. Finalmente, la mayor ponderación en cuanto al elemento suelo se tratan de las zonas prevalecientes de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con áreas con erosión mínima, es decir puntuación igual a 8 (**muy buena**), con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión.

HIDROLOGÍA.

- Capacidad de infiltración: la evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como (entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación).

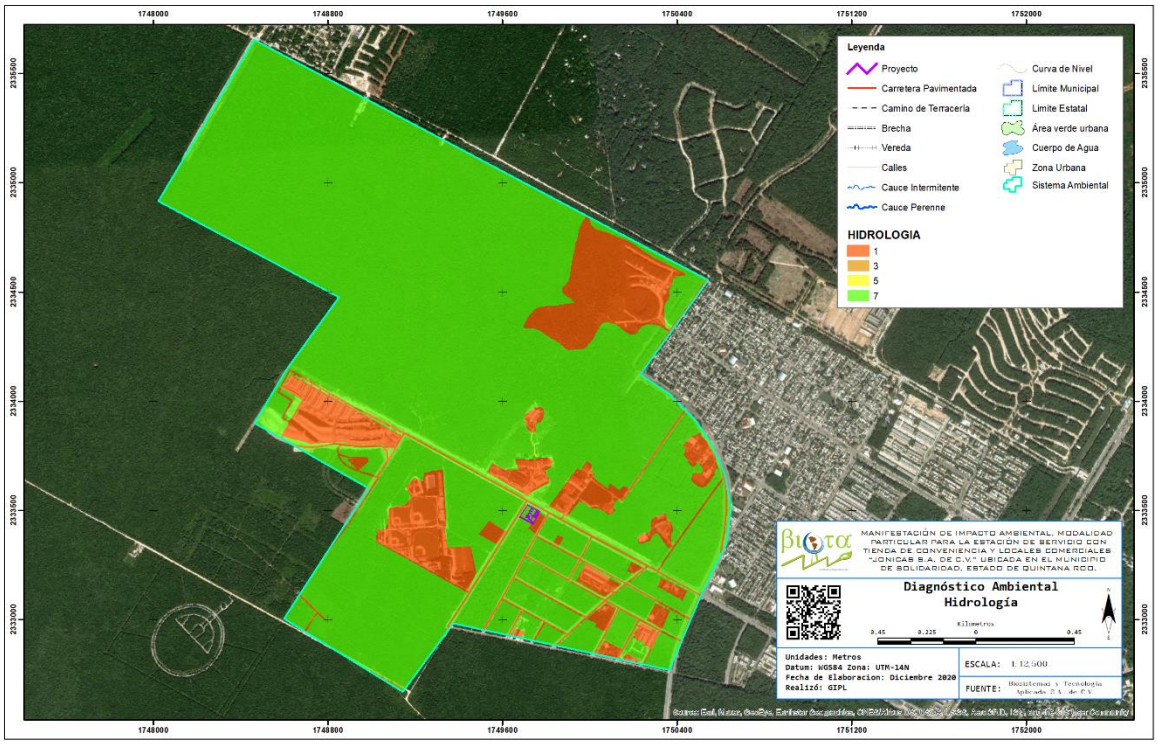
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla IV. 81. Ponderación de la Hidrología.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua.
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención.
Regular/modificado	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal.
Aceptable/modificado	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación.
Buena	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos.
Muy buena	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación.
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 38. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Hidrología).



Fuente: BIOTA, 2021.

Como se puede apreciar en la imagen anterior la selva mediana subperennifolia en estado secundario de tamaño arbóreo, presenta la mayor ponderación con infiltración buena, con algunos poros saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos, es decir presentan una ponderación igual a 7 (**buena**) con infiltración buena.

A continuación, se localizan los caminos tipo brecha con una puntuación equivalente a **5**, es decir **regular/modificado**, esto por el escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal. Las menores puntuaciones las presentan las carreteras de terracería con **3** (**mala**) y la localidad de Playa del Carmen, junto con sus calles con **1** (**degradado**), con capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial y sin retención de agua.

GEOMORFOLOGÍA.

- Intemperismo del material parental: este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo con la intemperización o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil.

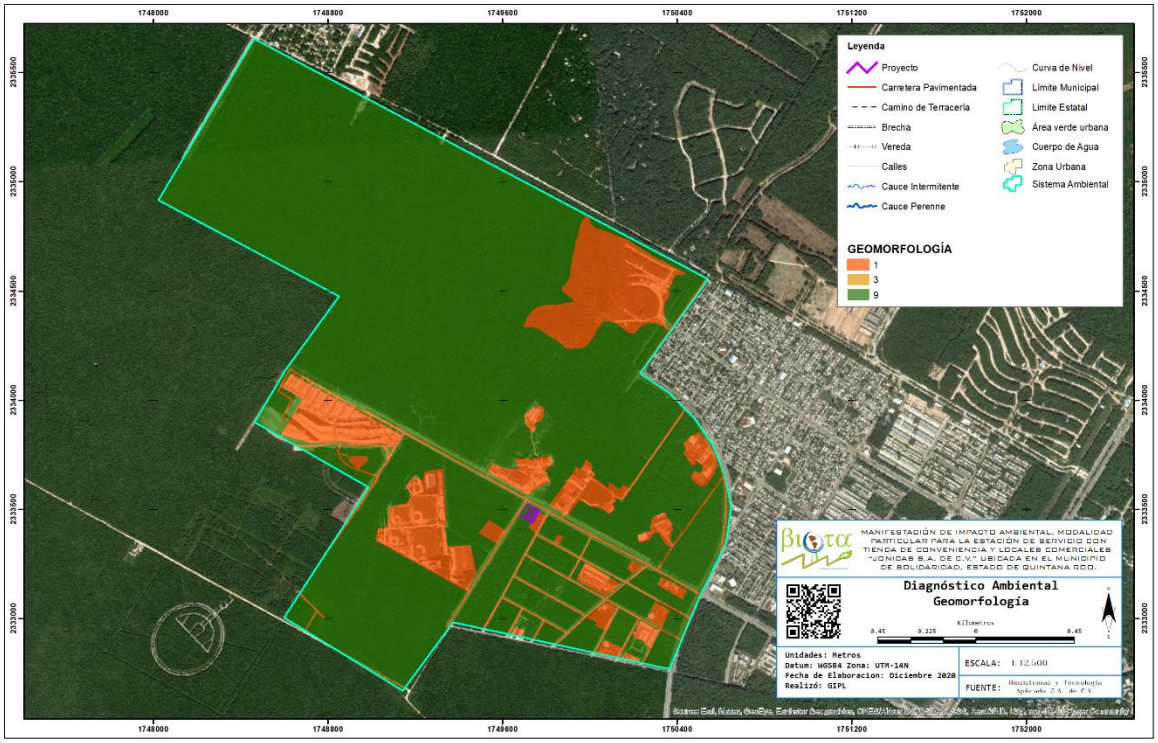
Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

Tabla IV. 82. Ponderación de la Geomorfología.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	INTEMPERISMO DE LA ROCA
Degradado	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano.
Muy mala	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales.
Mala	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales.
Moderada	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca.
Regular/modificado	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo.
Aceptable/modificado	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca.
Buena	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias.
Muy buena	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental.
Sin perturbación	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 39. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Geomorfología).



Fuente: BIOTA, 2021.

Como se describió oportunamente en apartados anteriores, el municipio de Solidaridad se localiza en su totalidad en el interior de Provincia Península de Yucatán, la cual representa la fracción emergida de una estructura de plataforma que posee un basamento del Paleozoico cubierto por una potente secuencia sedimentaria de origen marino que registra la actividad tectónica ocurrida a partir de la apertura del Golfo de México en el Jurásico Medio hasta el levantamiento regional durante el Plioceno-Cuaternario. La conformación fisiográfica está caracterizada por ser Carso Yucateco, cuya configuración espacial, está caracterizada por una amplia planicie escalonada, que presenta altitudes entre 7 y 10 msnm. El territorio se constituye por un sistema de topoformas de llanura rocosa de piso rocoso o cementado (76.40%), llanura rocosa de transición de piso rocoso o cementado (17.32%), llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado (5.16% y playa o barra de piso rocoso o cementado (1.12%). De esta manera la primera y de mayor superficie de las unidades que representa una zona de material consolidado caracterizado por rocas sedimentarias de origen marino (calizas-coquina), que revelan el desarrollo de una planicie erosivo -acumulativa que muestra un período de estabilidad tectónica al menos desde el Plioceno. Particularmente, el Sistema Ambiental Local pertenece a la Provincia Fisiográfica de la Península de Yucatán, y a la Subprovincia Fisiográfica de Carso Yucateco. Además, se presenta únicamente sobre la topoforma designada como llanura rocosa de piso rocoso o cementado. De acuerdo con esto, las zonas consideradas como sin perturbación se tratan de toda la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (**9**). En tanto que, los caminos tipo brecha presentan una ponderación igual a **3** (**mala**), ligeramente intemperizados. Mientras las carreteras de terracería junto con la localidad de Playa del Carmen, además de las calles que conectan las zonas construidas presentan la menor ponderación igual a **1** (**degradado**), lo cual obedece a que se trata de zonas completamente modificadas.

MEDIO BIÓTICO.

VEGETACIÓN.

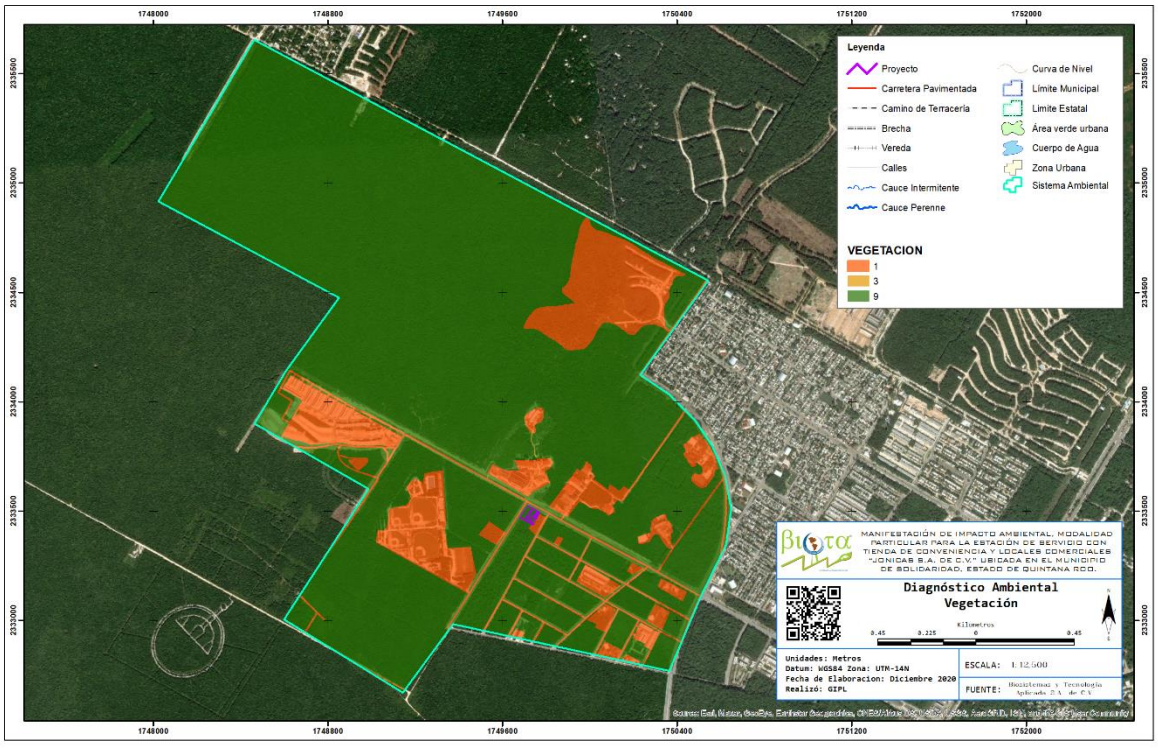
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

Tabla IV. 83. Ponderación de la Vegetación.

ESCALA DE EVALUACIÓN	ESCALA	% DE COBERTURA VEGETAL EN EL POLÍGONO
Degradado	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono.
Bajo estado conservación	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de localidades, caminos o carreteras.
Regular/modificado	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de zonas de agricultura o pastizales inducidos por actividad antrópica.
Buena	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono. Vegetación herbácea y arbustiva sin perturbación.
Sin perturbación	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 40. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Vegetación).



Fuente: BIOTA, 2021.

De acuerdo con lo exhibido en el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un paisaje con tendencia hacia el cambio de uso de suelo del forestal hacia el habitacional y de servicios. Es decir, se trata de un paisaje modificado con vegetación natural de selva eliminada o impactada en cierto grado. De acuerdo con esto, la mayor ponderación la presenta la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con 7 (buena). Mientras los caminos tipo brecha presentan una ponderación igual a **3** (**con bajo estado de conservación**). Finalmente, la localidad de Playa del Carmen, las carreteras de terracería y las calles dentro del SA presentan una ponderación igual a **1** (**degradado**). Lo anterior se debe principalmente al cambio de uso de suelo por la introducción de infraestructura vial y habitacional principalmente. Todas estas afirmaciones se pueden confirmar en la imagen anterior.

FAUNA.

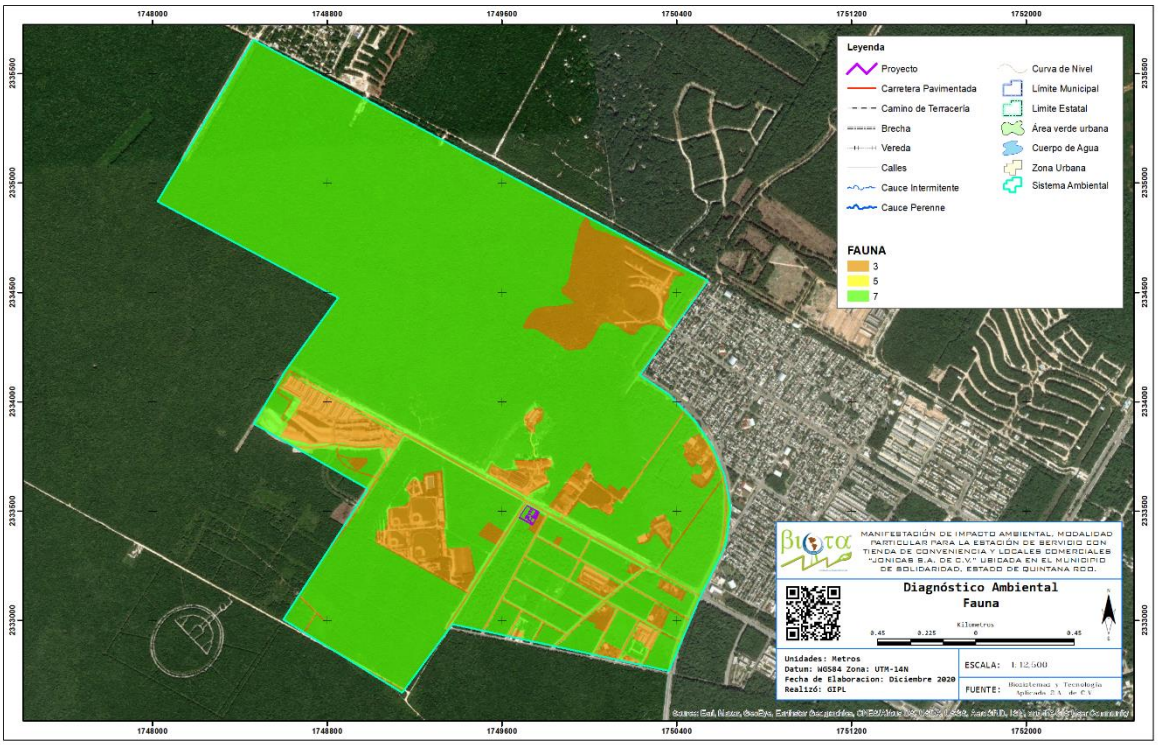
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el trazo del proyecto, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. Estas diferencias micro ambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

Tabla IV. 84. Ponderación de la Fauna.

ESCALAS DE EVALUACIÓN	VALOR	ÍNDICE DE SHANNON
Mala	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja.
Moderada	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media.
Buena	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta.
Muy buena	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 41. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Fauna).



Fuente: BIOTA, 2021.

Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen las zonas catalogadas como **buenas** (**puntuación=7**). Específicamente las áreas de buena calidad corresponden con la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Los caminos tipo brecha presentan una ponderación igual a **5**, esto debido a que en estas zonas se infiere que la fauna es más escasa, prevaleciendo las aves, seguido de mamíferos y reptiles acostumbrados a la presencia humana. El menor valor en lo que se refiere a fauna lo presentan la localidad de Playa del Carmen, junto con las vías de comunicación, en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (brechas, calles, carreteras) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por carreteras

por el "efecto trampa"), niveles más altos de perturbación y estrés, junto con la pérdida de refugios, con reducción o pérdida de hábitat, por mencionar algunas consecuencias de la existencia de este tipo de vías de comunicación con respecto a la fauna del lugar.

PRESENCIA ANTRÓPICA.

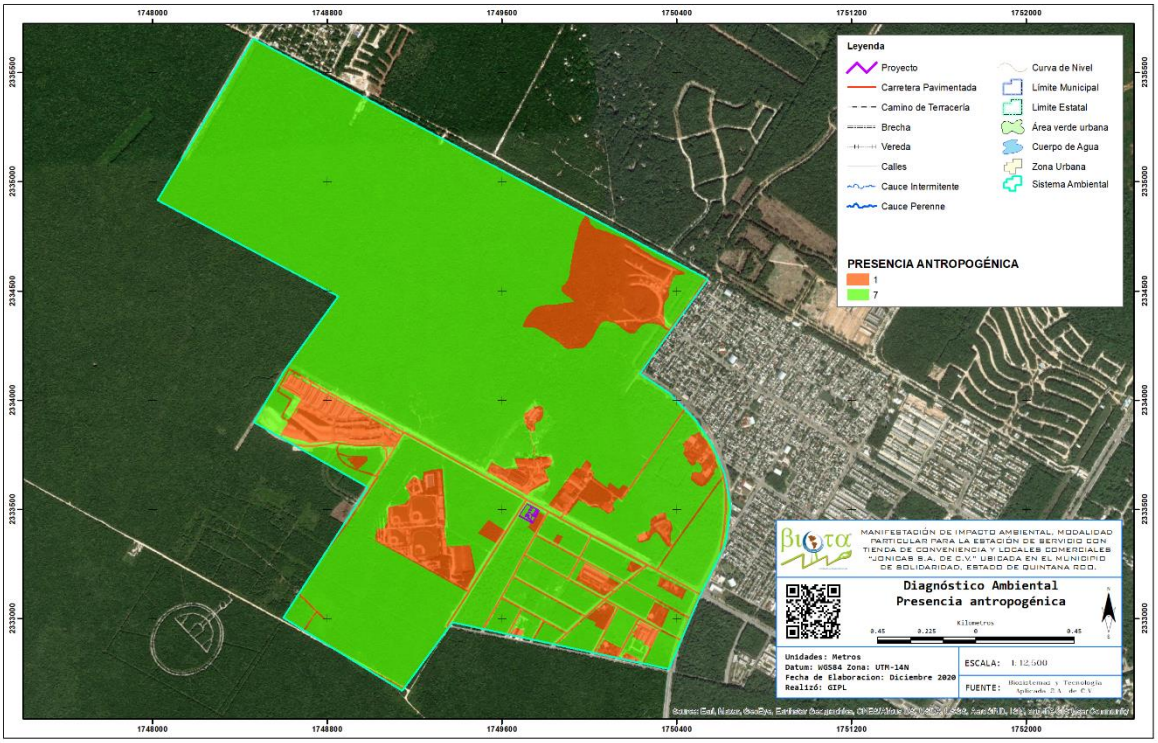
Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas del matorral, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a la colonización sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos. Los asentamientos humanos se consideraron dentro de la calidad ambiental también en dos tipos, Localidades rurales y Localidades urbanas; las localidades urbanas son aquellas que concentran más de 2,500 habitantes; cabe señalar que su extensión territorial y la concentración de población tiene que ver de manera directa con el grado de modificación que ha sufrido el medio natural inmediato a dichas zonas.

Tabla IV. 85. Ponderación de la presencia antrópica.

Rangos		Vialidades	Asentamientos humanos
Escala de evaluación	Valor	Por tipo de vialidad.	Presencia de localidades urbanas y/o rurales.
9	Sin perturbación	Cuando no existen vías de comunicación.	Sin presencia de asentamientos humanos.
6	Buena	Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 habitantes).
3	Moderada	Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2500 habitantes).
1	Aceptable/modificado	Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 42. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Presencia Antrópica).



Fuente: BIOTA, 2021.

En la anterior imagen podemos atisbar que, las condiciones que imperan en el Sistema Ambiental Local se tratan de zonas con una evidente e inminente tendencia hacia el cambio de uso de suelo forestal al habitacional y de servicios. En las que, por consiguiente, la presencia antropogénica que impera es con vías de comunicación y localidades. Factores que degradan la calidad ambiental general. Para el análisis del diagnóstico ambiental se utilizó el **álgebra de mapas**. El álgebra de mapas contiene el conjunto de procedimientos que permiten analizar capas ráster y extraer información a partir de ellas, para el presente estudio se requirió a la ayuda del programa ArcGIS 10.3.1, para manejar esta información. La información contenida en las capas es susceptible de ser analizada para la obtención de otras capas referentes al mismo espacio geográfico, pero que contengan distinta información derivada de aquella. El álgebra de mapas es el conjunto de procedimientos y métodos que permiten llevar a cabo dicho análisis y extraer nuevos valores a partir de los contenidos en una o varias capas. Se entiende por **álgebra de mapas** el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Aunque nada impide que este proceso se lleve a cabo sobre capas vectoriales, se entiende que el álgebra de mapas hace referencia al análisis desarrollado sobre capas ráster, pues estas, por su estructura regular y sus características inherentes, son mucho más adecuadas para plantear los algoritmos y formulaciones correspondientes. Los procedimientos que se aplican sobre información geográfica en formato vectorial son por regla general clasificados dentro de otros bloques de conocimiento, como es por ejemplo el caso de las operaciones geométricas sobre datos vectoriales. Mediante este método, primero se evaluó cada factor individualmente, una vez realizado esto, se procedió a generar información de tipo ráster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un ráster único, para finalmente crear un shape con la información requerida.

Al final se obtuvieron los siguientes resultados: rangos que oscilan entre los 7 y los 63 puntos, en los que, se clasificó de acuerdo con los menores valores posibles a obtener y los mayores, es decir el valor menor posible de obtener de acuerdo con las ponderaciones de cada atributo son 7, la menor puntuación y 63 la mayor puntuación. Ahora bien, rangos que oscilan entre 7 y 17 señalan una muy mala calidad ambiental, valores entre los 18 y los 29 son considerados de mala calidad ambiental, en tanto que valores que oscilan entre los 30 y los 41 indican una calidad ambiental regular, valores que van de los 42 a los 53 puntos señalan una buena

calidad ambiental, mientras que los valores que van de 54 a 63 indican una excelente calidad ambiental. Los posibles valores por obtener se presentan en la siguiente tabla:

Tabla IV. 86. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.

RANGO	CALIDAD	SIMBOLOGÍA
7-17	Muy mala	
18-29	Mala	
30-41	Regular	
42-53	Buena	
54-63	Excelente	

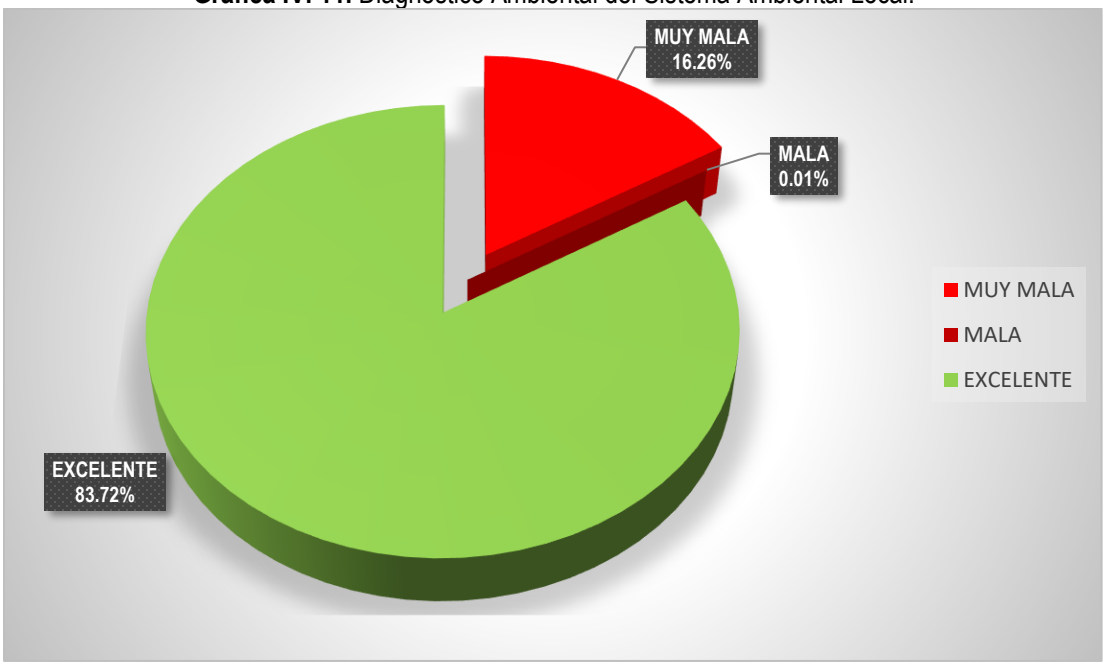
Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 87. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Local.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
07-17	Muy mala	68.27	16.26%
18-29	Mala	0.054	0.013%
30-41	Regular	0.00	0.00%
42-53	Buena	0.00	0.00%
54-63	Excelente	351.44	83.72%
TOTAL		828.92	100.00%

Fuente: BIOTA, 2021.

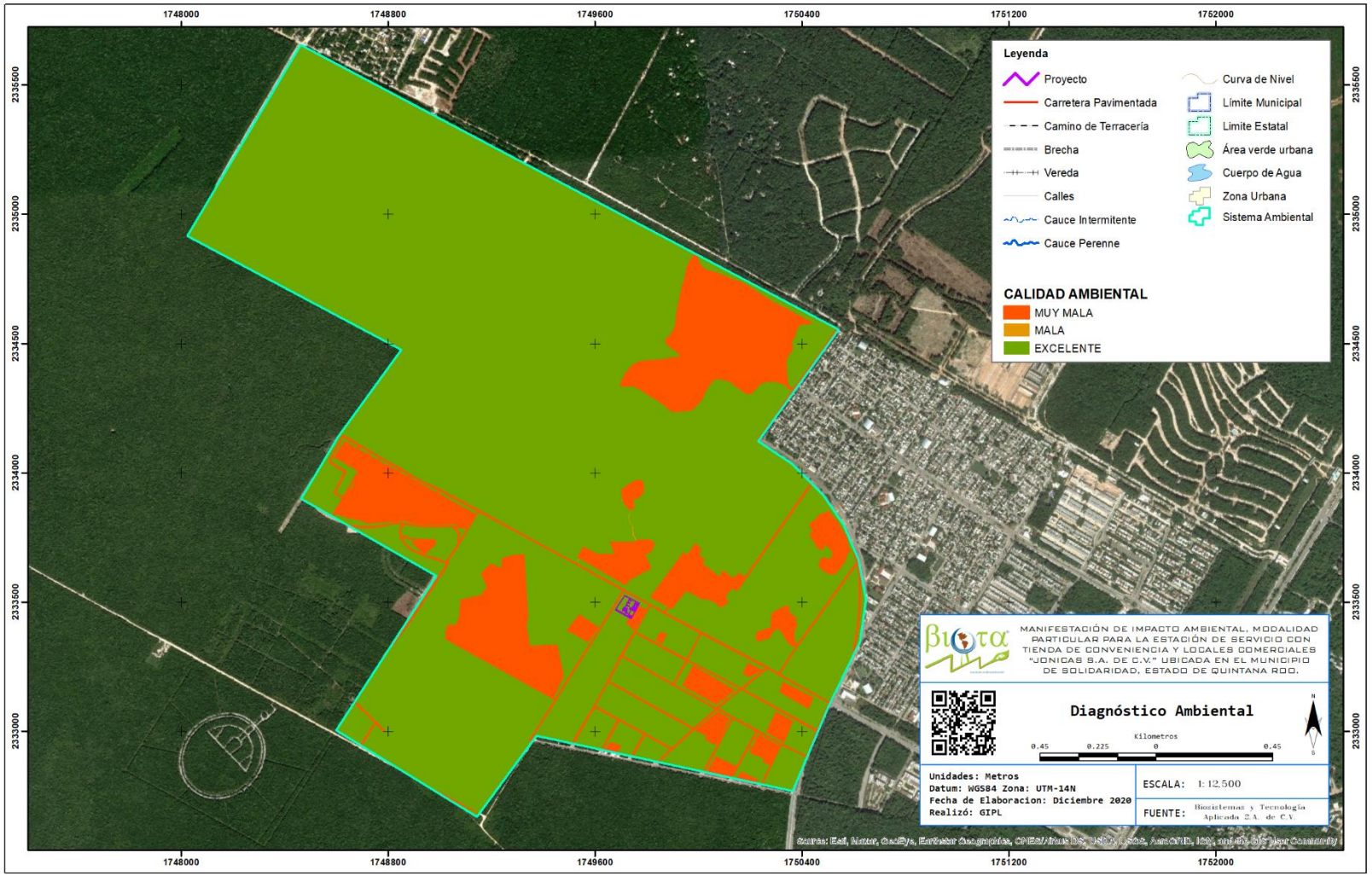
Gráfica IV. 11. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local.



Fuente: BIOTA, 2021.

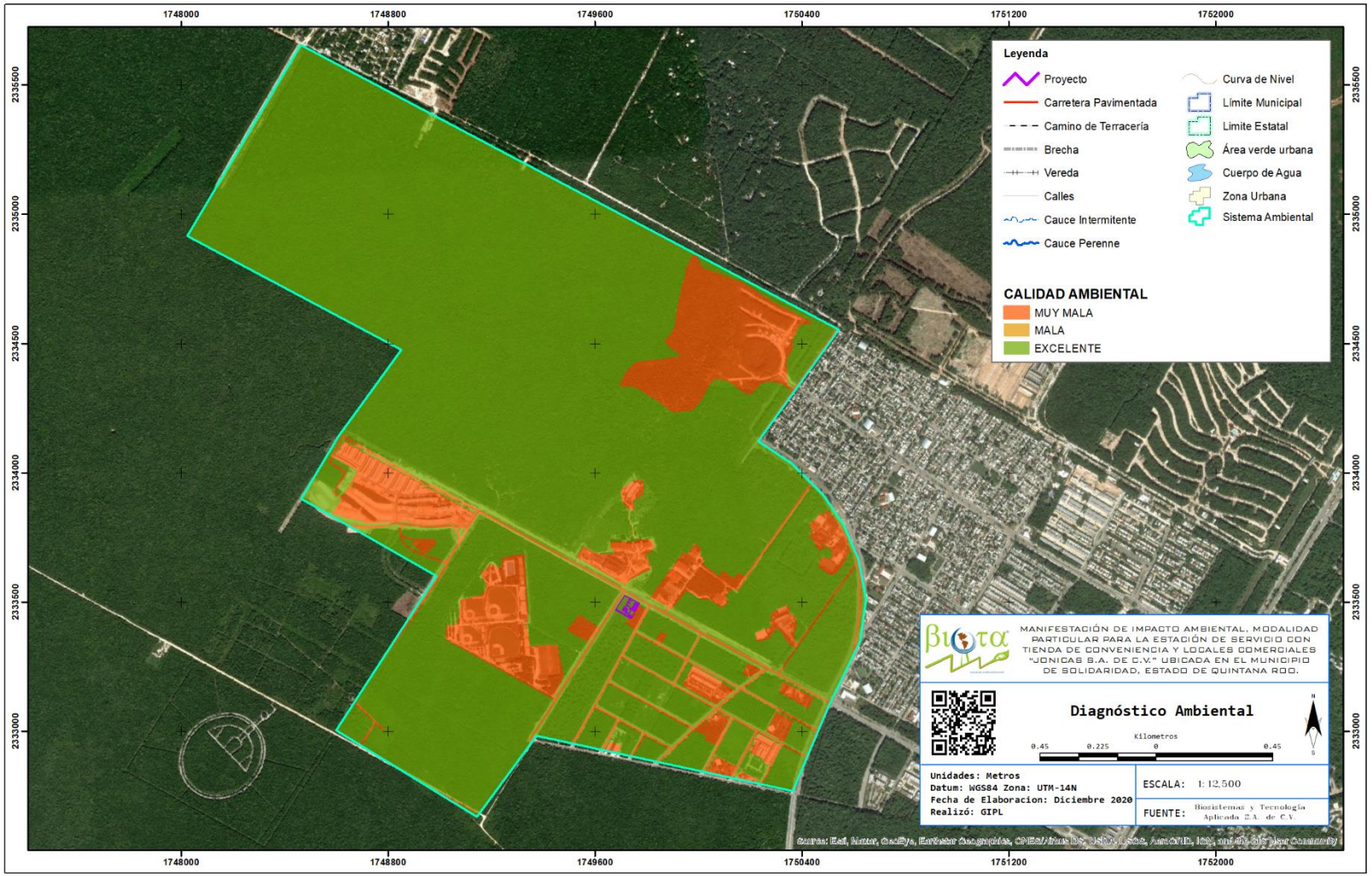
La tabla y la imagen anterior señalan que la mayor representatividad la tienen zonas con calidad ambiental designada como excelente, esto es, con el 83.72%, que es equivalente a 351.44 hectáreas, dichas zonas son congruentes con toda la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia prevaleciente. Enseguida se ubica la calidad ambiental designada como muy mala representan un 16.26% que equivalen a 68.27 hectáreas, que son coincidentes con la zona urbana de Playa del Carmen aunado a las calles que conectan con las diferentes zonas construidas o por construir. Por último, la mala calidad ambiental representa un 0.01% que representan 0.054 hectáreas. Cabe señalar y destacar que el Sistema Ambiental no presentan buenas ni regulares calidades ambientales, es decir se presentan calidades extremas.

Imagen IV. 43. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 44. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.



Fuente: BIOTA, 2021.

ÍNDICE GENERAL.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 3
V.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 3
V.1.1. INDICADORES DE IMPACTO. 3
V.1.2. LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO. 4
V.1.3. CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN. 13
V.1.3.1. CRITERIOS. 17
V.1.3.2. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA. 19

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla V. 1. Lista indicativa de indicadores de impacto. 4
Tabla V. 2. Atributos del suelo y nivel de susceptibilidad en el SAL del proyecto. 5
Tabla V. 3. Indicadores de sensibilidad del suelo en el Sistema Ambiental Local. 5
Tabla V. 4. Sensibilidad Geológica del área del Sistema Ambiental Local. 6
Tabla V. 5. Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental Local. 6
Tabla V. 6. Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del SAL del Proyecto. 8
Tabla V. 7. Uso de Suelo y Tipo de Vegetación afectada. 8
Tabla V. 8. Listado de cotejo para el proyecto. 10
Tabla V. 9. Principales impactos y factores ambientales afectados. 11
Tabla V. 10. Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales. 19
Tabla V. 11. Actividades para el proyecto. 20
Tabla V. 12. Listado de cotejo para el proyecto. 22
Tabla V. 13. Factores y atributos del medio físico, biótico y socioeconómico, para la construcción de la matriz de interacción. 23
Tabla V. 14. Total, de Interacciones en el proyecto. 24
Tabla V. 15. Distribución de los impactos por etapa. 24
Tabla V. 16. Matriz de Identificación. 25
Tabla V. 17. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015). 29
Tabla V. 18. Cálculo de las medidas de fragmentación del hábitat en la vegetación natural antes del proyecto. 37
Tabla V. 19. Cálculo de las medidas de fragmentación del paisaje una vez ingresado el trazo del proyecto. 44
Tabla V. 20. Comparación de las medidas de fragmentación antes del trazo del proyecto y una vez ingresado el mismo. 46
Tabla V. 21. Lista indicativa de criterios utilizados. 47
Tabla V. 22. Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales. 48
Tabla V. 23. Matrices de ponderación con los tipos y criterios de los impactos ambientales identificados. 48
Tabla V. 24. Matriz Ponderada. 59
Tabla V. 25. Impactos derivados del proyecto. 60
Tabla V. 26. Índice de Impactabilidad. 60
Tabla V. 27. Listado de actividades de acuerdo a su índice de impactabilidad. 61
Tabla V. 28. Actividades con mayor Impactabilidad. 62
Tabla V. 29. Impactos ambientales Positivos. 62
Tabla V. 30. Impactos ambientales Negativos. 63
Tabla V. 31. Distribución de los impactos porcentuales por etapa. 64
Tabla V. 32. Intervalos de los Impactos Positivos generados por las actividades del proyecto. 64
Tabla V. 33. Impactos ambientales relevantes Positivos. 64
Tabla V. 34. Intervalos de los Impactos Negativos generados por las actividades del Proyecto. 65
Tabla V. 35. Impactos ambientales Negativos relevantes del proyecto. 65
Tabla V. 36. Descripción de los impactos ambientales adversos del proyecto. 67
Tabla V. 37. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Local (INEGI, 2015). 70
Tabla V. 38. Unidades del paisaje presentes en el SAL. 70
Tabla V. 39. Análisis regional a escala 1:10,000. 71
Tabla V. 40. Afectación Total a las unidades de paisaje. 74
Tabla V. 41. Ponderación regional a escala 1:10,00 una vez ingresado el proyecto. 74
Tabla V. 42. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente 74
Tabla V. 43. Índices Cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales. 77
Tabla V. 44. Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto. 78

Tabla V. 45. Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental. 78

ÍNDICE DE GRAFICAS.

Gráfica V. 1. Distribución de los impactos por etapa. 24
Gráfica V. 2. Impactos ambientales Positivos. 62
Gráfica V. 3. Impactos ambientales Negativos. 63
Gráfica V. 4. Impactos significativos positivos. 65
Gráfica V. 5. Actividades que alcanzan a producir el 100% de Impactos significativos negativos del proyecto. 66

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen V. 1. Red de Eventos para la Estación de Servicio. 13
Imagen V. 2. Idea básica de la métrica del tamaño efectivo de la malla. 27
Imagen V. 3. Efecto de la fragmentación en las especies animales. 28
Imagen V. 4. Impactos de las carreteras y tránsito sobre el tamaño de las poblaciones animales. 29
Imagen V. 5. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación antes del ingreso del trazo del proyecto. 31
Imagen V. 6. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación antes del ingreso del proyecto. 32
Imagen V. 7. Hábitat prevaleciente antes del ingreso del proyecto. 33
Imagen V. 8. Fragmentación existente en el Sistema Ambiental Local antes del proyecto. 35
Imagen V. 9. Fragmento con el mayor valor de tamaño efectivo de la malla (mesh) antes de ingresar el proyecto. 38
Imagen V. 10. Conectividad existente. 39
Imagen V. 11. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto. 40
Imagen V. 12. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto. 41
Imagen V. 13. Fragmentación obtenida una vez ingresado el proyecto. 43
Imagen V. 14. Fragmento con mayor valor de tamaño efectivo de la malla una vez ingresado el proyecto. 45
Imagen V. 15. Condición actual del Sistema Ambiental Local sin unidades de paisaje y sin proyecto. 72
Imagen V. 16. Condición actual del Sistema Ambiental Local sin proyecto con imagen satelital. 73
Imagen V. 17. Condiciones actuales del Sistema Ambiental Local con Proyecto. 75
Imagen V. 18. Condición actual del Sistema Ambiental Artificial con proyecto con imagen satelital. 76

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA.

Fotografía V. 1. Estado de fragmentación que prevalece en el Sistema Ambienta Local. 30

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Con la información de los capítulos anteriores, se fundamentan el desarrollo del presente capítulo, para identificar, describir y evaluar los impactos ambientales generados dentro del Sistema Ambiental Local (SAL), por el proyecto en cada una de sus etapas, así como en el área específica de actividades. Para llevar a cabo la identificación y evaluación de los impactos se consideraron los criterios empleados para la definición del Sistema Ambiental Local, el análisis de la información obtenida sobre regulaciones, ordenamientos de uso del suelo, además de la caracterización y Diagnóstico Ambiental.

V.1.1. Indicadores de impacto.

La evaluación de los impactos ambientales depende de una adecuada identificación de los cambios potenciales al ambiente, por lo que es necesario conocer los objetivos, así como las obras y actividades que se realizarán en las diferentes etapas del proyecto. Esta identificación representa una actividad crítica en el Proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA), ya que es necesario conocer las actividades que causan impactos con el fin de describir adecuadamente los factores/componentes y atributos ambientales afectados, asimismo considerar el tiempo, magnitud e importancia, evitando con ello cualquier daño permanente al ambiente o el posible incremento de los procesos ambientales negativos y degenerativos, y con ello diseñar las medidas de mitigación o atenuación correspondientes a cada impacto significativo. Derivado de lo anterior en este Capítulo se describirán y evaluarán los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, para este objetivo será incorporada la información referente a los componentes ambientales del Sistema Ambiental Local delimitado en el Capítulo IV del presente trabajo. La componente espacial del área del proyecto y su integración en el Sistema Ambiental Local se considera como el 100% del espacio territorial que posee la expresión ecosistémica y socioeconómica, que presenta cada lugar para el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto y es capaz de identificar su poder de resiliencia al aprovechamiento de recursos naturales, localización de infraestructura, equipamientos, diversos asentamientos humanos, etc. Su análisis y evaluación del impacto ambiental, encierra una gran complejidad que plantea la necesidad de identificar integralmente los factores ambientales, atributos e indicadores susceptibles de alteración. Para identificar los posibles impactos ambientales en la integración de la Estación de Servicio, es necesario establecer indicadores que señalen dichos impactos ambientales. El número de indicadores ambientales es variable, por lo que están acotados a la cantidad de actividades que se realicen en el proyecto, y las unidades de ponderación expresan valores combinados o información modificada, de modo que se tiene una evaluación multivectorial y multifactorial. Los indicadores propuestos se utilizarán para determinar el efecto de las actividades del proyecto que provocarán sobre los atributos del ambiente y son definidos como “la expresión medible de un impacto ambiental” con y sin proyecto, por lo que son variables simples que representan una alteración sobre un factor ambiental, así un indicador es capaz de caracterizar numéricamente, en un momento dado, el estado del factor que se pretende valorar. De esta forma, los indicadores cumplen con los siguientes requisitos:

- **Representatividad:** Se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto integral y global de la obra.
- **Relevancia:** La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- **Excluyente:** No existe una superposición entre los distintos indicadores.
- **Cuantificable:** Medible, siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- **Fácil identificación:** Definido conceptualmente de modo claro y conciso.

V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto.

La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente y que se ofrece a continuación, será útil para las distintas fases del Proyecto, posteriormente se determinarán los indicadores particulares para el Proyecto que se refiere a las actividades que se requieren para su desarrollo. Antes de identificar los efectos al ambiente ocasionados por las actividades del proyecto, es necesario identificar los elementos naturales y sociales del SAL que serán afectados, los cuales están basados en un inventario de factores ambientales, descritos más adelante. A continuación, se presentan los principales factores ambientales y socioeconómicos sobre los que recaerán los impactos positivos y negativos con algún indicio de un potencial desequilibrio ecológico o sobre el factor socioeconómico durante el desarrollo del proyecto.

Tabla V. 1. Lista indicativa de indicadores de impacto.

MEDIO NATURAL.	Abiótico.	Geología.	1. Materiales geológicos.
			2. Estabilidad.
		Geomorfología.	3. Relieve.
			4. Denudación.
			5. Movimientos de material.
		Suelo.	6. Horizontes.
			7. Erodabilidad del suelo.
			8. Contaminación.
		Agua Superficial.	9. Demanda.
			10. Aguas residuales.
		Agua Subterránea.	11. Recarga de acuíferos.
			12. Calidad del agua subterránea.
		Aire.	13. Polvos.
			14. Gases.
			15. Ruido.
			16. Olores desagradables.
			17. Partículas viables.
	Biótico.	Vegetación.	18. Comunidades vegetales.
			19. Hábitat.
		Fauna.	20. Comunidades faunísticas.
			21. Hábitat.
		Paisaje.	22. Estética.
MEDIO SOCIAL.	Social.	Uso del suelo.	23. Uso potencial del suelo.
			24. Uso actual del suelo.
		Elementos Urbanos.	25. Vialidad y transporte.
		Salud y Seguridad social.	26. Riesgo de accidentes.
			27. Salud de la población.
			28. Calidad de vida.
	Económico.	Directo.	29. Generación de empleo.
			30. Consumo de bienes y servicios locales.
			31. Recaudación fiscal.
		Indirecto.	32. Desarrollo industrial y comercial.

Fuente: BIOTA, 2021.

El escenario ambiental del Proyecto se realizó a partir de la recopilación y análisis de información ambiental en la zona considerando principalmente los elementos Bióticos y Abióticos con características homogéneas y que pudieran llegar a tener relación con el proyecto, los cuales sirvieron como indicadores ambientales o criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Local. A partir de la consideración de la geomorfología, los suelos, hidrología y los elementos bióticos como la vegetación y fauna, se obtuvieron zonas de sensibilidad y elementos relacionados. De acuerdo con la investigación realizada, tanto bibliográfica como de trabajo de campo, en el Sistema Ambiental Local se pueden ubicar las siguientes:

EDAFOLOGÍA. De acuerdo a la investigación realizada, tanto bibliográfica como de trabajo de campo, en el SAR se pueden ubicar las siguientes unidades de suelo, de acuerdo a la clasificación WRB-SR-FAO, 2006.

Tabla V. 2. Atributos del suelo y nivel de susceptibilidad en el SAL del proyecto.

UNIDAD DE SUELO (WRB-SR-FAO, 2006)	ESTABILIDAD DE AGREGADOS			CONSISTENCIA			PROFUNDIDAD EFECTIVA			TEXTURA			PERMEABILIDAD E INFILTRACIÓN			DRENAJE			PH		
	Alta	Media	Baja	Masiva	Friable	Firme	Menor 50 Cm	100 Cm	Más de 150 Cm	Fina	Media	Gruesa	Alta	Media	Baja	Excesivo	Media	Deficiente	Ácido	Neutro	Base
Leptosol		x			x		x				x		x			x			x		

Fuente: BIOTA, 2021.

Dentro de la sensibilidad del elemento suelo, se tienen que las diferentes unidades territoriales adyacentes al SAL del Proyecto. En lo que se refiere al Sistema Ambiental, éste se asienta completamente sobre la asociación de suelos con clave I+E/2, es decir Litosol (Leptosol-Rendzina) de textura media.

- **LEPTOSOL.** Este grupo predominante (Leptosol), abarca 58.8% de la entidad, principalmente en los municipios de Solidaridad, Benito Juárez, y la parte norte de Felipe Carrillo Puerto. Son suelos jóvenes, cuya característica principal es la presencia de residuos de carbonatos mezclados con material mineral. Su coloración va del castaño oscuro al negro, bastante arcillosos, con profundidades no mayores a 25 cm desde la superficie, soportan vegetación de selva alta y mediana subperennifolia. La capa superficial es de color negro cuando está húmeda, y muchas veces tiene por encima una capa de hojarasca, por lo que sus contenidos de materia orgánica van de pobres a extremadamente ricos. La textura dominante es arcillosa. Se estructura en bloques subangulares, granulares y migajosos, que permiten un buen drenaje interno. Regularmente son muy fértiles, pero limita el uso su baja profundidad, principalmente aquellos de tipo lítico y con presencia de fragmentos de roca, acompañados de afloramientos rocosos. En la siguiente tabla se muestra el nivel de sensibilidad del recurso suelo:

Tabla V. 3. Indicadores de sensibilidad del suelo en el Sistema Ambiental Local.

UNIDAD DE SUELO (WRB-FAO, 2006)	EROSIONABILIDAD	RIESGOS DE INUNDACIÓN	CONTAMINACIÓN PROFUNDA	SENSIBILIDAD TOTAL
Leptosol	Media	Baja	Media	Media

Fuente: BIOTA, 2021

El SAL se encuentra bajo problemas y riesgos de erosión y contaminación profunda con los Leptosoles, debido a su naturaleza, así como el movimiento de materiales rocosos, los cuales se presente de una manera nula en el predio del proyecto; existen diferentes áreas de selva mediana subperennifolia sobre las que la zona urbana de Playa del Carmen se continúa extendiéndose, lo cual incrementa y acentúa los problemas antes mencionados.

GEOLOGÍA. Dentro del SAL predominan las sensibilidades geológicas medias, debido a la estabilidad de los materiales geológicos ante posibles eventos de deslizamientos, derrumbes e intemperismos antrópicos y naturales, sobre toda la planicie y los lomeríos bajos, lo cual es un indicador importante de la condición estable de la trayectoria del proyecto. La geología del área del proyecto se encuentra compuesta por rocas sedimentarias del Cenozoico de tipo caliza del Neógeno. La Caliza es una roca sedimentaria con más del 50% de carbonato de calcio. Esta roca es por lo general dura y compacta, pero se presentan problemas geotécnicos relacionados con la disolución del $CaCO_3$. Existe una variedad de rocas de la familia de la caliza dependiendo de las cantidades de carbonato de calcio, arena, limos, conchas de animales marinos y arcilla. Las calizas generalmente, son de color gris azuloso, pero las hay también blancas y de otras coloraciones. En las calizas se pueden formar grandes cavernas que actúan como conductos internos del agua subterránea, las cuales pueden conducir cantidades importantes de agua de un sitio a otro y facilitar la infiltración general.

La denudación de las rocas calizas ocasionada por la infiltración del agua de lluvia conforma una topografía kárstica. En una zona kárstica la mayoría de la precipitación pluvial se infiltra a través de fracturas y cavernas. Las arcillolitas calcáreas o margas son arcillolitas cementadas con material calcáreo. Las calizas en las cuales la calcita es reemplazada por dolomita, un producto con alto contenido de magnesio se les llaman dolomitas.

Tabla V. 4. Sensibilidad Geológica del área del Sistema Ambiental Local.

LITOLOGÍA	ESTABILIDAD GEOLÓGICA		INTEMPERISMO		ESTABILIDAD TECTÓNICA		SENSIBILIDAD
	DESLIZAMIENTOS	DERRUMBES	ANTROPOLÓGICO	NATURAL	FALLAS	FRACTURAS	TOTAL
Caliza	3	2	2	2	1	1	11

Fuente: BIOTA, 2021.

GEOMORFOLOGÍA. La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geomórfica **Zona Costera**, la cual comprende gran parte de la Costa Oriente de la Península de Yucatán, misma que contiene playas rocosas y angostas, costas abruptas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos. Dentro de la zona de estudio se observan numerosas depresiones conformando oquedades, rejolladas o pequeñas dolinas, cuyos diámetros varían desde unos cuantos centímetros a alrededor de una decena de metros y profundidades de hasta 1.50 m, algunas de las cuales denotan el manto acuífero, en tanto que en otras se observa que al menos en la época de lluvias llegan a contener agua. El Sistema Ambiental pertenece a la Provincia Fisiográfica de la Península de Yucatán, y a la Subprovincia Fisiográfica de Carso Yucateco. Además, se presenta únicamente sobre la topoforma designada como llanura rocosa de piso rocoso o cementado Esto se puede verificar en los siguientes mapas:

Tabla V. 5. Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental Local.

GEOFORMA	PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS			INTEMPERISMO		EROSIÓN		SENSIBILIDAD
	DENUDACIÓN	ACUMULACIÓN	DERRUMBES	ANTROPOLÓGICO	NATURAL	ANTROPOLÓGICA	NATURAL	TOTAL
Llanura rocosa	1	2	0	1	2	1	1	8

Fuente: BIOTA, 2021.

Como conclusión se observa una mayor sensibilidad en las zonas de llanuras rocosas, donde las actividades humanas acentúan los procesos geomorfológicos denudatorios, asociados a procesos erosivos y movimiento de materiales geológicos, que hará necesario incorporar medidas de protección adicional a esta sección del proyecto.

HIDROLOGÍA. El proyecto se ubica en el Estado de Quintana Roo, el cual es uno de los estados donde las lluvias son abundantes, ya que su precipitación es de más de 1,000 mm anuales; en contraste, carece de ríos o arroyos, excepto el Río Hondo, corriente superficial que sirve de límite natural entre nuestro país y Belice. La mayoría de las corrientes superficiales son transitorias, de bajo caudal, recorrido muy corto y desembocan en depresiones topográficas donde forman lagunas. Por este motivo, el aprovechamiento del agua superficial es muy limitado y, si se compara con el uso del agua subterránea, es muy poco significativo. Los cuerpos de agua más importantes se localizan en cinco municipios. En Othón P. Blanco: Laguna de Bacalar, San Felipe, La Virtud, Guerrero y Milagros; en José María Morelos: laguna Chichankanab y Esmeralda; y en Felipe Carrillo Puerto: laguna Kaná, Noh-bec, Paytoro, Sac Ayín, X-Kojolí, Ocom y Chunyaxché. En Solidaridad destaca la laguna Cobá, y la laguna Nichupté en Cancún, municipio Benito Juárez. La alta permeabilidad del suelo de la entidad ha favorecido el desarrollo del relieve cárstico. Sin embargo, también hay superficies de permeabilidad intermedia y baja, ubicadas en depresiones tectónicas o cársticas donde se han acumulado suelos residuales y materiales transportados por la escasa actividad fluvial. Las corrientes superficiales suelen formar redes dendríticas, surgencias y pérdidas. El régimen de la mayoría de las corrientes, salvo algunas excepciones, es intermitente; muchas de ellas sólo circulan en presencia de pendiente en el suelo (mayor a 1.5%), por lo que al llegar a una zona de ruptura de la pendiente su cauce desaparece en la superficie y continúa en la profundidad. Quintana Roo pertenece a la Región Hidrológica XII que corresponde a la Península de Yucatán, a la que también pertenecen los estados de Yucatán y Campeche. Quintana Roo tiene a su vez dos regiones hidrológicas: Yucatán Norte (rH32) y Yucatán Este (rH33); la primera se localiza en el extremo norte del estado; la segunda es de carácter internacional, ya que se extiende hasta Belice y Guatemala. Las condiciones geológicas y sedimentológicas con la precipitación actúan conjuntamente mediante el proceso de disolución

de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo, creándose de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos, cavernas, grutas, cenotes y ojos de agua o manantiales. Estos procesos determinan que en la costa de Yucatán y Quintana Roo no existan ríos superficiales y que todo el drenaje sea subterráneo dirigiéndose desde los sitios de recarga hacia los de descarga litoral de manera prácticamente radial. La roca caliza, sumamente permeable, que forma el suelo de esta región no permite la existencia de corrientes de aguas superficiales las familias de agua predominante son las sódico-cloruradas y sódico clorurada-sulfatada. Existen varias lagunas, en la parte sur del municipio, denominadas Chumpoko, Laguna Campechen, Boca Paila, San Miguel y Catoche; en la parte oeste del municipio se localizan las lagunas: Cobá; Verde y Nochacam. El municipio de Solidaridad está comprendido dentro de la región hidrológica RH32 Yucatán Norte, en específico en la cuenca Quintana Roo. Es considerada un sistema hidrológico de tipo areico. En particular la zona de Playa del Carmen, se caracteriza por presentar una precipitación promedio que de 800 mm en el norte a más de 1,500 mm al sureste de la cuenca y con un rango de escurrimiento de 0 a 5% en casi toda la superficie, excepto en las franjas costeras que tienen 10 al 20%, debido a la presencia de arcillas y limos. En el municipio se cuenta con corrientes de agua tanto intermitentes (0.16%) como perennes (0.16%). Debido a la conformación del terreno, la precipitación que se presenta en la parte continental de la Península de Yucatán, aun cuando anualmente ésta es superior a los 1,000 msnm, solo genera escurrimientos superficiales efímeros, que son interceptados por los pozos naturales de descarga al acuífero denominados “Xuch”, por lo que no se tienen escurrimientos superficiales. Las condiciones hidrogeológicas del acuífero sobre el que se encuentra el Municipio de Solidaridad (acuífero Península de Yucatán), propician la contaminación del agua subterránea, ya que por un lado las oquedades del terreno cárstico de alta permeabilidad y por otro lado la ausencia de un medio poroso que sirva de material filtrante y la escasa profundidad del nivel del agua subterránea, facilitan el acceso de los contaminantes subsuelo y su rápida propagación en el acuífero.

Ahora bien, independientemente de los factores de origen antropogénico que intervienen o definen la calidad del agua en ciertas zonas del Estado de Quintana Roo, la calidad hídrica del acuífero Península de Yucatán presenta por si sola notables diferencias, las cuales están relacionadas más bien con la composición geoquímica del material que constituye el acuífero, el comportamiento hidrodinámico de los flujos subterráneos, la permanencia del agua en la matriz que la contiene, profundidad, así como la exposición eventual del agua subterránea en cenotes. Por tanto, naturalmente en el acuífero se distinguen 4 “familias de agua” que se caracterizan cada una de acuerdo a su dureza (cantidad de sales disueltas), estas son: cálcico bicarbonatadas en las zonas preferiblemente calcáreas, cálcico sulfatadas en las dominancias de evaporizas y yesos, y sódico cloruradas en las cercanías de la costa. La calidad hídrica del acuífero Península de Yucatán presenta notables diferencias, las cuales están relacionadas más bien con la composición geoquímica del material que constituye el acuífero, el comportamiento hidrodinámico de los flujos subterráneos, la permanencia del agua en la matriz que la contiene, profundidad, así como la exposición eventual del agua subterránea en cenotes. Por tanto, naturalmente en el acuífero se distinguen 4 “familias de agua” que se caracterizan cada una de acuerdo a su dureza (cantidad de sales disueltas), estas son: cálcico bicarbonatadas en las zonas preferiblemente calcáreas, cálcico sulfatadas en las dominancias de evaporizas y yesos, y sódico cloruradas en las cercanías de la costa. Para el caso del Municipio de Solidaridad, en este convergen dos zonas geohidrológicas, la Planicie interior y la Zona costera o costas bajas.

VEGETACIÓN. A continuación, se realiza una descripción del uso de suelo y vegetación con vocación forestal encontrado dentro del SAL, apoyados de la guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VI.

- ✓ **VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA.** Se incluye en general bajo esta categoría a las comunidades naturales de plantas que se establecen como consecuencia de la destrucción total o parcial de la vegetación primaria o clímax, realizada directamente por el hombre o por sus animales domésticos. Una comunidad secundaria, por lo común, tiende a desaparecer y no persiste durante un periodo largo, sino que da lugar a otra y ésta, a su vez, a otra, determinándose de esta manera una sucesión que, a través del tiempo, conduce por lo común

nuevamente a la comunidad clímax, misma que está en equilibrio con el clima y no se modifica mientras éste permanezca estable. Una comunidad secundaria, sin embargo, puede también mantenerse indefinidamente como tal si persiste el disturbio que la ocasionó, o bien si el hombre impide su ulterior transformación. Tal efecto se logra frecuentemente con el pastoreo, con el fuego o con ambos factores combinados, prácticas bastante comunes en México.

- ✓ **VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA.** Vegetación arbórea que se desarrolla después de transcurridos varios años de desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad y el tipo de disturbio presente, podemos encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias.
- ✓ **SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA.** También de clima cálido húmedo; se le ubica al sur de la península de Yucatán y a lo largo de la costa del Pacífico.

Tabla V. 6. Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del SAL del Proyecto.

CLAVE	DESCRIPCIÓN USV	SUPERFICIE (HA)	SENSIBILIDAD
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	299.62	Media
AH	Urbano construido	120.13	Baja
	Total	**419.76**	

Fuente: BIOTA, 2021.

De la superficie total del SAL (419.76 ha), solo se ocuparán para el proyecto 0.43 ha, que representan el 0.10% de toda la superficie del SAL, es decir que el 99.90% del SAL no tendrá ninguna interacción ni afectación directa con las actividades del Proyecto, destacando que la movilidad de la sociedad y la economía es la que incluirá en ese espacio territorial. Se tiene que el área total ocupada por el proyecto será de 0.43 ha, de las cuales 0.43 ha corresponden a la superficie a afectar por el trazo del proyecto, dentro del SAL la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia abarca un área de 71.38%; aunado a esta cifra, se adiciona la superficie ocupada por Urbano Construido que es de 28.62%.

Tabla V. 7. Uso de Suelo y Tipo de Vegetación afectada.

TIPO DE VEGETACIÓN DEL SAL A SER AFECTADA POR EL PROYECTO	SUPERFICIE EN EL SAL (HAS)	SUP. AFECTADA POR EL PROYECTO(HAS)	% DE OCUPACIÓN POR EL PROYECTO EN EL SAL
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	299.62	-	-
Urbano Construido	120.13	0.43	0.10
Total	**419.76**	**0.43**	**0.10**

Fuente: BIOTA, 2021.

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS.

Las futuras fuentes de cambio provocadas de la obra y que afectan al Sistema Ambiental Local se presentan en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos a través de los cuales ocurren las modificaciones del Sistema Ambiental Local, a partir de las acciones del proyecto, con la secuencia de impactos analizados. Las etapas y actividades del Listado de Chequeo se presentan a continuación:

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO.

Esta etapa tiene como finalidad iniciar las actividades de preparación del terreno, con la finalidad de realizar el análisis respectivo del factor ambiental sobre el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.

1. Gestión de permisos y licencias.
2. Desmonte.
3. Despalme.
4. Limpieza de terreno.
5. Movimiento de tierras.
6. Mejoramiento del Terreno incluye Rellenos para dar niveles de piso.
7. Nivelación y Compactación.
8. Transporte de Materiales y Equipo.
9. Operación de maquinaria pesada y equipo.
10. Instalación de Infraestructura de apoyo.

Fuente: BIOTA, 2021.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

En esta etapa se tiene como finalidad integrar el proyecto, sobre el terreno previamente preparado para soportar dicha infraestructura, realizándose esta actividad únicamente en un área delimitada; este proyecto tendrá como objetivo la construcción y operación de una Estación de Servicio (Gasolinera) la cual incluye locales comerciales y tienda de conveniencia, todo ello para favorecer la dinámica urbanista que impera en la zona asi como el suministro de combustibles en esta. Las actividades para esta etapa del proyecto se indican en la siguiente relación, y posteriormente el análisis respectivo del factor en el cual inciden sus efectos e impactos ambientales producidos.

11. Operación de maquinaria pesada y equipo.
12. Transporte de Materiales y Equipo.
13. Excavaciones.
14. Cimentación.
15. Rellenos (excavaciones y cimentaciones).
16. Edificación, acabados y detalles.
17. Infraestructura (Zonas de Despacho, Zona de Rodamiento, Local Comercial, Tienda de Conveniencia, Estacionamiento, Etc.).
18. Áreas verdes.
19. Colocación de Tanques de Almacenamiento.
20. Colocación de Maquinaria y Equipo para el proceso.
21. Fosa Séptica.
22. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo.

Fuente: BIOTA, 2021.

ETAPA DE OPERACIÓN.

La principal actividad del proyecto es la venta de combustibles, en una zona que en la actualidad tiende a una urbanización total. A continuación, se enlistas las actividades previstas en esta etapa del proyecto:

23. Descarga y Carga de Combustible.
24. Comercialización de Combustible.
25. Retiro de dinero.
26. Tránsito vehicular.
27. Venta de productos en Local Comercial y Tienda de Conveniencia.
28. Administración de la Estación de Servicio.

Fuente: BIOTA, 2021.

ETAPA DE MANTENIMIENTO.

Las actividades de mantenimiento resaltan la revisión y valoración, de manera periódica, de las condiciones de la Estación de Servicio, para conservar y alargar la vida útil del proyecto. A continuación, se enlistas las actividades previstas:

29. Limpieza general.
30. Tanque, Equipo y Bombas de Servicios.
31. Señalización.
32. Áreas Verdes.
33. Instalación Eléctrica.
34. Instalación Hidráulica y Sanitaria.
35. Equipo de combate contra incendios.
36. Transporte de materiales y equipo.
37. Retiro de Residuos Peligrosos.
38. Fosa Séptica.
39. Pruebas de Hermeticidad.

Fuente: BIOTA, 2021.

ETAPA DE ABANDONO.

Esta etapa no se encuentra considerada por el promovente, ya que como se menciono anteriormente el Mantenimiento alargará la vida útil del proyecto, aunado al éxito económico, social y ambiental que tendrá el proyecto, sin embargo, para fines de evaluación se considerada. Enlistas las actividades previstas a continuación:

40. Desmantelamiento de infraestructura.
41. Operación de maquinaria pesada y equipo.
42. Cierre de actividades.
43. Transporte de materiales y equipo.

Fuente: BIOTA, 2021.

Con esta primera aproximación de las modificaciones potenciales a los elementos del Sistema Ambiental Local, se pueden establecer los impactos primarios, secundarios y terciarios más relevantes, así como la temporalidad y espacialidad del efecto. En ese sentido se presentan el siguiente cuadro con los principales efectos negativos y componentes ambientales afectados.

Tabla V. 8. Listado de cotejo para el proyecto.

ACTIVIDAD	CAUSA	IMPACTO	CATEGORÍA	MITIGACIÓN
Desmonte, Despalme, Limpieza del Terreno y Movimiento de Materiales.	Eliminación de la cobertura vegetal y movimiento de tierras y material acamellonado producto.	Generación de residuos.	Impacto directo, reversible, temporal, compensable, de baja magnitud e importancia.	Trabajar en fase húmeda. Introducir nuevos organismos vegetales en áreas verdes Utilizar el suelo como material de relleno y nivelación. Mantenimiento preventivo a equipos, vehículos y maquinaria. Contratar mano de obra local. Colocación de señalamientos de alertamiento a vehículos y peatones. Integrar reductores de velocidad. Contratación de personal para regular el tráfico. Retiro de los residuos conforme a la reglamentación solicitada.
		Desplazamiento de fauna.	Impacto directo, reversible, temporal, compensable, de baja magnitud e importancia.	
		Eliminación de elementos arbóreos.	Impacto directo, reversible, temporal, compensable, de baja magnitud e importancia.	
		Eliminación de horizontes superficiales del suelo.	Impacto directo, reversible, temporal, compensable, de baja magnitud e importancia.	
		Emisión de gases y polvos.	Impacto directo, temporal, reversible, mitigable de baja magnitud e importancia.	
		Tráfico vehicular.	Impacto directo, temporal, reversible, mitigable de baja magnitud e importancia.	
Nivelación y compactación	Formación de una topografía plana e impermeable con arcilla y concreto.	Reducción de la infiltración de agua pluvial.	Impacto directo, irreversible, permanente, compensable, de baja magnitud e importancia.	Trabajar en fase húmeda Utilizar el suelo como material de relleno y nivelación. Mantenimiento preventivo a equipos, vehículos y maquinaria. Contratar mano de obra local. Colocación de señalamientos de alertamiento a vehículos y peatones. Integrar reductores de velocidad. Contratación de personal para regular el tráfico.
		Generación de residuos.	Impacto directo, reversible, temporal, compensable, de baja magnitud e importancia.	
		Desplazamiento de fauna.	Impacto directo, reversible, temporal, compensable, de baja magnitud e importancia.	
		Eliminación de horizontes superficiales del suelo.	Impacto directo, irreversible, permanente. No mitigable, de baja magnitud e importancia.	
		Emisión de gases y polvos.	Impacto directo, temporal, reversible, mitigable de baja magnitud e importancia.	
		Tráfico vehicular.	Impacto directo, temporal, reversible, mitigable de baja magnitud e importancia.	
Excavación.	Perdida superficial de suelo. Acumulación y movimiento de escombros.	Alteración del suelo superficial. Dispersión de partículas. Afectación temporal del relieve.	Impacto local, permanente, irreversible, mitigable, de baja magnitud e importancia.	Trabajar en fase húmeda Dar mantenimiento preventivo a equipos, vehículos y maquinaria. Contratar mano de obra local. Almacenamiento de la capa edáfica para futuros usos.
Demanda de materiales para la construcción.	Generación de ruido. Emisiones a la atmósfera. Demanda de mano de obra y energéticos.	Alteración de la calidad del aire. Aumento en la economía local.	Impacto directo, temporal, regional, mitigable, reversible de baja magnitud e importancia.	Trabajar en fase húmeda. Reutilizar el material obtenido durante la excavación.
Empleo de maquinarias.	Generación de ruido. Emisiones a la atmósfera. Demanda de energéticos Demanda de mano de obra. Accidentes	Alteración a la calidad del aire.	Impacto local, directo, temporal, mitigable, reversible de baja magnitud e importancia.	Mantenimiento de todo el equipo utilizado. Utilizar maquinaría reciente. Contratar mano de obra especializada. Cumplir las especificaciones de construcción y maquinaría.
		Aumento en la economía local.	Impacto benéfico, temporal, local, reversible de baja magnitud e importancia.	
		Alteración parcial del entorno.	Impacto directo, temporal, reversible, mitigable, de mediana magnitud e importancia	
Jardinería y áreas verdes.	Recuperación y retorno de organismos vegetales	Retorno al sitio de algunos organismos. Mejoramiento estético de la obra.	Impacto benéfico, permanente de moderada magnitud e importancia.	Utilizar especies endémicas. Contratar mano de obra local. Cosechar el agua de lluvia.
Consumo de agua.	Incremento en la demanda para aseo, riego de	Generación de aguas residuales.	Impacto local, permanente, reversible, mitigable, de baja magnitud e importancia.	Cosecha del agua de lluvia. Compra de agua embotellada para beber.

ACTIVIDAD	CAUSA	IMPACTO	CATEGORÍA	MITIGACIÓN
	áreas verdes y servicios sanitarios.			
Carga y descarga de gasolina	Descuido humano Ausencia de hermeticidad de contenedores.	Alteración de la calidad del aire. Fuga e Incendio	Impacto local, temporal, reversible, mitigable, de mediana magnitud y alta importancia.	Ejecutar el programa de Mantenimiento preventivo y correctivo, que incluye un programa de revisión periódica. Otorgar capacitación a todo el personal en materia de protección civil, combate contra incendios, primeros auxilios y rescate.
Manejo de dinero en efectivo	Inseguridad social y procedimientos inseguros internos.	Probabilidad de robo y ataque a oficiales gasolineros	Impacto local, impredecible, reversible, de baja magnitud y alta importancia.	Capacitación a los trabajadores en conato de robo. Otorgar la seguridad social.
Mantenimiento de instalaciones.	Demanda de materiales. Demanda de empleo.	Aumento en la economía local. Mayor seguridad. Aumento de la vida útil de las instalaciones.	Impacto local, permanente, benéfico de moderada magnitud e importancia.	Compra en lugares autorizados. Adquirir materiales de calidad. Llevar bitácora de operación y mantenimiento.
Mantenimiento de áreas verdes.	Mejora en el paisaje. Conservación de organismos vegetales.	Conservación de la estética. Retorno de fauna silvestre menor.	Impacto benéfico, directo, local, permanente, reversible, de baja magnitud e importancia.	Incorporar especies endémicas, de crecimiento y raíces anaxomorfas, profundas, no superficiales.
		Generación de residuos por poda de árboles y pasto.	Impacto directo, temporal, reversible, mitigable, de baja magnitud e importancia.	
		Invasión de vegetación ruderal y fauna nociva.	Impacto benéfico, permanente de baja magnitud e importancia	

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla V. 9. Principales impactos y factores ambientales afectados.

PRESIÓN O CAUSA DE MODIFICACIÓN	ESPECIALIDAD Y TEMPORALIDAD	EFECTOS		
		PRIMARIOS	SECUNDARIOS	TERCIARIOS
Desmonte, Despalme y Limpieza.	Local y permanente.	Remoción de horizontes del suelo	Pérdida del suelo y horizontes fértiles.	Cambio de uso de suelo.
		Modificación del Hábitat.	Afectación puntual del hábitat de flora y fauna silvestre.	Disminución local del hábitat para la fauna silvestre y su movilidad.
				Eliminación de elementos arbóreos.
				Desplazamiento de la fauna silvestre.
				Disminución local de la abundancia avifaunística.
		Modificación del Paisaje.	Modificación del paisaje.	Alteración del paisaje y patrón de escorrentía superficial.
	Local y permanente.	Alteración de la Calidad del Aire.	Contaminación del aire por ruido, partículas y gases de combustión	Ahuyentamiento intermitente de la avifauna.
Excavación y Nivelación.	Local y permanente.	Modificación del Paisaje.	Modificación del paisaje donde se ubicará la infraestructura.	Conformación de un nuevo paisaje artificial.
		Erosión del Suelo.	Eliminación de las capas superficiales del suelo	Se cancela el retorno de la vegetación.
	Local y permanente.	Afectación de la Calidad de aire.	Contaminación del aire con partículas y gases de combustión interna, por el movimiento de tierras.	Ahuyentamiento temporal de la fauna.
Presencia humana	Puntual y temporal.	Ahuyentamiento de la fauna.	Modificación y/o afectación de las poblaciones faunísticas.	Ahuyentamiento y desplazamiento de la fauna silvestre por fauna nociva.

Presencia de vehículos de carga, y transporte público y privado.	Local y permanente.	Disminución de la Fauna.	Ahuyentamiento intermitente de la fauna silvestre.	Ahuyentamiento intermitente de la avifauna.
Integración de infraestructura.	Puntual y permanente.	Drenaje superficial.	Afectación del interior del proyecto y sus límites.	Escorrentías que pueden afectar la infraestructura instalada.
Gestión de residuos.	Regional y permanente.	Generación de residuos de manera permanente.	Contaminación del sitio de almacenamiento temporal.	Contaminación del suelo y subsuelo.

Fuente: BIOTA, 2021.

RED DE EVENTOS.

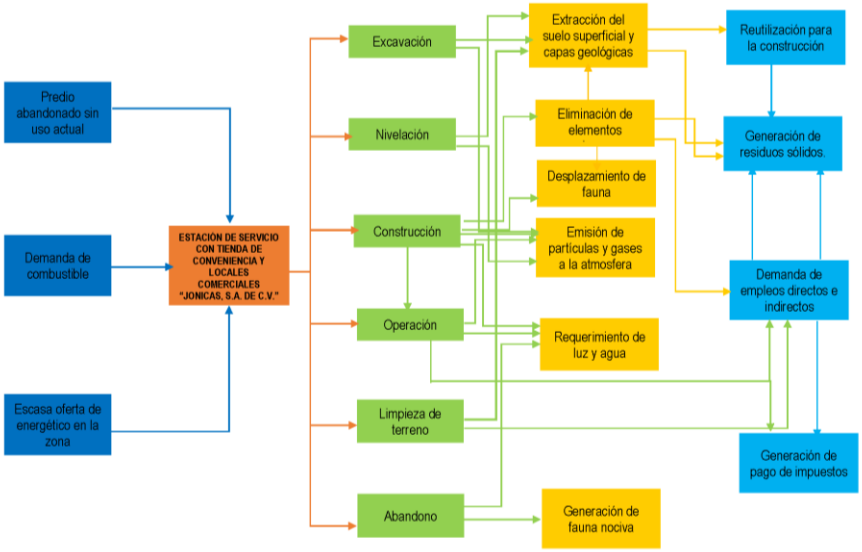
Para la evaluación del Proyecto se aplicó una Red de Eventos, la cual se fundamente en la relación causa-condición-efecto, que permite identificar impactos acumulativos, directos, indirectos y sinérgicos que suceden a lo largo del tiempo. En esta técnica la causa es la actividad derivada del proyecto, que actúa sobre un atributo ambiental y el efecto es el impacto generado a través del tiempo. La red de eventos se construye sobre la matriz de interacción y lista de chequeo, resaltando los aspectos más relevantes.

- **Preparación del Sitio.** Las acciones del desmonte, despalme, nivelación removerán las capas superficiales del suelo y provocará el desplazamiento de la incipiente fauna, así como la eliminación del elemento arbóreo. Estas actividades generan polvos fugitivos y del uso maquinaria pesada y vehículos para el desalojo de materiales, existirá un aumento en los niveles de ruido, gases de combustión y humos alterando con ello la calidad del aire, provocando un impacto sinérgico con los polvos y gases provenientes del tráfico vehicular local. Todas las actividades que se desarrollen durante esta etapa deteriorarán la calidad visual del sitio provocando un impacto negativo hacia el paisaje, de baja magnitud y temporal. En contraposición de los impactos negativos, se presentan efectos positivos en el rubro socioeconómico, ya que habrá una fuente de empleo manteniendo la calidad de vida de los trabajadores, la utilización del transporte local también ofrece una fuente de empleo, por lo que la economía se fortalece temporalmente.

- **Construcción.** La construcción del proyecto tendrá un efecto positivo al uso del suelo ya que se consolida un espacio altamente redituable, consolidando el ordenamiento territorial y el uso apropiado del espacio, mejora la economía local y favorece el incremento de la plusvalía de terrenos adyacentes. La construcción disminuirá la superficie del suelo destinada a la infiltración de agua; mientras que el uso de maquinaria y equipo, generará emisiones de polvo, gases de combustión y humos derivados del consumo de gasolina, en una menor magnitud que en la etapa de preparación del sitio. Las actividades de construcción inician con un paisaje con indicios de deterioro, sin embargo, al finalizar esta etapa el paisaje se consolida de manera contrastante, favoreciendo la estética urbana. Las acciones antropogénicas seguirán afectando la permanencia de la fauna silvestre; no obstante, con la introducción de áreas jardinadas se benefician los atributos bióticos, principalmente el vegetal, con la incorporación de elementos arbustivos. Todos los elementos descritos influirán en la generación de empleos temporales, manteniendo la calidad de vida de los trabajadores y la economía local.

- **Operación, Mantenimiento y Abandono.** En esta etapa destacan todos los impactos positivos de mayor peso en magnitud, importancia y temporalidad, debido a que se generan empleos para mano de obra calificada y no calificada. La recepción, almacenamiento y distribución del Gasolina favorece la dinámica económica que beneficia a los integrantes de la Estación de Servicio, sociedad, entidades gubernamentales de los tres niveles de gobierno, población trabajadora y la economía del municipio, por la recaudación de impuestos locales y federales. Los impactos negativos recaen en la generación de Residuos Peligrosos (Generados principalmente Trampa de Grasas Aceites) y No Peligrosos. El otorgamiento continuo del programa de mantenimiento preventivo y correctivo, y el programa de reemplazo de tanques, garantiza las condiciones más eficientes y de alta seguridad, para la adecuada y permanente operación del proyecto, alargando su vida útil.

Imagen V. 1. Red de Eventos para la Estación de Servicio.



Fuente: BIOTA, 2021.

V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación.

Con la finalidad de identificar y evaluar eficazmente los Impactos Ambientales, se emplearán las mejores metodologías existentes actualizadas, con la finalidad de ofrecer certidumbre al panorama del impacto que se causará al ambiente, por el desarrollo del nuevo proyecto. Lo anterior apegado a la definición de impacto ambiental, conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Para identificar y evaluar los impactos ambientales que pudieran generarse por el desarrollo de diversos proyectos, existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del Sistema Ambiental Local, interpretar los resultados y finalmente, establecer las medidas para prevenir y/o compensar los efectos negativos en el mismo con base en los resultados obtenidos en la evaluación. En este apartado se describe la secuencia de los pasos que comprenden los métodos utilizados para identificar, evaluar y ponderar los impactos ambientales del proyecto:

- ✓ Se describen y analizan el conjunto de actividades y etapas programadas en la obra, que requiere las particulares y especificaciones puntales, en tiempo y espacio, y la valoración de la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales.
- ✓ Posteriormente se procede a la elaboración de un listado de actividades de cada etapa del proyecto, el cual se agrupan en las siguientes etapas: Preparación del sitio, Construcción, Operación, Mantenimiento y Abandono. En cada una de estas etapas se describen las distintas actividades a realizar, lo que permite una mayor comprensión e interpretación de los efectos sobre el ambiente. Este listado de actividades permite fundamentar las bases del Check List, como primera actividad de identificación de impactos ambientales generados por el proyecto.
- ✓ Una vez obtenido el listado de cotejo de la actividad se procede al análisis de impactos ambientales mediante una lista de chequeo compuesta.
- ✓ Concluida la primera identificación de impactos ambientales, se refuerza la investigación con un análisis de interacciones con los atributos ambientales. Dicho análisis aplica el siguiente procedimiento. Se enlistan los factores y atributos ambientales relevantes, después de una discusión y análisis interdisciplinario, pueden llegar a ser afectados por una o varias etapas de la

obra, elaborando el listado de cotejo cada una de las obras tipo. Los factores ambientales listados son: Geología, Geomorfología, Suelo, Aire, Hidrología, Vegetación, Fauna, Hábitat, Paisaje, Uso del Suelo, Factores Sociales y Económicos.

- ✓ En las columnas se colocan las etapas del proyecto de manera horizontal, los factores y atributos ambientales desglosados se colocan de manera vertical, para identificar las interacciones potenciales. Se procede a la elaboración de una primera matriz de identificación de impactos ambientales, cuyo objetivo inicial es la identificación de interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios ambientales. Posteriormente se realiza una breve descripción de la afectación de los impactos evaluados y las consecuencias que podría tener a largo plazo.
- ✓ Después de la matriz de identificación de impactos ambientales y una vez establecidas las interacciones posibles, que representa una afectación al medio natural, se procede a eliminar los atributos ambientales y actividades de la obra que no presenten interacción, para acotar hacia los impactos críticos del proyecto.
- ✓ Una vez identificadas las interacciones entre las actividades de la obra y los atributos ambientales y de acuerdo con el tipo de impacto se construye la Matriz de ponderación utilizando 10 criterios aplicables al impacto ambiental identificado y se ponderan y valoran los posibles impactos ambientales.
- ✓ El siguiente paso consiste en realizar un análisis técnico respecto al incremento de la pérdida de conectividad de los ecosistemas del Sistema Ambiental Local y la disminución de hábitats para la fauna; se realiza un análisis de fragmentación del paisaje, con medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido presentada más recientemente y que ha sido ampliamente aplicado como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, el cual permite utilizar el método del *tamaño efectivo de la malla*.
- ✓ Se procede a establecer las jerarquías de las actividades identificadas y ponderadas como las de mayor impacto y se agrupan en tres categorías, para definir las medidas de mitigación de manera directa, considerando la relevancia de la actividad a atender.

Con las metodologías utilizadas se superan y cubren las deficiencias inherentes de cada técnica aplicada, lo cual permite garantizar que se tiene una evaluación más integrada y de una mayor cobertura y comprensión de las actividades del proyecto sobre los factores y atributos ambientales considerados. Para la estimación cualitativa de los cambios generados, se utiliza una metodología combinada que consiste en desarrollar listados de chequeo, matrices y sobreposición de mapas. Como punto de partida se realiza una descripción y análisis del conjunto de actividades que se llevarán a cabo en el proyecto, lo cual requiere especificaciones puntales, en tiempo y espacio, así como en la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales. Los métodos de evaluación cualitativa inician con un listado de chequeo o de cotejo, que consiste en desarrollar la lista de factores ambientales y la lista de actividades del proyecto, estas se elaboraron de acuerdo con las características de cada una de las obras a desarrollar en el Sistema Ambiental Local y por la discusión interdisciplinaria de los factores del medio físico, biológico y socioeconómico. El listado de actividades de cada etapa del proyecto, quedo agrupado en los siguientes rubros:

- Preparación del sitio,
- Construcción,
- Operación,
- Mantenimiento y
- Abandono.

Los factores ambientales listados son:

- Clima
- Geomorfología
- Suelo
- Hidrología
- Vegetación
- Fauna

- Geología
- Hábitat y Paisaje
- Factores Sociales y Económicos

Una vez obtenidas estas listas se procede a realizar el análisis de las interacciones, para lo cual se construye una matriz, en la cual los atributos ambientales se colocan en el eje vertical y las diferentes etapas del proyecto en columnas de manera horizontal. Para realizar una identificación completa de las posibles interacciones se procederá a la construcción de matrices, que son:

- **Matriz de identificación.** En esta matriz se identifican las interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios ambientales. Posteriormente se realiza una breve descripción de la afectación de los impactos evaluados y las consecuencias que podría tener a largo plazo. Después de la matriz de cribado y una vez identificadas las interacciones posibles, que representa una afectación al medio natural, se proceden a eliminar los atributos ambientales y actividades de la obra que no presenten interacción.
- **Matriz de criterios ponderados.** Una vez identificados los impactos ambientales, se elabora la matriz de evaluación de criterios ponderados, donde se califica el grado de afectación de las distintas actividades sobre cada atributo ambiental basándose en criterios que se acuerdan entre los especialistas participantes.

ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN.

Con la finalidad de realizar un análisis técnico respecto al incremento de la pérdida de conectividad de los ecosistemas del Sistema Ambiental Local y la disminución de hábitats para la fauna causados por el proyecto, se realiza un análisis de fragmentación del paisaje; existen muchas medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido desarrollada recientemente y ampliamente aplicada como un indicador para monitoreo ambiental en varios países, como Suiza y Alemania, es el método del tamaño efectivo de la malla. Se eligió el tamaño efectivo de la malla como medida de fragmentación porque este método agrega la información de fragmentación del paisaje en un valor único que puede ser fácilmente obtenido e interpretado, y, adicionalmente, tiene otras varias ventajas:

- Toma en cuenta todos los fragmentos restantes en la "red" de infraestructura de transporte, zonas urbanas, etc.
- Es conveniente para comparar la fragmentación de regiones con diferentes áreas totales y con diferentes proporciones ocupadas.
- Su confiabilidad ha sido confirmada y fundamentada en nueve criterios de confiabilidad mediante una comparación sistemática con otras medidas cuantitativas (Jaeger, 2000, 2002).
- Puede ser ampliada para incluir la permeabilidad de la infraestructura de transportación para animales o humanos para moverse en el paisaje (es decir, el efecto de filtro; Jaeger, 2002).

Primero se ejecuta un estudio previo a la introducción del trazo del proyecto y otro análisis con el proyecto una vez inmerso en el Sistema Ambiental Regional con la finalidad de conocer la perdida de conectividad y el nivel de fragmentación obtenido una vez ingresado el proyecto; las siguientes medidas de fragmentación fueron las utilizadas para realizar dicho análisis (Jaeger, 2000):

(1) *Grado de coherencia (C).* Se define como la habilidad de dos animales de la misma especie -colocadas al azar en una zona- de encontrarse entre sí:

$$C = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{A_i}{At}\right)^2.$$

Donde:

n = número de parches;

A_i = tamaño de los *n* parches (i = 1,…, *n*);
A_t = área total de la región.

Alternativamente, *C* se puede entender como la probabilidad de que dos animales, los cuales han sido capaces de moverse a lo largo de toda la región antes de que los procesos de fragmentación tomaran lugar, se encuentren en la misma área parcial cuando la malla de las líneas y áreas de disección se colocan sobre la región.

(2) *Grado de división del paisaje (D)*: Se define como la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada, la fórmula para dicho grado se muestra a continuación:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{A_i}{A_t}\right)^2$$

(3) *Índice de división (S):* El índice de división (*S*) se define como el número de parches que uno obtiene cuando divide la región total en partes de igual tamaño de tal manera que esta nueva configuración Φ´ conduce al mismo grado de división del paisaje (*D*) como el obtenido para Φ. Un cálculo simple resulta en:

$$S = \frac{A_t^2}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2}.$$

Si todos los parches de un área de distribución Φ tuvieran el mismo tamaño, entonces Φ = Φ´y *S* = *n*. *S* puede interpretarse como el "número efectivo de la malla" de una malla Φ´ con un tamaño de malla constante dividiendo la región en *S* parches los cuales todos tendrán el tamaño A_t/S.

(4) *Tamaño efectivo de la malla m (MSIZ):* Denota el tamaño de las áreas cuando la región bajo investigación se divide en *S* áreas (cada una con el mismo tamaño A_t/S) con el mismo grado de división del paisaje como para Φ:

$$m = \frac{A_t}{S} = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^{n} A_i^2.$$

(5) *Índice de densidad (S):* Cuando un paisaje se caracteriza por el índice de división (*S*) entonces el número de "mallas" per-unidad de área está dado por la densidad de división:

$$s = \frac{S}{A_t} = \frac{A_t}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} = \frac{1}{m}.$$

(6) *Producto neto (N):* Se define como el producto del tamaño efectivo de la malla, m, y el área total de la región:

$$N = m \cdot A_t = \sum_{i=1}^{n} A_i^2.$$

Esta cantidad es la contraparte extensiva del tamaño efectivo de la malla (*m*).

AFECTACIÓN SOBRE UNIDADES DE PAISAJE.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad genera y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo con una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines

de establecer una demarcación, en este caso el Sistema Ambiental Local, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:7,500 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, habrán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta, en una siguiente etapa, la valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio, basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer el análisis espacial para aplicar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

V.1.3.1. Criterios.

El análisis de los impactos ambientales para el presente proyecto se basa en criterios que se acuerdan entre los especialistas participantes, basados en los siguientes diez criterios, incluyendo el criterio de Naturaleza, esto es si el impacto es Negativo o Positivo, los cuales se detallan en la siguiente tipificación de los impactos ambientales a considerar dentro de las matrices de ponderación del proyecto:

- **Naturaleza.** Carácter de beneficioso o perjudicial Signo “+” o “-”. Se utiliza el signo "-" para identificar un impacto perjudicial (negativo) y el signo "+", o la ausencia de signo para la identificación de un impacto benéfico (positivo). Impacto positivo (+) es aquél admitido como tal por el evaluador, en el contexto de un análisis completo de las afectaciones y beneficios generados y de los aspectos externos de la actuación contemplada. Impacto negativo (-) es aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y funcionalidad de una zona determinada.
- **Intensidad.** Este término se refiere al grado de incidencia de la acción o actividad sobre el factor ambiental, en el ámbito específico de actuación. La escala de valores es entre 0 y 2, en el que 2 expresará una destrucción total del factor en el área en que se produce el efecto y el 1 una afectación media y 0 una afectación mínima.
- **Extensión.** Es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto al entorno, donde se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, el impacto tiene un carácter Puntual 0. Si el efecto no tiene una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el valor es 2, considerando las situaciones intermedias, como impacto parcial y extenso 1. En el caso de que el efecto sea puntual pero se produzca en un lugar crítico (como la descarga de aguas residuales y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o cerca de un centro urbano, etc.) se le atribuirá un valor máximo por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas de mitigación, se recomienda buscar otra alternativa al proyecto, anulando este impacto.

- **Momento.** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato y si es inferior a un año, corto plazo, asignando un valor 0; si el periodo transcurrido va de 1 a 5 años, el momento se considera de mediano plazo con un valor 1 y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, se considera de largo plazo, asignándosele un valor de 2.
- **Persistencia.** Es el tiempo de permanencia del efecto desde su aparición y a partir del cual el efecto retornaría a sus condiciones originales por medios naturales, o mediante la acción de medidas de mitigación. Si la permanece durante menos de un año, se considera un efecto fugaz, tiene un valor 0. Si dura entre 1 y 10 años se considera temporal 1 y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera permanente, con valor de 2. La persistencia es independiente de la reversibilidad.
- **Reversibilidad.** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción o recomposición del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales una vez que la acción ha dejado de actuar. Si esto sucede a corto plazo, se le asigna un valor de 0. Los intervalos de tiempo comprendidos si es reversible entre 1 y 10 años se le asignan el valor de 1 y si el efecto tarda en regresar a sus condiciones naturales con una duración superior a los 10 años o no regresa a sus condiciones originales, se considera el efecto como irreversible, teniendo un valor de 2.
- **Recuperabilidad. -** Es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introduciendo medidas correctivas o de mitigación) y por lo tanto siempre tendrá una naturaleza benéfica. Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor 0 según sea de corto o mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, tomando un valor de 1. Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la acción humana) se le asigna un valor 2. En el caso de ser irrecuperable, pero con posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor asignado será 2.
- **Sinergia. -** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos o impactos singulares o aislados. 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. Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el valor es 0. Si presenta un sinergismo moderado se le asigna un valor de 1 y si es altamente sinérgico un valor de 2. En casos de debilitamiento del atributo ambiental, la valoración del efecto tiene valores negativos, incrementando la importancia del impacto.
- **Acumulación. -** Bajo este criterio se evalúa al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de manera continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como 0, Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a 2, un efecto acumulativo incipiente o que existe una cierta posibilidad de ocurrencia tendrá un valor de 1.
- **Efecto. -** Se refiere a la relación causa-efecto, o sea, la forma de manifestación del efecto sobre un factor a consecuencia de la acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la acción es una consecuencia directa. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario y tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando como una acción de segundo orden. El término toma un valor de 0 cuando el efecto sea secundario y un valor 2 cuando sea directo.
- **Periodicidad. -** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto ya sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor 2, a los periódicos 1 y a los impactos de aparición irregular o intermitente y los que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia como discontinuos, se les asigna un valor de 0.
- **Importancia del impacto. -** El valor de la importancia del impacto (I) se obtiene a partir de la relación aritmética de los diferentes atributos considerados anteriormente y con la siguiente expresión matemática:

I = + / - (IN+EX+MO+PE+RV+MC+SI+AC+EF+PR)

Tabla V. 10. Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales.

TIPO DE IMPACTO	CATEGORÍA	PONDERACIÓN
NATURALEZA	Positivo "+" (Benéfico)	**+**
	Negativo "-" (Perjudicial)	**-**
INTENSIDAD (IN)	Baja	**0**
	Media	**1**
	Alta	**2**
EXTENSIÓN (EX)	Puntual O Parcial	**0**
	Extenso	**1**
	Regional O Crítico	**2**
MOMENTO (MO)	Corto Plazo O Inmediato	**0**
	Mediano Plazo	**1**
	Largo Plazo O Critico	**2**
PERSISTENCIA (PE)	Fugaz	**0**
	Temporal	**1**
	Permanente	**2**
REVERSIBILIDAD (RV)	Corto Plazo	**0**
	Mediano Plazo	**1**
	Irreversible	**2**
RECUPERABILIDAD (MC)	Recuperable De Manera Inmediata	**0**
	Recuperable A Mediano Plazo O Mitigable	**1**
	Irrecuperable	**2**
SINERGIA(SI)	Sin Sinergismo (Simple)	**0**
	Sinérgico	**1**
	MUY SINÉRGICO	**2**
ACUMULACIÓN (AC)	SIMPLE	**0**
	ACUMULATIVO	**2**
EFECTO (EF)	INDIRECTO (SECUNDARIO)	**0**
	DIRECTO	**2**
PERIODICIDAD (PR)	IRREGULAR O APERIÓDICO Y DISCONTINUO	**0**
	PERIÓDICO	**1**
	CONTINUO	**2**

Fuente: BIOTA, 2021.

Una vez calificados todos los impactos identificados, se suman los valores obtenidos en los diez rubros para cada atributo ambiental, obteniendo un valor total para cada uno. Con los valores obtenidos, se colocan los resultados de la categorización realizada en cada actividad del proyecto. Posteriormente se procede a realizar la jerarquización de los impactos ambientales y la descripción de los impactos identificados, incluyendo la recomendación de cómo se puede cuantificar y atenuar el efecto sobre el factor ambiental analizado.

V.1.3.2. Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.

A fin de identificar adecuadamente las medidas para minimizar, restaurar o compensar los impactos negativos, se aplicaron diferentes metodologías especializadas en la evaluación e identificación de impactos ambientales, dichas metodologías fueron: lista de chequeo simple y lista de chequeo compuesta (integradas con una técnica Delphi y Ad hoc con un grupo de expertos), posteriormente se aplica la matriz de interacción de impactos (Tipo Leopold Modificada) además de una matriz de ponderación de los impactos identificados utilizando los 10 diferentes criterios señalados anteriormente; una vez identificados y ponderados los impactos ambientales se procede a identificar y describir las medidas de mitigación.

Lista de Verificación o Check List.

La aplicación de la Lista de Verificación, es la primera técnica para identificar las actividades del proyecto, así como sus factores y atributos ambientales comprendidos en el área de estudio. Su análisis se desarrolla en cinco fases: Preparación, Construcción, Operación, Mantenimiento y Abandono; de acuerdo con el grupo multidisciplinario evaluador se elaboró una primera lista simple de chequeo para cada proyecto; también se desarrolla la identificación de los factores, atributos e indicadores involucrados. A continuación se presentan las primeras listados de las actividades por cada etapa del proyecto, posteriormente el Check List compuesto que consiste únicamente en listar las acciones y factores ambientales sin discutirlos, el grupo multidisciplinario de evaluación de impactos ambientales elaboró esta lista de chequeo sobre la base de una lluvia de ideas denominada técnica Delphi, soportada bajo la amplia experiencia del grupo evaluador; posteriormente se aplica simultáneamente la técnica "Ad hoc", y su ponderación, con dicha metodología se obtuvieron las tablas de identificación de impactos. Las fuentes de cambio provocadas de la obra y que afectan al Ambiental se muestran en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos de las modificaciones del ambiente, a partir de las acciones de la integración de proyecto, con la secuencia de impactos analizados. Las actividades del proyecto, se indican en la siguiente relación, y posteriormente se hace el listado de chequeo y el análisis respectivo del factor en el cual inciden los impactos ambientales producidos.

Tabla V. 11. Actividades para el proyecto.

	ACTIVIDAD.
PREPARACIÓN DEL SITIO.	1. Gestión de permisos y licencias.
	2. Desmonte.
	3. Despalme.
	4. Limpieza de terreno.
	5. Movimiento de tierras.
	6. Mejoramiento del Terreno incluye Rellenos para dar niveles de piso.
	7. Nivelación y Compactación.
	8. Transporte de Materiales y Equipo.
	9. Operación de maquinaria pesada y equipo.
	10. Instalación de Infraestructura de apoyo.
CONSTRUCCIÓN (OBRAS PRINCIPALES).	11. Operación de maquinaria pesada y equipo.
	12. Transporte de Materiales y Equipo.
	13. Excavaciones.
	14. Cimentación.
	15. Rellenos (excavaciones y cimentaciones).
	16. Edificación, acabados y detalles.
	17. Infraestructura (Zonas de Despacho, Zona de Rodamiento, Local Comercial, Tienda de Conveniencia, Estacionamiento, Etc.)
	18. Áreas verdes.
	19. Colocación de Tanques de Almacenamiento.
	20. Colocación de Maquinaria y Equipo para el proceso.
	21. Fosa Séptica.
	22. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo.
OPERACIÓN.	23. Descarga y Carga de Combustible.
	24. Comercialización de Combustible.
	25. Retiro de dinero.
	26. Tránsito vehicular.
	27. Venta de productos en el Local Comercial y Tienda de Conveniencia.
	28. Administración de la Estación de Servicio.
MANTENIMIENTO.	29. Limpieza general.
	30. Tanque, Equipo y Bombas de Servicios.
	31. Señalización.
	32. Áreas Verdes.
	33. Instalación Eléctrica.
	34. Instalación Hidráulica y Sanitaria.
	35. Equipo de combate contra incendios.
	36. Transporte de materiales y equipo.
	37. Retiro de Residuos Peligrosos.
	38. Fose Séptica.
	39. Pruebas de Hermeticidad.

ABANDONO.	40. Desmantelamiento de infraestructura.
	41. Operación de maquinaria pesada y equipo.
	42. Cierre de actividades.
	43. Transporte de materiales y equipo.

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla V. 12. Listado de cotejo para el proyecto.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Desmonte y Despalme	Uso de Suelo.	Se realizará un cambio de uso de suelo pasando de una zona forestal a una de servicios.
	Suelo.	Erosión y movimiento de materiales.
		Remoción de la capa de suelo superficial.
	Flora	Eliminación de elementos arbóreos
	Fauna	Desplazamientos de individuos
	Aire.	Contaminación del aire por partículas suspendidas.
	Paisaje.	Alteración de la composición paisajística del sitio.
	Calidad de vida.	Generación de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Excavación para fosas trincheras y líneas de conducción y drenaje.	Suelo.	Pérdida total de las características del suelo en sitios de excavación.
	Uso de Suelo.	Se realizará un cambio de uso de suelo pasando de una zona forestal a una de servicios.
	Aire.	Contaminación del aire por partículas suspendidas.
	Paisaje.	Alteración en la continuidad de la sucesión ecológica.
	Calidad de vida.	Generación de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Nivelación y rellenos.	Calidad de aire.	Contaminación del aire con partículas minerales, a partir del movimiento de tierras.
		Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna por el movimiento de vehículos.
	Seguridad laboral.	Riesgo de accidentes, por uso de equipo pesado.
	Calidad de vida.	Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
		Generación de diferentes empleos para la población trabajadora.
Movimiento de materiales.	Aire.	Generación de Polvos.
	Suelo.	Alteración al tipo de suelo producto del cambio de sus propiedades físicas, incrementando la escorrentía superficial y la erodabilidad.
	Fauna.	Desplazamiento de avifauna por el ruido local y presencia humana.
	Calidad de Vida.	Generación de empleos, de mano de obra local no calificada.
	Acústica.	Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
Construcción de infraestructura.	Paisaje.	Modificación del paisaje al incorporar nueva infraestructura.
	Calidad de aire.	Contaminación del aire por actividades humanas.
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión de los motores de vehículos.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento del consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Agua.	Demanda temporal de agua para la construcción.
Manejo y disposición de residuos de obra.	Suelo.	Contaminación por residuos de obra y restos de materiales de construcción, que han de requerir un manejo y un sitio de disposición final.
	Fauna.	Generación de fauna nociva, que competirá con la fauna local.
	Paisaje.	Modificación del paisaje al incorporar nueva infraestructura.
	Calidad de aire.	Contaminación del aire por los motores de vehículos.
		Generación de ruido por los camiones de transporte.
		Presencia de partículas suspendidas por el acarreo de materiales.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales, como servicio los transportes de carga.
Presencia de vehículos de tipo público y privado.	Suelo.	Erosión superficial.
		Generación de residuos.
	Calidad de aire	Contaminación del aire por los motores de vehículos.
	Paisaje.	Modificación constante del paisaje.
	Calidad de vida.	Generación permanente de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Mantenimiento de infraestructura.	Suelo.	Generación de residuos.
	Calidad del agua.	Generación de contaminantes al agua.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Limpieza de trampas de grasas y aceite.	Suelo.	Gestión de residuos especiales y disposición final.
	Calidad de vida.	Generación permanente de empleos.

Fuente: BIOTA, 2021.

En el presente estudio se adoptan, a partir de la discusión del Listado de Chequeo, los siguientes factores del medio natural y socioeconómico para conformar las matrices de identificación o de interacción, de impactos, así como su evaluación:

Tabla V. 13. Factores y atributos del medio físico, biótico y socioeconómico, para la construcción de la matriz de interacción.

MEDIO NATURAL.	Abiótico.	Geología.	1. Materiales geológicos.
			2. Estabilidad.
		Geomorfología.	3. Relieve.
			4. Denudación.
			5. Movimientos de material.
		Suelo.	6. Horizontes.
			7. Erodabilidad del suelo.
			8. Contaminación.
		Agua Superficial.	9. Demanda.
			10. Aguas residuales.
		Agua Subterránea.	11. Recarga de acuíferos.
			12. Calidad del agua subterránea.
		Aire.	13. Polvos.
			14. Gases.
			15. Ruido.
			16. Olores desagradables.
			17. Partículas viables.
	Biótico.	Vegetación.	18. Comunidades vegetales.
			19. Hábitat.
		Fauna.	20. Comunidades faunísticas.
			21. Hábitat.
		Paisaje.	22. Estética.
MEDIO SOCIAL.	Social.	Uso del suelo.	23. Uso potencial del suelo.
			24. Uso actual del suelo.
		Elementos Urbanos.	25. Vialidad y transporte.
		Salud y Seguridad social.	26. Riesgo de accidentes.
			27. Salud de la población.
			28. Calidad de vida.
	Económico.	Directo.	29. Generación de empleo.
			30. Consumo de bienes y servicios locales.
			31. Recaudación fiscal.
		Indirecto.	32. Desarrollo industrial y comercial.

Fuente: BIOTA, 2021.

El proyecto se ubica en una zona con un uso de suelo habitacional y de servicios, el cual ha sufrido impactos considerables y tienda hacia una urbanización total en la zona, y por ende un cambio total en su paisaje hasta convertirlo en una zona urbana al 100%, otro factor importante para la instalación del proyecto es el de abastecer de combustible a los usuarios de la vialidad donde encuentra y que la utilizan para llegar a diferentes punto del Municipio y de las zonas conurbadas, es importante señalar que derivado de la presión que las actividades antropogénicas ejercen en la zona, el impacto ambiental es considerado como alto en toda la zona, trayendo como consecuencia la polución de la zona por uso habitación que se presenta. Lo anterior ha traído en consecuencia la disminución y pérdida de la cubierta vegetal y la nula presencia de fauna silvestre. Estas áreas en la actualidad presentan vegetación característica de suelos urbanos, que están sujetas a procesos antrópicos con la integración de servicios.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

La matriz de identificación de impactos permite identificar las interacciones que tendrá una actividad con cada uno de los elementos del ambiente, identificando si puede o no generar un impacto; cada una de estas interacciones constituye la primera hipó tesis de las posibilidades de impacto ambiental:

Tabla V. 14. Total, de Interacciones en el proyecto.

TOTAL, DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO	TOTAL, DE ATRIBUTOS AMBIENTALES	TOTAL, DE INTERACCIONES
43 actividades	32 elementos	1,376

Fuente: BIOTA, 2021.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

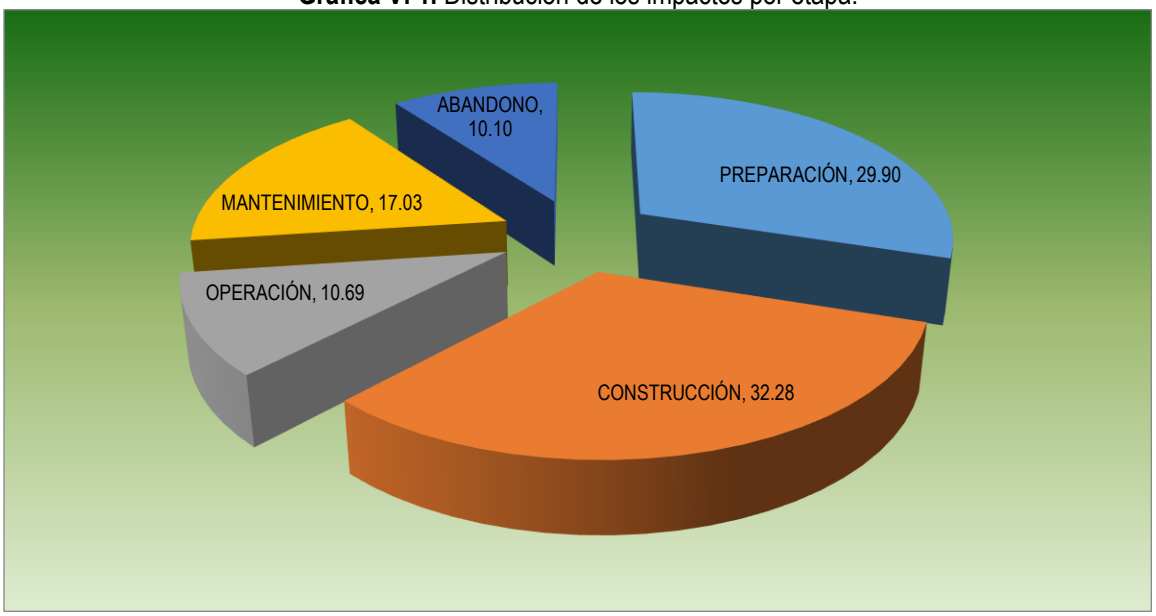
La identificación de los impactos ambientales se hace a partir de la matriz de interacción entre las actividades del proyecto con los elementos de afectación del medio natural y socioeconómico. Se identificaron un total de **505** impactos ambientales o "interacciones", distribuidos de la siguiente forma:

Tabla V. 15. Distribución de los impactos por etapa.

ETAPA	NÚMERO DE IMPACTOS IDENTIFICADOS	PORCENTAJE %
Preparación del sitio	151	29.90
Etapa de Construcción	163	32.28
Etapa de Operación	54	10.69
Etapa de Mantenimiento	86	17.03
Etapa de Abandono	51	10.10
Total	**505**	**100.00**

Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica V. 1. Distribución de los impactos por etapa.



Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla V. 16. Matriz de Identificación.

| MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO. | | | | Preparación del Sitio. | | | | | | | | | | | Construcción. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Operación. | | | | | | | | Mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Con la finalidad de realizar un análisis técnico respecto al incremento de la pérdida de conectividad de los ecosistemas del Sistema Ambiental Local y la disminución de hábitats para la fauna causados por el proyecto "**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO."**, se realiza un análisis de fragmentación del paisaje.

La fragmentación del paisaje es el resultado de transformar grandes parches de hábitats en otros más pequeños y más aislados fragmentos de hábitat. Este proceso es más evidente en regiones urbanizadas o si no de regiones intensivamente usadas, en donde la fragmentación es el producto de la unión de áreas edificadas mediante infraestructuras lineales, tales como caminos y vías férreas. A pesar de muchas mejoras en la legislación para proteger mejor la biodiversidad, reducir la contaminación, y mejorar la calidad del agua, la expansión urbana aún está aumentando y la construcción de nueva infraestructura de transporte continúa a paso veloz. Como consecuencia, la fragmentación de paisajes está creciendo y la red ecológica restante proporciona menor y menor conectividad. La fragmentación causada por la instalación tiene efectos significativos en varios servicios ecosistémicos (cubierta de suelos, clima local, emisiones de gases, hidrología, flora y fauna). Hasta cierta densidad dada, existe una relación positiva entre la densidad de los caminos y el aprovechamiento de servicios específicos, a partir de que la accesibilidad es un prerrequisito para el suministro de servicios. En cuanto a los servicios de regulación y mantenimiento, un número de servicios podrían ser seriamente afectados por el aumento en la fragmentación, tales como el movimiento de las especies, los servicios relacionados con el agua y la prevención de la erosión. Existen muchas medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido presentada más recientemente y que ha sido ampliamente aplicado como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, se trata del método del ***tamaño efectivo de la malla***. Se eligió el *tamaño efectivo de la malla* como medida de fragmentación porque este método agrega la información de fragmentación del paisaje en un valor único que puede ser fácilmente obtenido e interpretado, y, adicionalmente, tiene otras varias ventajas:

- Toma en cuenta *todos* los fragmentos restantes en la "red" de infraestructura de transporte y zonas urbanas.
- Es conveniente comparando la fragmentación de regiones con diferentes áreas totales y con diferentes proporciones ocupadas por viviendas, industria, y estructuras de transporte.
- Su confiabilidad ha sido confirmada en el fundamento de nueve criterios de confiabilidad mediante una comparación sistemática con otras medidas cuantitativas (Jaeger, 2000, 2002).
- Puede ser ampliada para incluir la permeabilidad de la infraestructura de transportación para animales o humanos para moverse en el paisaje (es decir, el efecto de filtro; Jaeger, 2002).

Primero se ejecuta un estudio previo a la introducción del trazo del proyecto y otro análisis con el proyecto una vez inmerso en el Sistema Ambiental Local, esto con la finalidad de conocer la perdida de conectividad y el nivel de fragmentación obtenido una vez ingresado el proyecto, las siguientes medidas de fragmentación fueron las utilizadas para realizar dicho análisis (Jaeger, 2000):

1) Grado de coherencia.
2) Grado de división del paisaje.
3) Índice de división.
4) Tamaño efectivo de la malla.
5) Índice de densidad.
6) Producto neto.

(1) *Grado de coherencia C* .

El grado de coherencia se define como la habilidad de dos animales de la misma especie -colocadas al azar en una zona- de encontrarse entre sí:

$$C = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{A_i}{At}\right)^2.$$

Con *n* = número de parches; A_i = tamaño de los *n* parches (i = 1,…, *n*); A_t = área total de la región.
Alternativamente, *C* se puede entender como la probabilidad de que dos animales, los cuales han sido capaces de moverse a lo largo de toda la región antes de que los procesos de fragmentación tomaran lugar, se encuentren en la misma área parcial cuando la malla de las líneas y áreas de disección se colocan sobre la región.

(2) *Grado de división del paisaje D* .
El grado de división del paisaje (*D*) se define como la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada, la fórmula para dicho grado se muestra a continuación:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{A_i}{A_t}\right)^2$$

(3) *Índice de división S.*
El índice de división (*S*) se define como el número de parches que uno obtiene cuando divide la región total en partes de igual tamaño de tal manera que esta nueva configuración Φ´ conduce al mismo grado de división del paisaje (*D*) como el obtenido para Φ. Un cálculo simple resulta en:

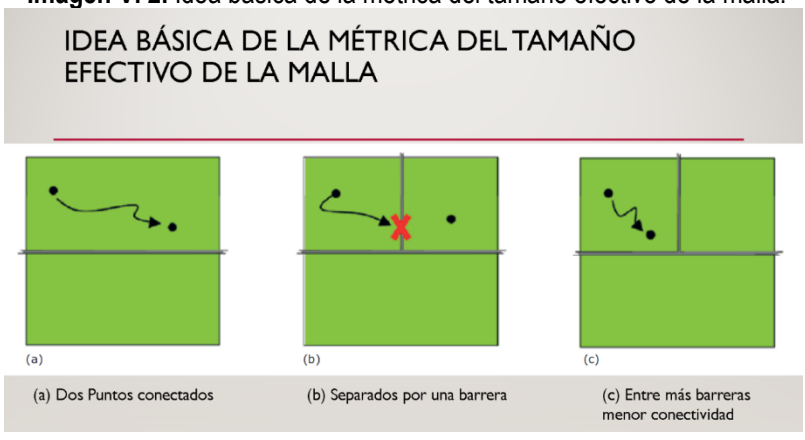
$$S = \frac{A_t^2}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2}.$$

Si todos los parches de un área de distribución Φ tuvieran el mismo tamaño, entonces Φ = Φ´y *S* = *n*. *S* puede interpretarse como el "número efectivo de la malla" de una malla Φ´ con un tamaño de malla constante dividiendo la región en *S* parches los cuales todos tendrán el tamaño A_t/S.

(4) *Tamaño efectivo de la malla m (MSIZ).*
El tamaño efectivo de la malla (*m*) denota el tamaño de las áreas cuando la región bajo investigación se divide en *S* áreas (cada una con el mismo tamaño A_t/S) con el mismo grado de división del paisaje como para Φ:

$$m = \frac{A_t}{S} = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^{n} A_i^2.$$

Imagen V. 2. Idea básica de la métrica del tamaño efectivo de la malla.



(5) *Índice de densidad s.*

Cuando un paisaje se caracteriza por el índice de división (*S*) entonces el número de "mallas" per-unidad de área está dado por la densidad de división:

$$s = \frac{S}{A_t} = \frac{A_t}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} = \frac{1}{m}.$$

(6) *Producto neto N.*

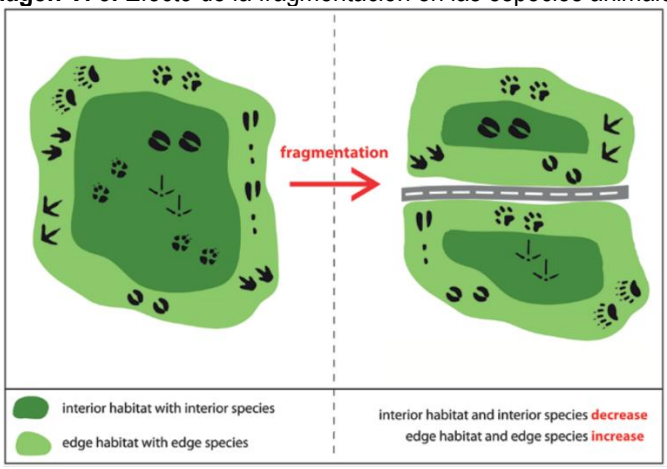
El producto neto (*N*) se define como el producto del tamaño efectivo de la malla, *m*, y el área total de la región:

$$N = m \cdot A_t = \sum_{i=1}^{n} A_i^2.$$

Esta cantidad es la contraparte extensiva del tamaño efectivo de la malla (*m*).

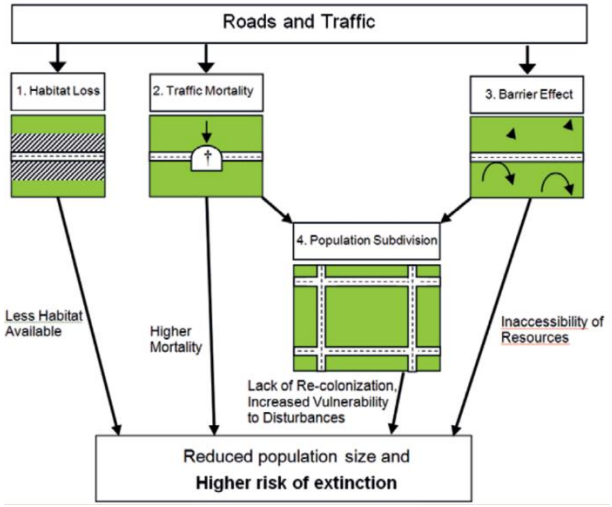
Las tendencias en el cambio en el paisaje amenazan muchas poblaciones de fauna a causa de la conectividad reducida entre los fragmentos de hábitat prevalecientes (Marzluff et al., 2001; Forma et al., 2003). Los parches de hábitat están separados, reducidos en tamaño y cada vez más aislados. Además de la pérdida directa de hábitat a lo largo de las infraestructuras lineales (área ocupada por la infraestructura), una cantidad aún mayor de hábitat central se pierde debido a los efectos de borde (referirse a la siguiente imagen). Los parches de hábitat más pequeños fácilmente pierden especies clave, que contribuyen a la pérdida de biodiversidad en muchos países industrializados.

Imagen V. 3. Efecto de la fragmentación en las especies animales.



Existe un creciente cuerpo de evidencia de los impactos ecológicos negativos de los caminos. Fahriny y Rytwinski (2009) revisaron 79 estudios que proporcionan datos en los efectos a nivel de población (abundancia y densidad) y encontraron que, abrumadoramente, los caminos y el tráfico tienen un efecto negativo en la abundancia animal, con efectos negativos superando en número a los efectos positivos en un factor de uno a cinco. Los cuatro principales efectos de los caminos y el tráfico que afectan las poblaciones de fauna perjudicialmente son que ellos: disminuyen la cantidad y calidad de hábitat; aumentan la mortalidad debido a colisiones con otros vehículos; impiden el acceso a los recursos en el otro lado de la carretera; y subdividen las poblaciones animales en fracciones más pequeñas y vulnerables (referirse a la siguiente imagen).

Imagen V. 4. Impactos de las carreteras y tránsito sobre el tamaño de las poblaciones animales.



Con respecto con el análisis y evaluación del nivel de fragmentación para el presente proyecto, se exhibe lo siguiente: El Sistema Ambiental Local del trazo del proyecto cuenta con una superficie total de 419.76 hectáreas, de las cuales un 71.38% corresponden con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia lo cual es igual a 99.62 hectáreas, en segundo lugar, se ubica el uso de suelo designado como urbano construido con el 28.62% restante, es decir 120.13 hectáreas. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

Tabla V. 17. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

SUPERFICIE SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL = 419.76			
USV SAR SERIE VI INEGI			
CVE_UNION	**DESCRIPCIÓN**	**ÁREA (HECTÁREAS)**	**PORCENTAJE**
AH	URBANO CONSTRUIDO	120.13	28.62%
VSA/SMQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	299.62	71.38%
TOTAL		**419.76**	100.00%

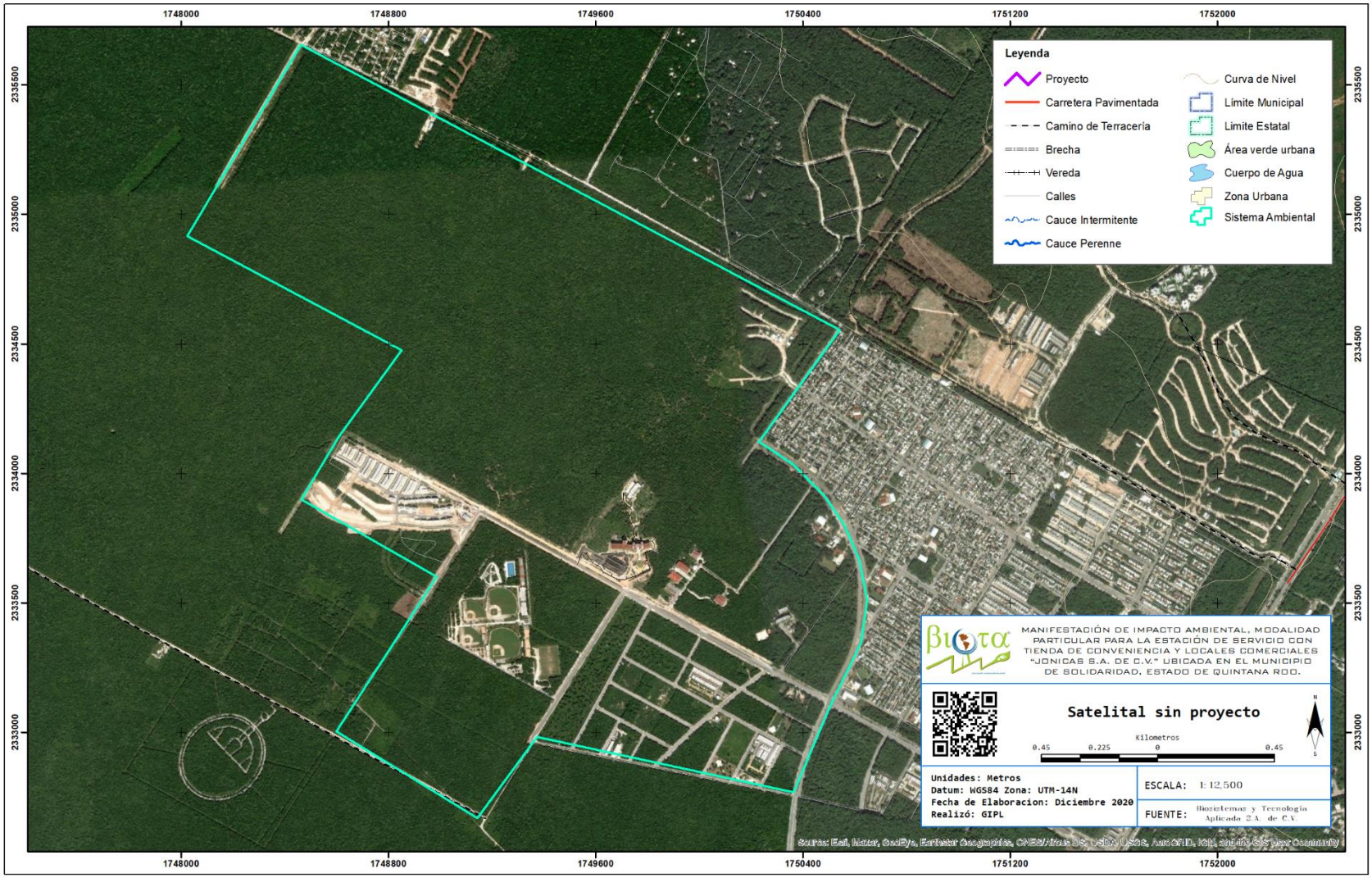
Fuente: BIOTA, 2021.

Para el presente análisis de fragmentación se tomará en cuenta la superficie del Sistema Ambiental Local que ocupan los fragmentos de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia como parte del paisaje tipo selva en el cual el encuentro entre dos animales de la misma especie puede ocurrir. Ahora bien, el paisaje presenta fragmentación antropogénica causada principalmente por los caminos existentes, como son brechas, carreteras de terracería y calles que sirven de conexión entre las comunidades presentes en el SAL, esto es, la zona urbana de Playa del Carmen. En las siguientes imágenes se puede verificar el estado de fragmentación que prevalece en el Sistema Ambiental Local:

Fotografía V. 1. Estado de fragmentación que prevalece en el Sistema Ambienta Local.

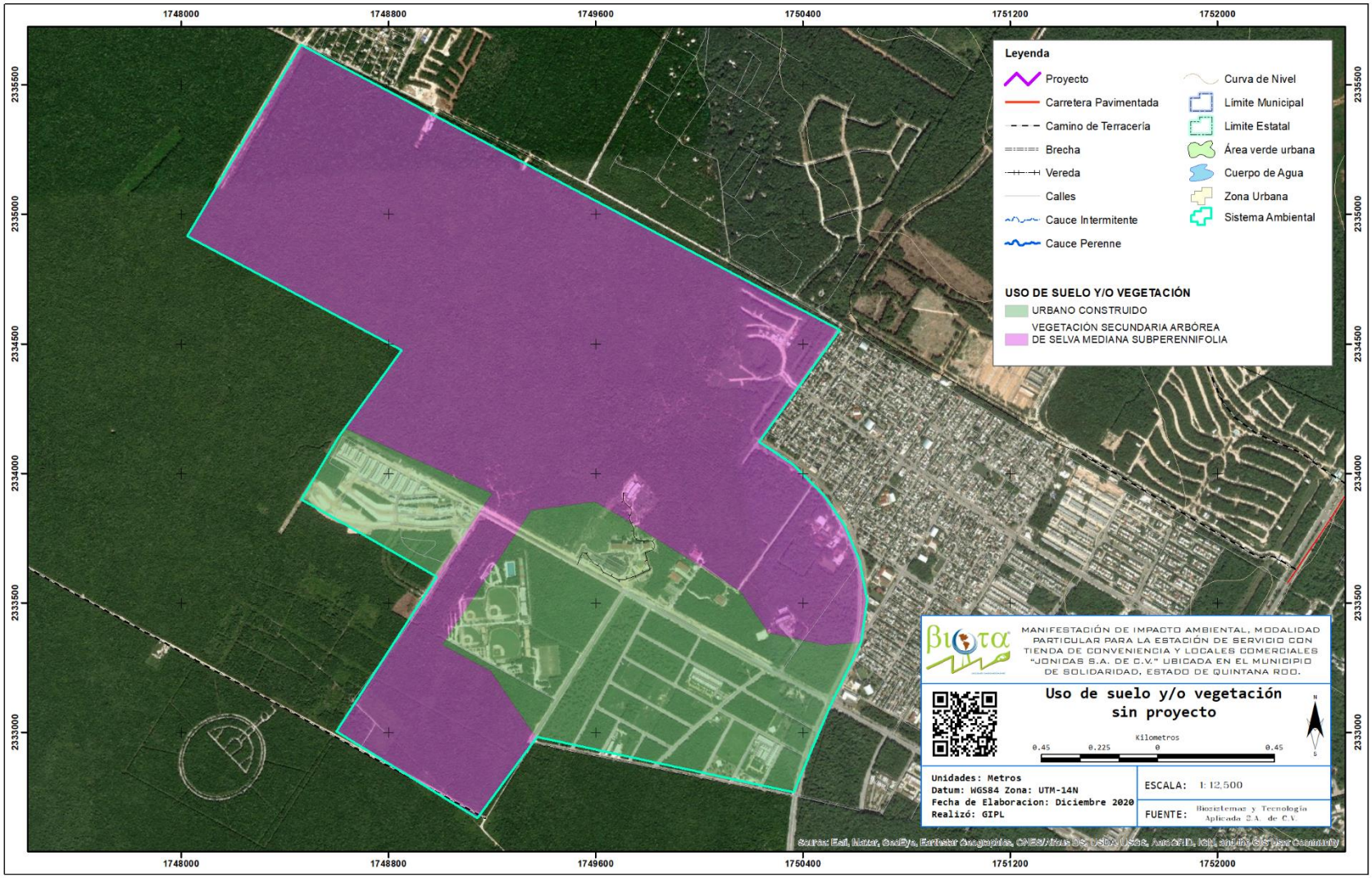
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen V. 5. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación antes del ingreso del trazo del proyecto.



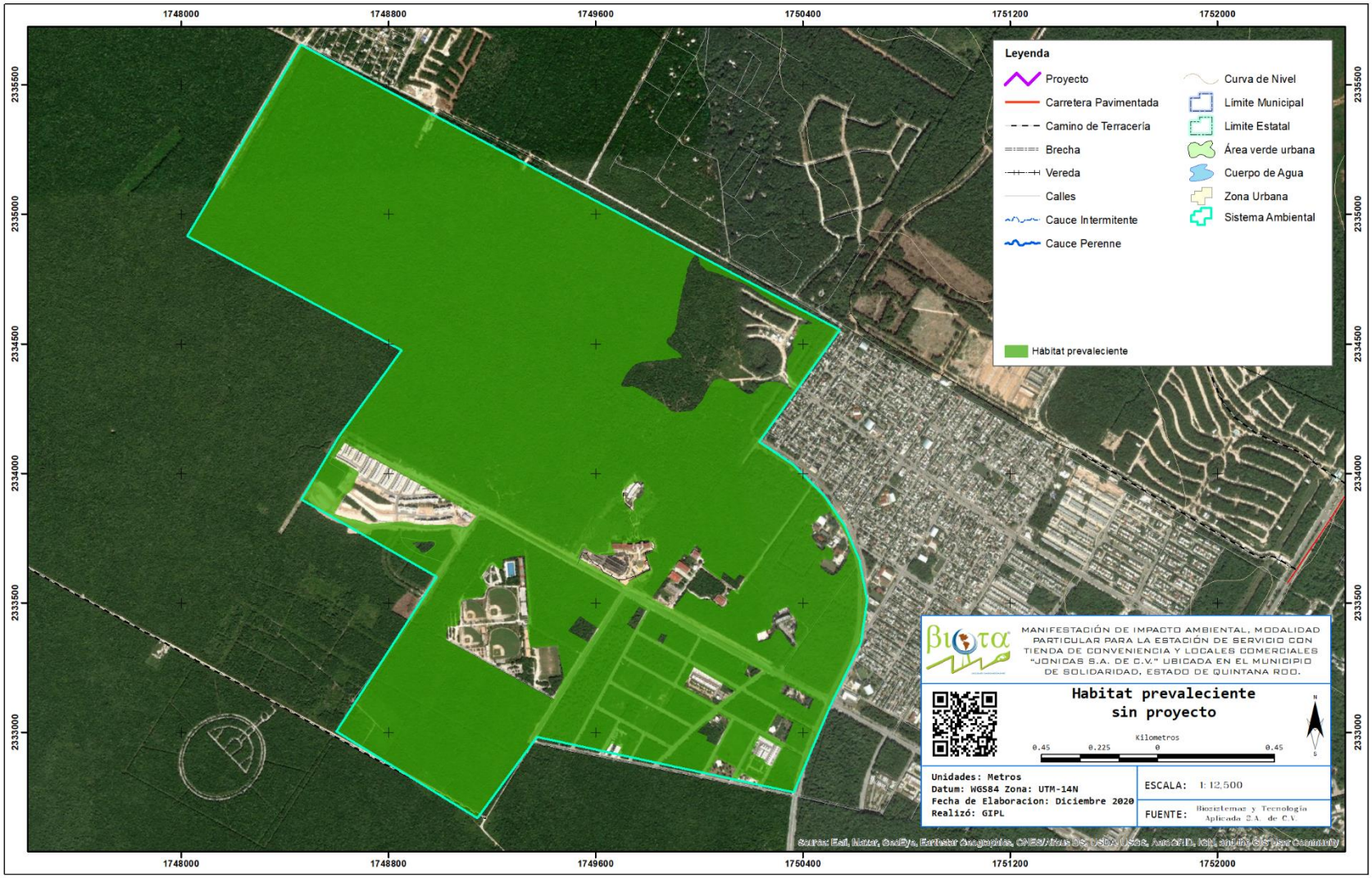
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen V. 6. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación antes del ingreso del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

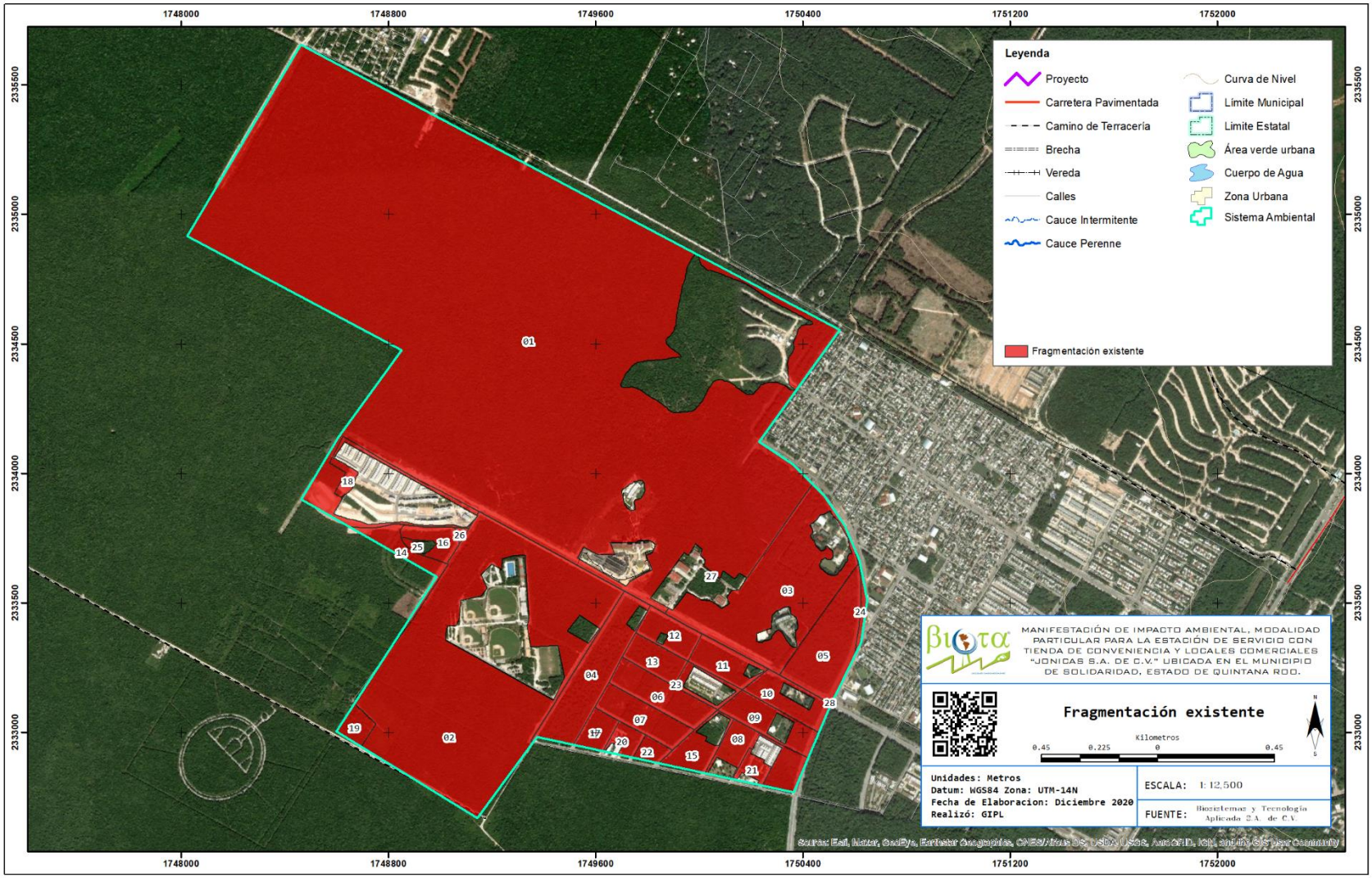
Imagen V. 7. Hábitat prevaleciente antes del ingreso del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Una vez ingresados los elementos que fragmentan el paisaje dentro del Sistema Ambiental Local, se obtienen un total de 29 fragmentos (referirse a la siguiente imagen). Para el presente análisis se escogieron las infraestructuras lineales (brechas y carreteras de terracería), la zona urbana de Playa del Carmen, en cuanto a los elementos de origen antropogénico que han fragmentado el paisaje. Es decir que en nuestro proyecto la vegetación natural de selva mediana subperennifolia en estado secundario complementa el paisaje en el que se pueden encontrar dos animales de la misma especie, esto a sabiendas de que esto es prerrequisito para la persistencia de las poblaciones animales.

Imagen V. 8. Fragmentación existente en el Sistema Ambiental Local antes del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Esto puede interpretarse como la probabilidad de dos animales de la misma especie, colocados en diferentes lugares en algún lugar de la región, de que puedan encontrarse entre sí, sin tener que cruzar una barrera tal como una carretera, área urbana, o un río principal. Por lo tanto, esto indica la habilidad de los animales de moverse libremente en el paisaje sin encontrarse con tales barreras. Si uno de los puntos (o ambos) se encuentra dentro de un elemento del paisaje fragmentado, por ejemplo, un área urbana, éste está separado de todos los demás puntos. Recordemos que esto es una condición previa para la sobrevivencia de una población.

De acuerdo con los datos obtenidos en el cálculo de las diferentes medidas de fragmentación se tiene un grado de coherencia de **45.22%**, es decir que la probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar de la región se encuentren sí dentro de algún fragmento de la vegetación natural es **mediano**, y por consiguiente se presenta un grado de división del paisaje **medio** con el **54.78%**. Por otro lado, el fragmento que presenta mayor probabilidad de que el encuentro entre dos animales de la misma especie ocurra, es el fragmento 01 (superficie = 236.37 hectáreas) con el **42.87%**, mientras que los fragmentos con menor probabilidad son los fragmentos 28 y 29, que presentan probabilidades muy cercanas a cero, en otras palabras, la conectividad en estos dos fragmentos es casi nula. En cuanto al ***tamaño efectivo de la malla*** es igual a **163.23 hectáreas**, lo cual nos sugiere que se presenta una probabilidad **mediana** de que dos puntos escogidos al azar en la zona estén conectados, sin estar separados por barreras tales como caminos, y/o zonas urbanas. Toda vez que el índice de división S (SPLI) nos arrojó lo siguiente el siguiente resultado: **2.21**, lo cual es igual a decir que se deben obtener 2.21 fragmentos si se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (**360.98 has/163.23 has**). En tanto que el número de "mallas" per-unidad de área está dado por la densidad de división de la malla: 0.0061/ha o lo que es más conveniente **6.1 mallas por cada 1000 ha** (lo cual es simplemente una cuestión de cuántas veces el tamaño efectivo de la malla encaja en un área de 1000 ha), mientras que el producto del tamaño efectivo de la malla, *m*, y el área total de la región, es decir el producto neto (N) es igual a **58,922.23 ha^2**.

Todo esto se puede verificar en las siguientes tablas:

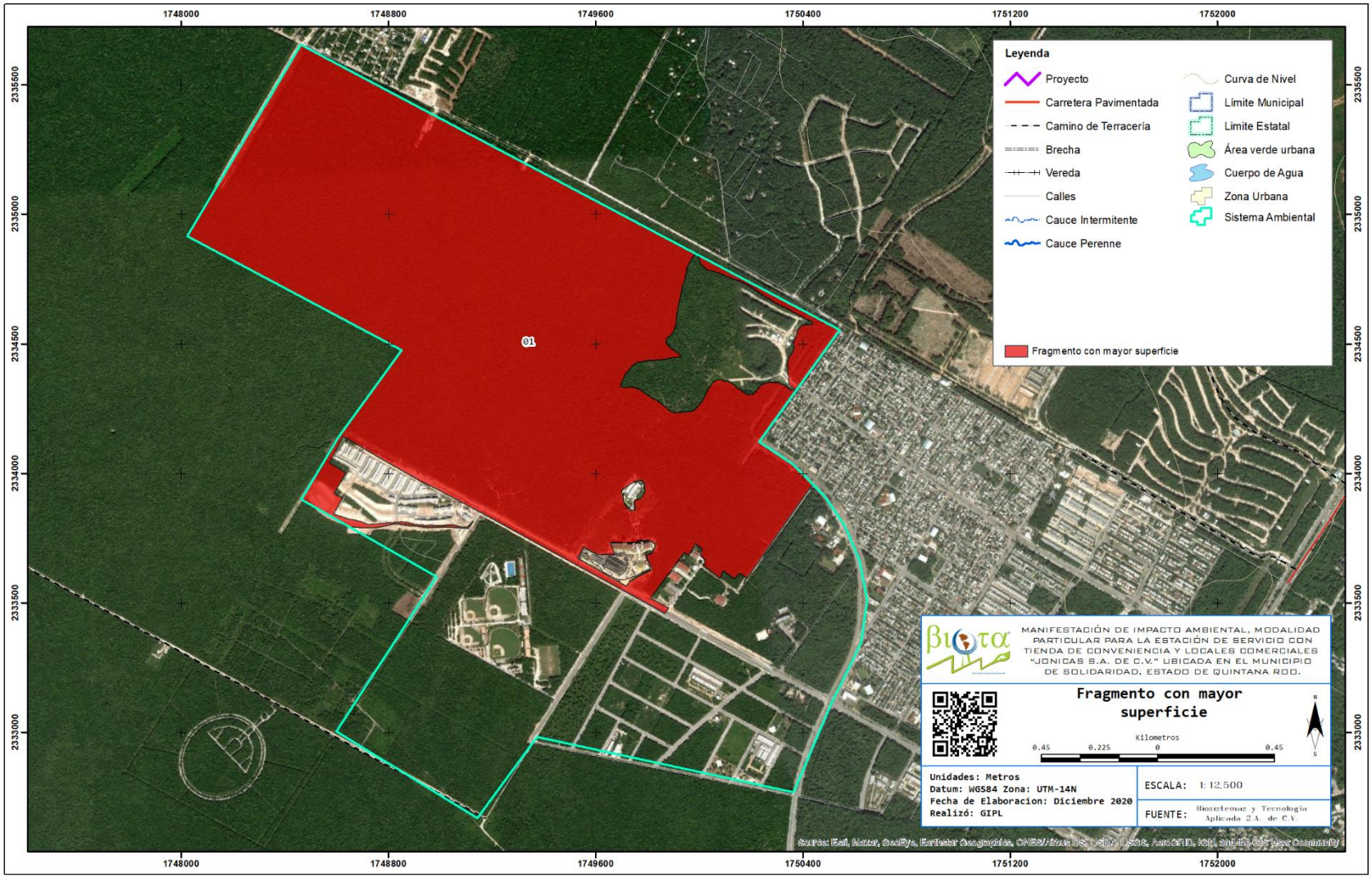
Tabla V. 18. Cálculo de las medidas de fragmentación del hábitat en la vegetación natural antes del proyecto.

FRAGMENTACIÓN EXISTENTE DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL											
Fragmento número	**Área por fragmento (ai) (ha)**	**Área total (at) (ha)**	**(ai/at)²**	**C Grado de coherencia %**	**D Grado de división del paisaje %**	**(ai)²**	**(at)²**	**S Índice de división**	**MSIZ Tamaño efectivo de la malla (ha)**	**s Densidad de división (1/ha)**	**N Producto neto (ha²)**
01	236.373		0.428771909			55,872.31					
02	49.882		0.019095172			2,488.25					
03	18.247		0.002555149			332.96					
04	7.818		0.000469111			61.13					
05	7.655		0.000449717			58.60					
06	4.284		0.000140871			18.36					
07	3.798		0.000110689			14.42					
08	3.650		0.000102251			13.32					
09	3.255		8.13265E-05			10.60					
10	2.989		6.85418E-05			8.93					
11	2.783		5.94434E-05			7.75					
12	2.502		4.80391E-05			6.26					
13	2.365		4.293E-05			5.59					
14	2.310		4.09456E-05			5.34					
15	2.164	360.98	3.59316E-05	45.22%	54.78%	4.68	130,307.76	2.21	163.23	0.0061	58,922.23
16	1.811		2.51712E-05			3.28					
17	1.587		1.93181E-05			2.52					
18	1.511		1.75315E-05			2.28					
19	1.270		1.23832E-05			1.61					
20	1.116		9.55995E-06			1.25					
21	0.960		7.07605E-06			0.92					
22	0.882		5.96972E-06			0.78					
23	0.879		5.93377E-06			0.77					
24	0.503		1.94055E-06			0.25					
25	0.215		3.56032E-07			0.05					
26	0.141		1.5218E-07			0.02					
27	0.022		3.64304E-09			0.00					
28	0.0069		3.62618E-10			0.00					
29	0.000010		7.67414E-16			0.00					

Fuente: BIOTA, 2021.

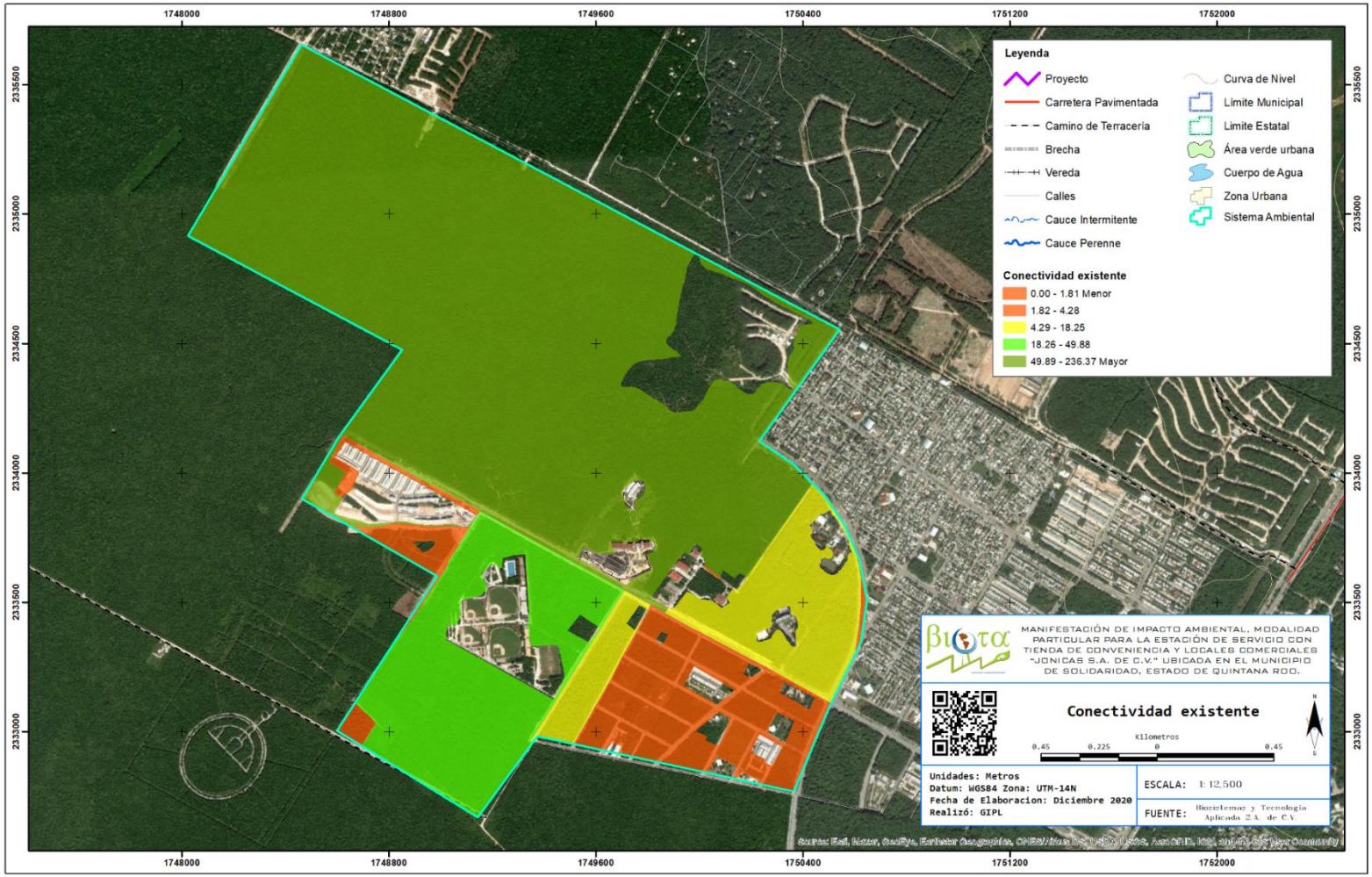
En la siguiente imagen se muestra el fragmento 01 que presenta la mayor superficie (236.37 hectáreas) y con menor fragmentación a causa de barreras antropogénicas o naturales, por lo tanto, presenta la mayor probabilidad de que entre dos animales de la misma especie ocurra en nuestro paisaje, es decir el 42.87% (fragmento 01):

Imagen V. 9. Fragmento con el mayor valor de tamaño efectivo de la malla (*mesh*) antes de ingresar el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

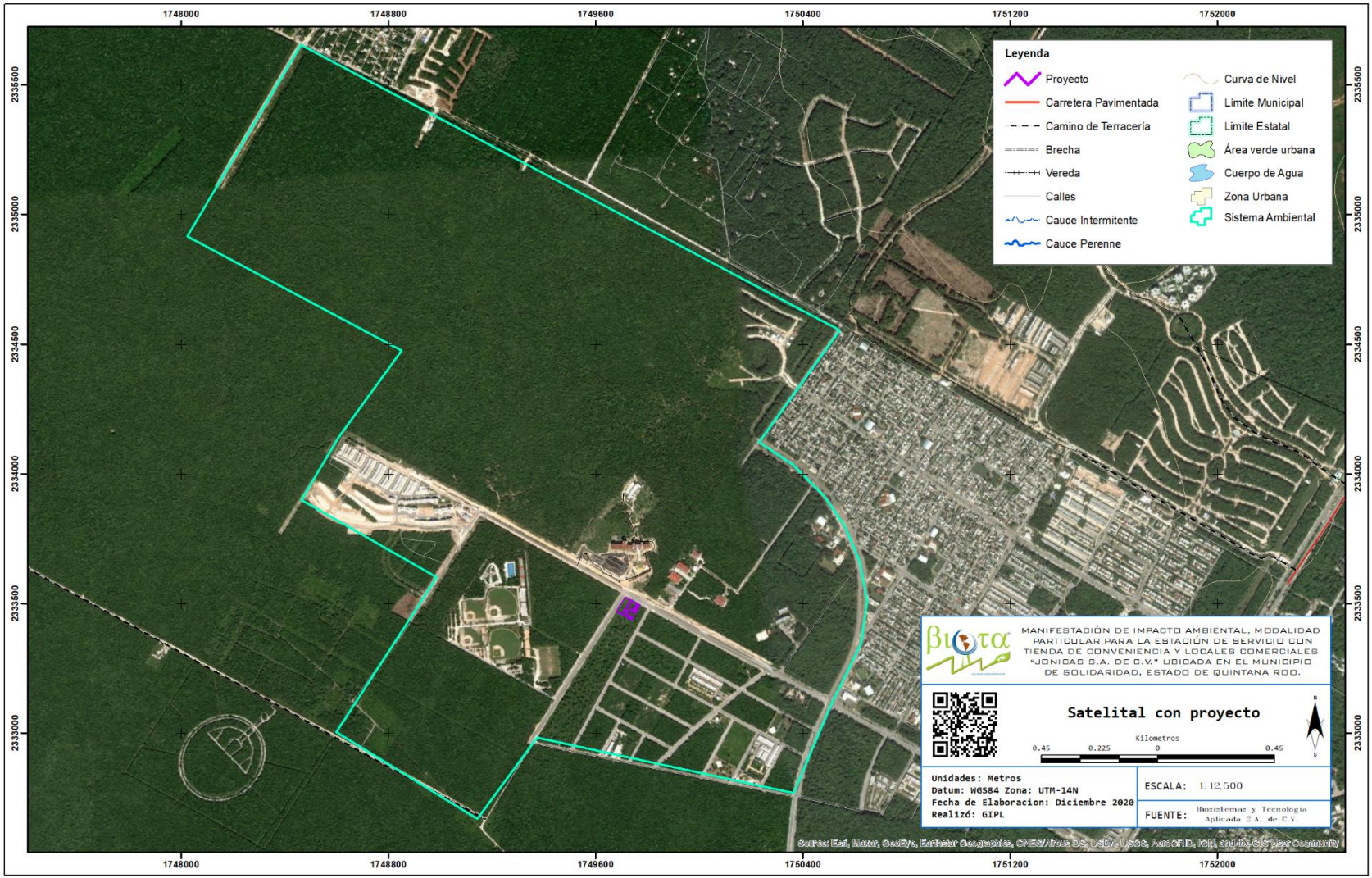
Imagen V. 10. Conectividad existente.



Fuente: BIOTA, 2021.

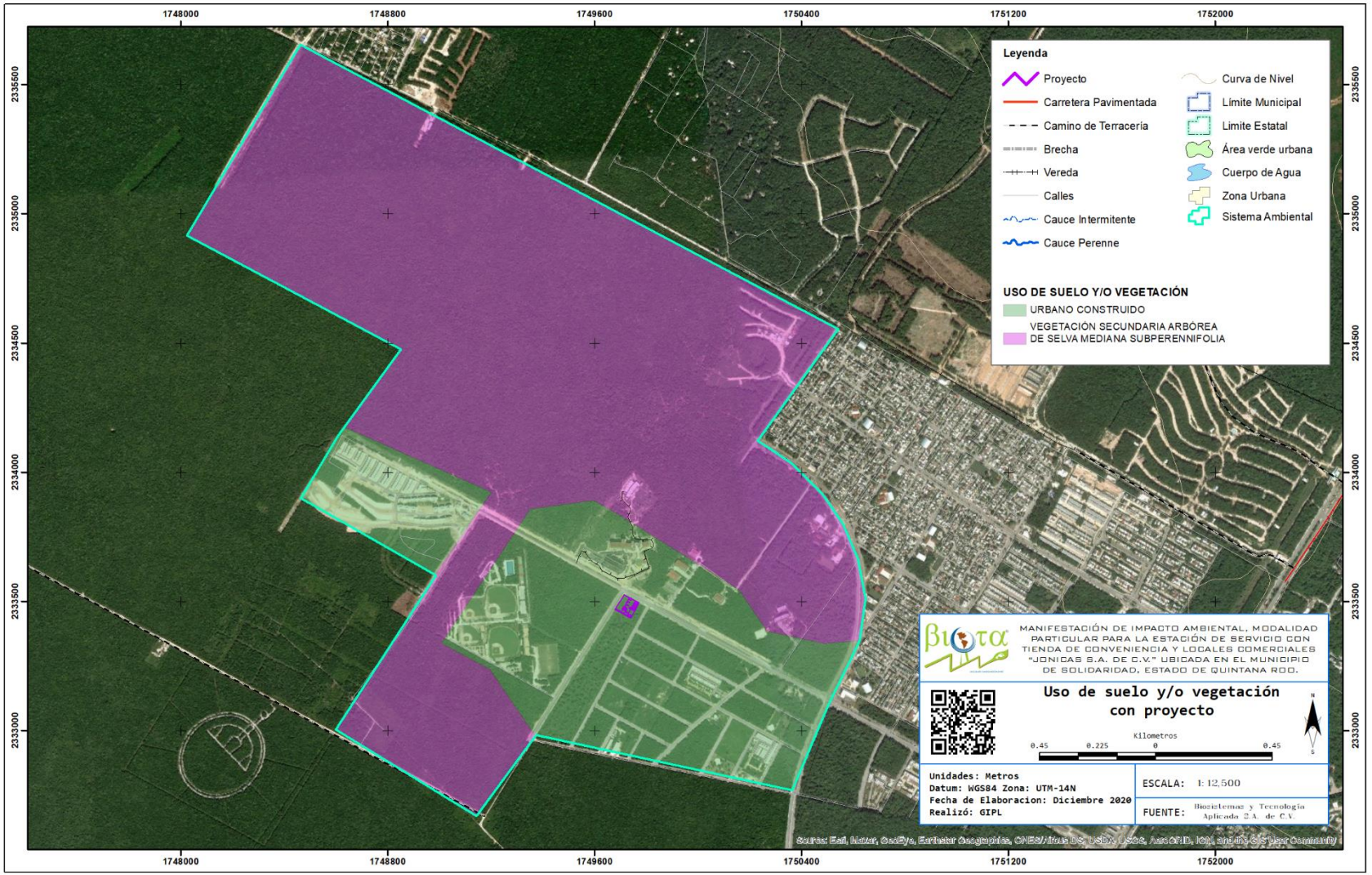
La siguiente figura muestra el trazo del proyecto una vez ingresado dentro del Sistema Ambiental, recordemos que el presente proyecto se trata de la instalación de una Estación de Servicio.

Imagen V. 11. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen V. 12. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.

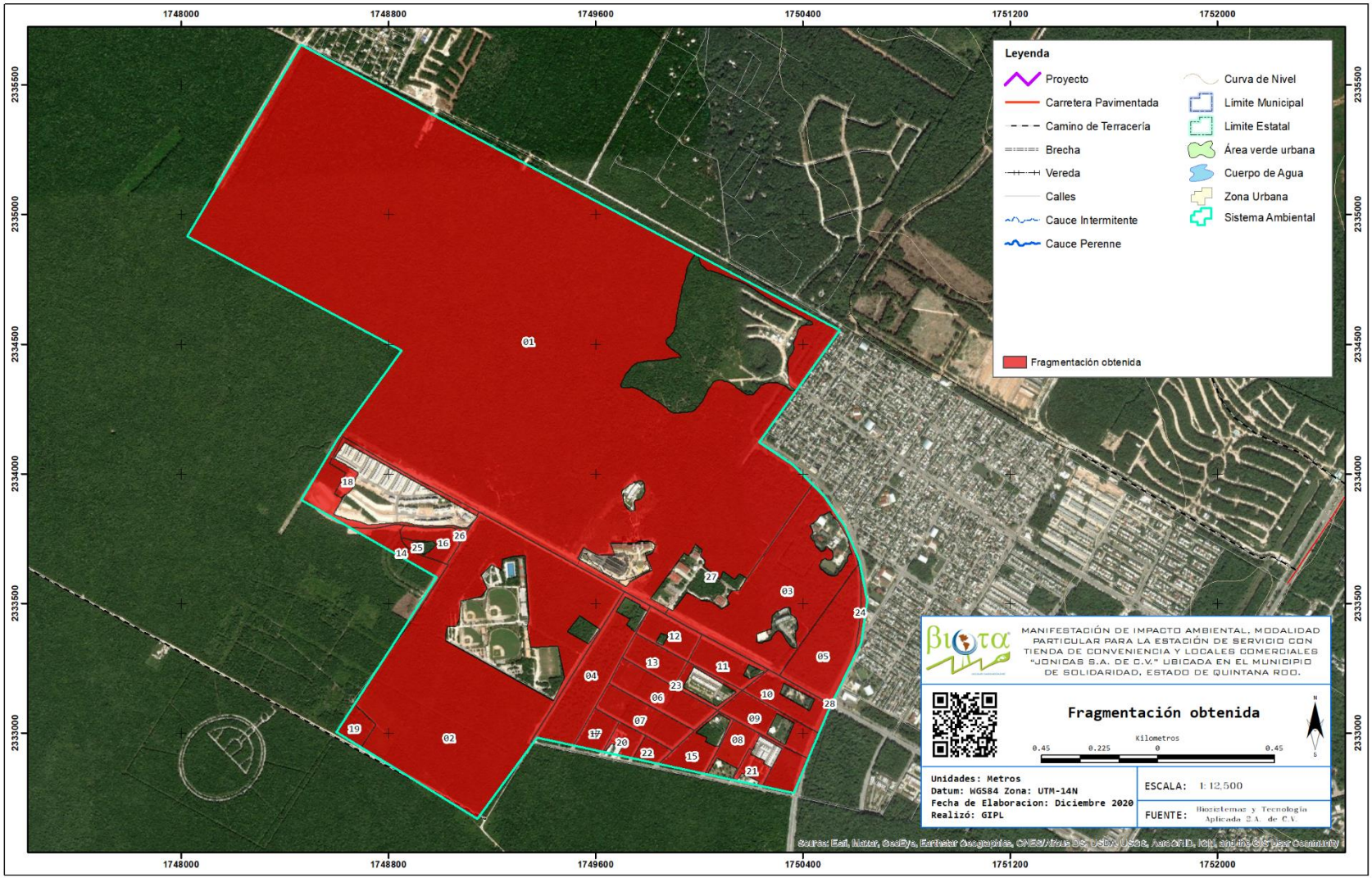


Fuente: BIOTA, 2021.

Los análisis de fragmentación una vez ingresado el proyecto indican un grado de coherencia de **45.21%**, lo cual es similar a decir que existe una **mediana probabilidad** de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar en la región de investigación puedan encontrarse entre sí, es decir que estos dos animales se encuentren dentro del mismo fragmento. A sabiendas de que la posibilidad de que dos animales se encuentren entre sí, es una condición previa para la sobrevivencia de una población. Mientras que el fragmento con mayor grado de coherencia es el fragmento 01 con **42.87%**, con una superficie de **236.37 hectáreas**; mientras que los fragmentos con menor grado de coherencia son los fragmentos 28 al 29. En otras palabras, la probabilidad de que el encuentro ocurra es casi nula. En cuanto al resultado del cálculo del grado de división del paisaje (D) nos indica un **54.79%**, en otras palabras, la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada es **mediana**. En tanto que el índice de división S (SPLI) nos arrojó el siguiente resultado **2.21**, lo cual es igual a decir que se obtienen **2.21 parches** cuando se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (**360.58 has/163.39 has**.).

En lo que respecta al tamaño efectivo de la malla (**MSIZ**) el resultado fue de **163.39 hectáreas**, lo que nos señala que el fragmento 01 presenta mayor conectividad, es decir que es el fragmento con menores barreras tales como carreteras de terracería, brechas, localidades. En tanto que el número de "mallas" per-unidad de área está dado por la densidad de división: 0.0061/ha o lo que sería más conveniente **6.1 mallas por cada 1000 ha**, mientras que el producto del tamaño efectivo de la malla, *m*, y el área total de la región, es decir el producto neto (N) es igual a **58,916.12 ha^2**. Esto se puede corroborar en la siguiente imagen y tabla:

Imagen V. 13. Fragmentación obtenida una vez ingresado el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

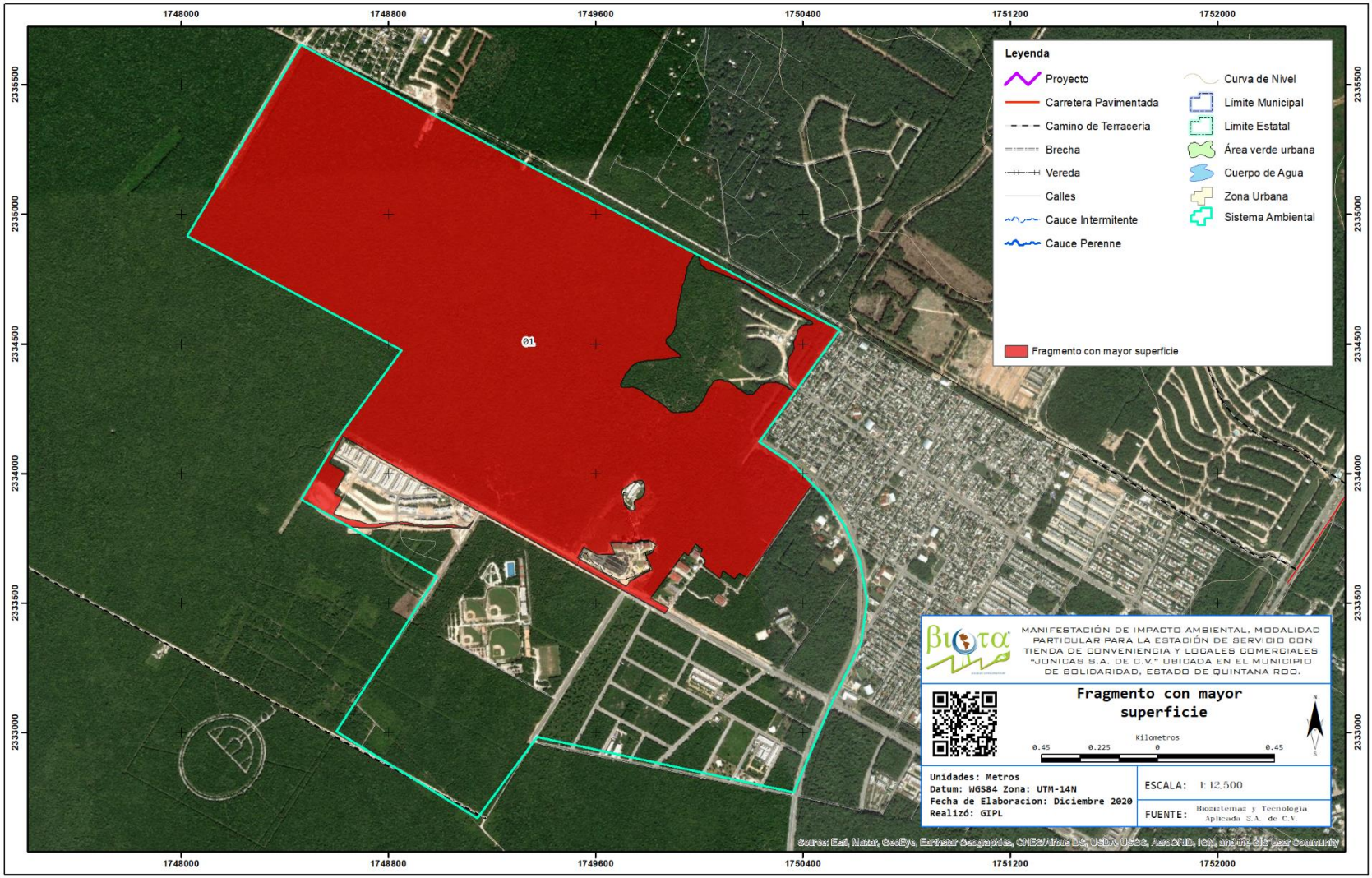
Tabla V. 19. Cálculo de las medidas de fragmentación del paisaje una vez ingresado el trazo del proyecto.

FRAGMENTACIÓN OBTENIDA UNA VEZ INGRESADO EL PROYECTO DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL											
Fragmento número	**Área por fragmento (ai) (ha)**	**Área total (at) (ha)**	**(ai/at)²**	**C Grado de coherencia %**	**D Grado de división del paisaje %**	**(ai)²**	**(at)²**	**S Índice de división**	**MSIZ Tamaño efectivo de la malla (ha)**	**s Densidad de división (1/ha)**	**N Producto neto (ha²)**
01	236.37		0.428771909			55,872.31					
02	49.88		0.019095172			2,488.25					
03	18.25		0.002555149			332.96					
05	7.66		0.000449717			58.60					
04	7.42		0.00042229			55.03					
06	4.28		0.000140871			18.36					
07	3.80		0.000110689			14.42					
08	3.65		0.000102251			13.32					
09	3.26		8.13265E-05			10.60					
10	2.99		6.85418E-05			8.93					
11	2.78		5.94434E-05			7.75					
12	2.50		4.80391E-05			6.26					
13	2.37		4.293E-05			5.59					
14	2.31		4.09456E-05			5.34					
15	2.16	360.58	3.59316E-05	45.21%	54.79%	4.68	130,018.82	2.21	163.39	0.0061	58,916.12
16	1.81		2.51712E-05			3.28					
17	1.59		1.93181E-05			2.52					
18	1.51		1.75315E-05			2.28					
19	1.27		1.23832E-05			1.61					
20	1.12		9.55995E-06			1.25					
21	0.96		7.07605E-06			0.92					
22	0.88		5.96972E-06			0.78					
23	0.88		5.93377E-06			0.77					
24	0.50		1.94055E-06			0.25					
25	0.22		3.56032E-07			0.05					
26	0.14		1.5218E-07			0.02					
27	0.02		3.64304E-09			0.00					
28	0.01		3.62618E-10			0.00					
29	0.00		7.67414E-16			0.00					

Fuente: BIOTA, 2021.

En la siguiente imagen se muestra el fragmento que presenta el mayor valor del tamaño efectivo de la malla, es decir el fragmento que contiene mayores probabilidades de que el encuentro entre dos animales de la misma especie ocurra (fragmento 01):

Imagen V. 14. Fragmento con mayor valor de tamaño efectivo de la malla una vez ingresado el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

La siguiente tabla nos muestra las condiciones de fragmentación que imperan en el Sistema Ambiental antes del proyecto, y la fragmentación que se genera por el ingreso del predio del proyecto. En ella podemos atisbar que, el grado de coherencia permanece prácticamente constante, se pasa del 45.22% al 45.21%, es decir que la probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar en la región de investigación puedan encontrarse entre sí es un 0.01% más baja de lo que era antes del proyecto. Esto es igual a decir que la conectividad en el ecosistema disminuye al ingresar el proyecto, pero no de manera considerable. En lo que respecta al grado de división del paisaje (D) aumenta un 0.01% una vez ingresado el proyecto, en otras palabras, la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada permanece prácticamente constante. Lo mismo ocurre con el resto de las medidas de fragmentación, lo cual obedece a que, el predio del proyecto solo afecta en la pérdida de hábitat disponible para las especies animales, pero que no aumentarán la fragmentación existente en el Sistema Ambiental Local. En la siguiente tabla y en la siguiente figura se pueden observar las comparaciones de fragmentación antes del proyecto y una vez ingresado el predio del proyecto:

Tabla V. 20. Comparación de las medidas de fragmentación antes del trazo del proyecto y una vez ingresado el mismo.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL PARTE TERRESTRE	Número de fragmentos obtenidos	C Grado de coherencia %	D Grado de división del paisaje %	S Índice de división	msiz Tamaño efectivo de la malla (ha)	s Densidad de división (1/ha)	N Producto neto (ha2)
Antes del ingreso del predio del proyecto	29	45.22%	54.78%	2.21	163.23	0.0061	58922.23
Una vez ingresado el predio del proyecto	29	45.21%	54.79%	2.21	163.39	0.0061	58916.12

Fuente: BIOTA, 2021.

El objetivo de ponderar la fragmentación del paisaje existente en el Sistema Ambiental Local antes del proyecto y evaluar nuevamente con el ingreso del proyecto es, para profundizar en los procesos ecológicos asociados a los movimientos de las especies, tales como forrajeo, dispersión, conectividad genética, y dinámica de poblaciones. Por último, se concluye que la zona presenta un muy **mediano grado de división del paisaje** en toda la vegetación de selva mediana subperennifolia en estado secundario, esto a causa de la expansión de la mancha urbana de la zona urbana de Playa del Carmen, con la introducción de nuevos caminos que, se ha demostrado que impiden el libre tránsito de las especies animales a lo largo y ancho del lugar. Como podemos observar en los resultados obtenidos no existe cambio más significativo alguno producido por el predio del proyecto una vez ingresado a la modelación, toda vez que se trata de la construcción y operación y de una Estación de Servicio. El análisis de los impactos ambientales para el presente proyecto se basa en criterios que se acuerdan entre los especialistas, basados en los siguientes diez criterios, incluyendo el criterio de Naturaleza, es decir si el impacto es Negativo o Positivo, que se detallan en la siguiente tipificación del impacto ambiental a considerar en las matrices de ponderación del proyecto:

Tabla V. 21. Lista indicativa de criterios utilizados.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN.
Naturaleza. -	Carácter de beneficioso o perjudicial Signo "+" o "-". Se utiliza el signo "-" para identificar un impacto perjudicial (negativo) y el signo "+", o la ausencia de signo para identificar un impacto benéfico (positivo). Impacto positivo (+) es aquél admitido por el evaluador, en el contexto del análisis completo de afectaciones y beneficios generados y de los aspectos externos de la actuación contemplada. Impacto negativo (-) es aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y funcionalidad de una zona determinada.
Intensidad. -	Se refiere al grado de incidencia de la acción o actividad sobre el factor ambiental, en el ámbito específico de actuación. La escala de valores es de 0 y 2, donde 2 expresará destrucción total del factor en el área en que se produce el efecto y el 1 una afectación media y 0 una afectación mínima.
Extensión. -	Es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto al entorno, donde se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, el impacto tiene un carácter Puntual 0. Si el efecto no tiene una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el valor es 2; considerar situaciones intermedias, como impacto parcial y extenso 1. En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico (como la descarga de aguas residuales y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o cerca de un centro urbano, etc.) se le atribuirá un valor y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas de mitigación, se recomienda buscar otra alternativa al proyecto, anulando este impacto.
Momento. -	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato y si es inferior a un año, corto plazo, asignando un valor 0; si el periodo transcurrido va de 1 a 5 años, el momento se considera de mediano plazo con un valor 1 y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, se considera de largo plazo, asignando valor de 2.
Persistencia. -	Es el tiempo de permanencia del efecto desde su aparición y a partir del cual el efecto retornaría a sus condiciones originales por medios naturales, o mediante la acción de medidas de mitigación. Si la permanece durante menos de un año, se considera un efecto fugaz, tiene un valor 0. Si dura entre 1 y 10 años se considera temporal 1 y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera permanente, con valor de 2. La persistencia es independiente de la reversibilidad.
Reversibilidad.	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción o recomposición del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales una vez que la acción ha dejado de actuar. Si esto sucede a corto plazo, se le asigna un valor de 0. Los intervalos de tiempo comprendidos si es reversible entre 1 y 10 años se le asignan el valor de 1 y si el efecto tarda en regresar a sus condiciones naturales con una duración superior a los 10 años o no regresa a sus condiciones originales, se considera el efecto como irreversible, teniendo un valor de 2.
Recuperabilidad.	Es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introduciendo medidas correctivas o de mitigación) y por lo tanto siempre tendrá una naturaleza benéfica. Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor 0 según sea de corto o mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, tomando un valor de 1. Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la acción humana) se le asigna un valor 2. En el caso de ser irrecuperable, pero con posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor asignado será 2.
Sinergia.	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos o impactos singulares o aislados. 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. Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el valor es 0. Si presenta un sinergismo moderado se le asigna un valor de 1 y si es altamente sinérgico un valor de 2. En caso de deterioro del atributo ambiental, la valoración del efecto tiene valores negativos, incrementando su importancia.
Acumulación.	Bajo este criterio se evalúa al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de manera continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como 0, Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a 2, un efecto acumulativo incipiente o que existe una cierta posibilidad de ocurrencia tendrá un valor de 1.
Efecto.	Se refiere a la relación causa-efecto, o sea, la forma de manifestación del efecto sobre un factor a consecuencia de la acción. Puede ser directo o primario, cunado la acción es una consecuencia directa. En el efecto indirecto o secundario, tiene lugar a partir de un efecto primario, como una acción de segundo orden. El término toma un valor de 0 cuando el efecto sea secundario y un valor 2 cuando sea directo.
Periodicidad.	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto ya sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor 2, a los periódicos 1 y a los impactos de aparición irregular o intermitente y que se evalúan en términos de probabilidad de ocurrencia como discontinuos, se les asigna un valor de 0.
Importancia del impacto.	El valor de la importancia del impacto (I) se obtiene a partir de la relación aritmética de los diferentes atributos considerados anteriormente y con la siguiente expresión matemática:
I = + / - (IN+EX+MO+PE+RV+MC+SI+AC+EF+PR)	

Fuente: BIOTA, 2021.

A continuación, se presenta la síntesis de los criterios señalados:

Tabla V. 22. Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales.

TIPO DE IMPACTO	CATEGORÍA	PONDERACIÓN
NATURALEZA	Positivo "+" (Benéfico)	+
	Negativo "-" (Perjudicial)	-
INTENSIDAD (IN)	Baja	0
	Media	1
	Alta	2
EXTENSIÓN (EX)	Puntual O Parcial	0
	Extenso	1
	Regional O Crítico	2
MOMENTO (MO)	Corto Plazo O Inmediato	0
	Mediano Plazo	1
	Largo Plazo O Critico	2
PERSISTENCIA (PE)	Fugaz	0
	Temporal	1
	Permanente	2
REVERSIBILIDAD (RV)	Corto Plazo	0
	Mediano Plazo	1
	Irreversible	2
RECUPERABILIDAD (MC)	Recuperable De Manera Inmediata	0
	Recuperable A Mediano Plazo O Mitigable	1
	Irrecuperable	2
SINERGIA(SI)	Sin Sinergismo (Simple)	0
	Sinérgico	1
	Muy Sinérgico	2
ACUMULACIÓN (AC)	Simple	0
	Acumulativo	2
EFECTO (EF)	Indirecto (Secundario)	0
	Directo	2
PERIODICIDAD (PR)	Irregular O Aperiódico Y Discontinuo	0
	Periódico	1
	Continuo	2

Fuente: BIOTA, 2021.

Una vez calificados todos los impactos identificados, se suman los valores obtenidos en los diez rubros para cada atributo ambiental, obteniendo un valor total para cada uno. Con los valores obtenidos, se colocan los resultados de la categorización realizada en cada actividad del proyecto. Posteriormente se procede a realizar la jerarquización y descripción de los impactos ambientales identificados, incluyendo la recomendación de cómo se atenúa el efecto sobre el factor ambiental. La siguiente tabla muestra la valoración jerárquica de los impactos ambientales identificados:

Tabla V. 23. Matrices de ponderación con los tipos y criterios de los impactos ambientales identificados.

PREPARACIÓN DEL SITIO												
Gestión de permisos y licencias.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Uso potencial del suelo.	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	8
Uso actual del suelo.	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6
Vialidad y transporte.	-1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	-6
Calidad de vida.	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	5
Generación de empleo.	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	5
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	7
Recaudación fiscal.	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	5
Desarrollo Industrial y Comercial.	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	7
												37

Desmonte	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Movimientos de material.	-1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	0	-9
Horizontes.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Erodabilidad del suelo.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	-9
Recarga de acuíferos.	-1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	-8
Polvos.	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	-9
Ruido	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	-8
Comunidad vegetales.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Hábitat.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	-8
Comunidad faunística.	-1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	-8

Hábitat.	-1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	-7
Estética.	-1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	-8
Uso potencial del suelo.	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	5
Uso actual del suelo.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Vialidad y transporte.	-1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	-7
Riesgo de accidentes.	-1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	-7
Generación de empleo.	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	7
Recaudación fiscal.	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	6
												-100

Despalme.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Relieve.	-1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	-4
Denudación.	-1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	-5
Movimientos de material.	-1	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	-4
Horizontes.	-1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	-4
Erodabilidad del suelo.	-1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	-3
Demanda	-1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	-5
Recarga de acuíferos.	-1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
Calidad del agua subterránea.	-1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	-5
Polvos.	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-2
Gases.	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	-3
Ruido.	-1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	-3
Olores desagradables.	-1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	-4
Partículas viables.	-1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	-5
Comunidad faunística.	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	-3
Hábitat.	-1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	-3
Uso potencial del suelo.	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3
Uso actual del suelo.	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	6
Vialidad y transporte.	-1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	-6
Riesgo de accidentes.	-1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	-4
Calidad de vida.	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	5
Generación de empleo.	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	3
Recaudación fiscal.	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	4
												-45

Limpieza del Terreno.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Denudación.	-1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	-6
Horizontes.	-1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	-5
Erodabilidad del suelo.	-1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	-4
Demanda	-1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	-8
Aguas Residuales.	-1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	-4
Polvos	-1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	-5
Gases	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	-7
Ruido.	-1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	-5
Estética.	-1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	-4
Uso potencial del suelo	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	6
Calidad de vida	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	3
Generación de empleo	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8
												-31

Movimiento de Tierras.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Relieve.	-1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	-3
Denudación.	-1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	-4
Movimientos de material.	-1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	-4
Horizontes.	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	-3
Erodabilidad del suelo.	-1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-2
Demanda.	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-2
Recarga de acuíferos.	-1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	-5
Calidad del agua subterránea.	-1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	-4
Polvos.	-1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-2
Gases.	-1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	-3
Ruido.	-1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	-4
Partículas viables.	-1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	-3
Comunidad faunística.	-1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	-4
Estética.	-1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	-3
Uso potencial del suelo.	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	6
Vialidad y Transporte	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	-4

Riesgo de Accidente.	-1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	-4
Generación de empleo.	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	5
												-43

Mejoramiento del Terreno incluye Rellenos para dar niveles de piso.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Estabilidad	-1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	-3
Relieve.	-1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	-4
Denudación.	-1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	-3
Movimientos de material.	-1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	-4
Horizontes.	-1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	-4
Erodabilidad del suelo.	-1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	-3
Demanda.	-1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	-5
Aguas residuales	-1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-2
Recarga de acuíferos.	-1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	-6
Polvos.	-1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	-5
Gases.	-1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	-5
Ruido.	-1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	-5
Partículas viables.	-1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	-3
Estética.	-1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	-6
Uso potencial del suelo.	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	5
Vialidad y Transporte	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	-4
Riesgo de Accidente.	-1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	-5
Calidad de vida	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	3
Generación de empleo	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8
Consumo de bienes y servicios.	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8
												-43

Nivelación y compactación.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Estabilidad.	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
Relieve.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Denudación.	-1	1	0	1	1	0	1	1	0	2	1	-8
Movimientos de material	-1	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0	-5
Horizontes	-1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	-7
Erodabilidad del suelo.	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-3
Demanda.	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-3
Recarga de acuíferos.	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	-4
Calidad del agua subterránea.	-1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	-7
Polvos.	-1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	-5
Gases.	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	-7
Ruido.	-1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	-6
Partículas viables.	-1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	-4
Estética.	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Uso potencial del suelo.	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	7
Vialidad y transporte.	-1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	-5
Riesgo de accidentes.	-1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	-7
Generación de empleo.	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	5
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	7
												-57

Transporte de Materiales y Equipo.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Erodabilidad del suelo.	-1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	-4
Polvos.	-1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	-6
Gases.	-1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	-6
Ruido.	-1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
Olores desagradables.	-1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	-5
Partículas viables.	-1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	-5
Vialidad y transporte.	-1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	-4
Riesgo de accidentes.	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Salud de la población	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-2
Generación de empleo.	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	7
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
												-22

Operación de maquinaria pesada y equipo.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Horizontes.	-1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9
Erodabilidad del suelo	-1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	-6
Demanda	-1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	-4

Aguas residuales.	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-3
Polvos.	-1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	-8
Gases.	-1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	-7
Ruido.	-1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	-8
Olores desagradables.	-1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
Vialidad y transporte.	-1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	-6
Riesgo de accidentes.	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Generación de empleo.	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	4
Consumo de bienes y servicios locales.	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	7
Desarrollo industrial y comercial.	1	0	q	0	1	1	1	1	0	1	1	6
												-41

Instalación de Infraestructura de apoyo.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Horizontes.	-1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-8
Demanda	-1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
Aguas residuales.	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-3
Polvos.	-1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	-8
Gases.	-1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	-6
Ruido.	-1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	-6
Estética.	-1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	-3
Vialidad y transporte.	-1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	-5
Riesgo de accidentes.	-1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	-3
Generación de empleo.	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	4
Consumo de bienes y servicios locales.	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	4
												-37

CONSTRUCCIÓN.												
Operación de maquinaria pesada y equipo.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Horizontes.	-1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9
Erodabilidad del suelo	-1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	-6
Demanda	-1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	-4
Aguas residuales.	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-3
Polvos.	-1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	-8
Gases.	-1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	-7
Ruido.	-1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	-8
Olores desagradables.	-1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
Vialidad y transporte.	-1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	-6
Riesgo de accidentes.	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Generación de empleo.	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	4
Consumo de bienes y servicios locales.	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	7
Desarrollo industrial y comercial.	1	0	q	0	1	1	1	1	0	1	1	6
												-41

Transporte de Maquinaria y Equipo.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Erodabilidad del suelo.	-1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	-4
Polvos.	-1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	-6
Gases.	-1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	-6
Ruido.	-1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
Olores desagradables.	-1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	-5
Partículas viables.	-1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	-5
Vialidad y transporte.	-1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	-4
Riesgo de accidentes.	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Salud de la población	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-2
Generación de empleo.	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	7
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
												-22

Excavación.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Materiales geológicos.	-1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	-7
Estabilidad.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	-9
Relieve.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-11
Denudación.	-1	1	1	1	0	1	1	1	2	1	2	-11
Movimientos de material.	-1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	-4
Horizontes.	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	-4
Erodabilidad del suelo.	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	-4
Demanda.	-1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	-5
Aguas residuales.	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-2
Recarga de acuíferos.	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	8

Calidad del agua subterránea.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Polvos.	-1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	-8
Gases.	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	-11
Ruido.	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-11
Partículas viables.	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-2
Estética.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Uso potencial del suelo.	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	11
Riesgo de accidentes.	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-2
Calidad de vida.	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	8
Generación de empleo.	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
												-73

Cimentación.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Materiales geológicos.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Estabilidad.	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	-8
Horizontes.	-1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-9
Contaminación.	-1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	-8
Demanda.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Aguas residuales.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-11
Recarga de acuíferos.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Calidad del agua subterránea.	-1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	-7
Polvo	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	-4
Ruido.	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-2
Uso potencial del suelo.	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7
Riesgo de accidentes.	-1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	-7
Generación de empleo.	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	6
Desarrollo industrial y comercial.	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	6
												-64

Rellenos (excavaciones y cimentaciones)	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Estabilidad.	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	14
Relieve.	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Movimiento de materiales	-1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	-8
Horizontes.	-1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	-8
Erodabilidad del suelo.	-1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	-6
Demanda.	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	-8
Recarga del acuífero	-1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	-5
Polvos.	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-11
Gases.	-1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	2	-9
Ruido.	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-11
Partículas viables.	-1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9
Estética.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-11
Uso potencial del suelo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9
Riesgo de accidentes.	-1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-9
Salud de la población.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Calidad de vida.	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	8
Generación de empleo.	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
Consumo de bienes y servicios locales.	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	7
												-28

Edificación, acabados y detalles.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Horizontes.	-1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-9
Demanda.	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	-10
Aguas residuales.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Polvos.	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-11
Gases.	-1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	2	-9
Ruido.	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-11
Partículas viables.	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-2
Estética.	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	2	10
Uso potencial del suelo.	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	10
Uso actual del suelo.	-1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	-8
Vialidad y transporte.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Riesgo de accidentes.	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Calidad de vida.	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	7
Generación de empleo.	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	7
Consumo de bienes y servicios locales.	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3

Recaudación fiscal.	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
Desarrollo industrial y comercial.	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	5
												-18

Infraestructura.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Movimientos de material	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Demanda	-1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	-9
Aguas residuales	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Z	-9
Polvos	-1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	2	-10
Gases	-1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	-8
Ruido.	-1	1	2	1	0	1	1	1	1	0	1	-9
Estética	-1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	-8
Uso actual del suelo	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	5
Generación de empleo	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	6
Recaudación fiscal	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Desarrollo industrial y comercial	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3
												-47

Áreas verdes.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Horizontes.	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3
Erodabilidad del suelo.	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	6
Demanda.	-1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	2	-7
Recarga de acuíferos.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
Calidad del agua subterránea.	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	4
Polvos.	-1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	-5
Ruido.	-1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	-3
Partículas Viables.	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	4
Comunidades vegetales.	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	6
Hábitat.	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	6
Comunidades faunísticas.	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	6
Hábitat.	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	6
Estética.	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	7
Uso potencial del suelo.	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7
Uso actual del suelo.	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	6
Salud de la población.	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3
Calidad de vida.	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3
Generación de empleo.	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
												58

Colocación de Tanques de Almacenamiento.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Movimientos de material	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	7
Horizontes.	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3
Demanda	-1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	-7
Aguas residuales	-1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	-8
Recarga de acuíferos.	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	-3
Polvos	-1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	-8
Gases	-1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	-8
Ruido	-1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	-8
Uso potencial del suelo	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	8
Riesgo de accidentes	-1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	-8
Generación de empleo	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Recaudación fiscal	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	5
Desarrollo industrial y comercial	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	6
												-19

Colocación de Maquinaria y Equipos para el proceso.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Movimientos de material	-1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	-9
Demanda	-1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	-6
Aguas residuales	-1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	-6
Polvos	-1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	-6
Gases	-1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	-7
Ruido	-1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	-6
Estética	-1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	-5
Riesgo de accidentes	-1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	-7
Generación de empleo	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Consumo de bienes y servicios locales.	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3
Recaudación fiscal	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	5

Desarrollo industrial y comercial	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	6
												-36

Fosa Séptica.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Movimientos de material	-1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	-5
Denudación	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-3
Movimiento de materiales	-1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	-4
Horizontes.	-1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	-6
Demanda	-1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-2
Ruido	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-3
Uso Potencial del Suelo	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3
Riesgo de accidentes	-1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	-4
Generación de empleo	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Consumo de bienes y servicios locales.	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
												-20

Desmantelamiento de infraestructura de apoyo.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Movimiento de materiales	-1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	-5
Polvos.	-1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	-7
Ruido	-1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	-7
Estética.	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9
Generación de empleo	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
												-9

OPERACIÓN												
Descarga y Carga de Combustible.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Gases	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Ruido	-1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	-5
Olores desagradables	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Estética	-1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	-4
Vialidad y transporte.	-1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	-8
Riesgo de accidentes	-1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-20
Salud de la población	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-3
Generación de empleo	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	4
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3
Recaudación fiscal	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	5
Desarrollo industrial y comercial	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	6
												-42

Comercialización de Combustible.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Gases	-1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	-8
Ruido	-1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	-8
Olores desagradables	-1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	-8
Comunidad faunística	-1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9
Estética	-1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	-8
Vialidad y transporte	-1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	-16
Riesgo de accidentes	-1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	-19
Salud de la población	-1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	-4
Calidad de vida	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	6
Generación de empleo	1	q	1	1	0	1	1	1	1	1	0	7
Consumo de bienes y servicios locales	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	8
Recaudación fiscal	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	5
Desarrollo industrial y comercial	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
												-50

Retiro de dinero.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Vialidad y transporte	-1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	-4
Riesgo de accidentes	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-9
Generación de empleo	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	4
Recaudación fiscal	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	5
												-4

Tránsito vehicular.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pr**	**Tot**
Gases	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	-4
Ruido	-1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	-4
Comunidades faunísticas	-1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	-4
Vialidad y transporte	-1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	-7
Riesgo de accidentes	-1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-2
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10

												-11

Venta de productos en Local Comercial.	Nat	In	Ex	Mo	Pe	Rv	Mc	Si	Ac	Ef	Pr	Tot
Contaminación	-1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	-6
Demanda	-1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	-6
Aguas residuales	-1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	-6
Polvo	-1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	-6
Ruido	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	-4
Vialidad y transporte	-1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	-6
Riesgo de accidentes	-1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	-5
Calidad de vida	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	5
Generación de empleo	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	5
Consumo de bienes y servicios locales	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	8
Recaudación fiscal	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
												-19

Administración de la Estación de Servicio.	Nat	In	Ex	Mo	Pe	Rv	Mc	Si	Ac	Ef	Pr	Tot
Contaminación	-1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	-5
Demanda	-1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	-5
Aguas residuales	-1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	-4
Polvo	-1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	-4
Ruido	-1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	-4
Vialidad y transporte	-1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	-3
Riesgo de accidentes	-1	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	-4
Generación de empleo	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3
Consumo de bienes y servicios locales	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	4
												-22

MANTENIMIENTO												
Limpieza general.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pe**	**Tot**
Demanda	-1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	-6
Aguas residuales	-1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	-6
Polvos	-1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	-7
Comunidades vegetales	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1
Hábitat	-1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	-4
Comunidades faunísticas	-1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	-7
Hábitat	-1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	-3
Estética	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	7
Uso actual del suelo	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	7
Salud de la población	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	7
Calidad de vida	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Generación de empleo	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	4
												-6

Tanque, Equipo y Bombas de Servicios.	Nat	In	Ex	Mo	Pe	Rv	Mc	Si	Ac	Ef	Pe	Tot
Demanda	-1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	-6
Aguas residuales	-1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-4
Polvos	-1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-4
Ruido	-1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	-5
Generación de empleo	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4
Consumo de bienes y servicios locales	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	6
												-9

Señalización.	Nat	In	Ex	Mo	Pe	Rv	Mc	Si	Ac	Ef	Pe	Tot
Demanda	-1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	-4
Partículas viables	-1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-3
Uso actual del suelo	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Riesgo de accidentes	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8
Calidad de vida	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Generación de empleo	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
												10

Áreas Verdes.	Nat	In	Ex	Mo	Pe	Rv	Mc	Si	Ac	Ef	Pe	Tot
Horizontes	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	7
Erodabilidad del suelo	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	2	8
Recarga de acuíferos	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8
Calidad del agua subterránea	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	6
Comunidades vegetales	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	5
Hábitat	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	6

Comunidades faunísticas	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	4
Hábitat	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	6
Estética	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Uso actual del suelo	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Salud de la población	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
Calidad de vida	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	5
Generación de empleo	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
												67

Instalación eléctrica.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pe**	**Tot**
Ruido	-1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	-6
Uso potencial del suelo	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	6
Generación de empleo	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	6
												6

Instalación hidráulica y sanitaria.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pe**	**Tot**
Demanda	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	-5
Aguas residuales	-1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	-4
Generación de empleo	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	6
												-3

Equipo de combate contra incendios.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pe**	**Tot**
Demanda	-1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	-6
Polvos	-1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	-6
Gases	-1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	-5
Calidad de vida	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Generación de empleo	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Consumo de bienes y servicios locales	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
Recaudación fiscal	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	5
Desarrollo industrial y comercial	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
												1

Transporte de materiales y equipo.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pe**	**Tot**
Polvos.	-1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	-6
Gases.	-1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	-6
Ruido.	-1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
Olores desagradables.	-1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	-5
Partículas viables.	-1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	-5
Vialidad y transporte.	-1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	-4
Riesgo de accidentes.	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Salud de la población	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-2
Generación de empleo.	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	7
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
												-18

Retiro de Residuos Peligrosos.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pe**	**Tot**
Olores desagradables	-1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	-7
Vialidad y transporte	-1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	-8
Riesgo de accidentes	-1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	-8
Salud de la población	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	8
Calidad de vida	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	5
Generación de empleo	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	6
Consumo de bienes y servicios locales	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	6
Recaudación fiscal	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	4
Desarrollo industrial y comercial	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	8
												14

Fosas Séptica	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pe**	**Tot**
Contaminación	-1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	-3
Demanda	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	-2
Ruido	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-2
Olores desagradables	-1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	-3
Riesgo de accidentes	-1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	-5
Salud de la población	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Generación de empleo	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3
												-8

Pruebas de Hermeticidad.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pe**	**Tot**
Gases	-1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	6

Ruido	-1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	-5
Riesgo de accidentes	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	6
Generación de empleo	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	6
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	4
Recaudación fiscal	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	8
Desarrollo industrial y comercial	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	8
												33

ABANDONO												
Desmantelamiento de infraestructura.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pe**	**Tot**
Relieve	-1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	-6
Denudación	-1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	-5
Movimientos de material	-1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	-4
Horizontes	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	-3
Erodabilidad del suelo	-1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-3
Contaminación	-1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	-6
Demanda	-1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	-5
Aguas residuales	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Recarga de acuíferos	-1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	-7
Polvos	-1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	-7
Gases	-1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	-5
Ruido	-1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	-6
Olores desagradables	-1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	-6
Partículas viables	-1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	-4
Comunidades vegetales	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	-8
Comunidades faunísticas	-1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	-8
Uso potencial del suelo	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	4
Vialidad y transporte	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	4
Riesgo de accidentes	-1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	-5
Generación de empleo	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Consumo de bienes y servicios locales	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
												-84

Operación de maquinaria pesada y equipo.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pe**	**Tot**
Horizontes.	-1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9
Erodabilidad del suelo	-1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	-6
Demanda	-1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	-4
Aguas residuales.	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-3
Polvos.	-1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	-8
Gases.	-1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	-7
Ruido.	-1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	-8
Olores desagradables.	-1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
Vialidad y transporte.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Riesgo de accidentes.	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Generación de empleo.	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	4
Consumo de bienes y servicios locales.	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	7
Desarrollo industrial y comercial.	1	0	q	0	1	1	1	1	0	1	1	6
												-45

Cierre de actividades.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pe**	**Tot**
Polvos	-1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	-8
Comunidades vegetales	-1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	-7
Hábitat	-1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	-7
Comunidades faunísticas	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Hábitat	-1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-11
Uso potencial del suelo	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9
Recaudación fiscal	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	-8
												-42

Transporte de materiales y equipo.	**Nat**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Pe**	**Rv**	**Mc**	**Si**	**Ac**	**Ef**	**Pe**	**Tot**
Polvos.	-1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	-6
Gases.	-1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	-6
Ruido.	-1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
Olores desagradables.	-1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	-5
Partículas viables.	-1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	-5
Vialidad y transporte.	-1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	-4
Riesgo de accidentes.	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Salud de la población	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-2

Generación de empleo.	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	7
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
												-18

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla V. 24. Matriz Ponderada.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO.				Preparación del Sitio.											Construcción.																			Operación.								Mantenimiento.																Abandono.					
				1. Gestión de permisos y licencias.	2. Desmonte	3. Despalme.	4. Limpieza de terreno.	5. Movimiento de tierras.	6. Mejoramiento del Terreno incluye Rellenos para dar niveles de piso.	7. Nivelación y Compactación.	8. Transporte de Materiales y Equipo.	9. Operación de maquinaria pesada y equipo.	10. Instalación de Infraestructura de apoyo.	TOTAL.	11. Operación de maquinaria pesada y equipo.	12. Transporte de Materiales y Equipo.	13. Excavaciones.	14. Cimentación.	15. Rellenos (excavaciones y cimentaciones).	16. Edificación, acabados y detalles.	17. Infraestructura (Zonas de Despacho, Zona de Rodamiento, Local Comercial, Tienda de Conveniencia, Estacionamiento, Etc.).	18. Áreas verdes.	19. Colocación de Tanques de Almacenamiento.	20. Colocación de Maquinaria y Equipo para el proceso.	21. Fosa Séptica.	22. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo.	TOTAL.	23. Descarga y Carga de Combustible.	24. Comercialización de Combustible.	25. Retiro de dinero.	26. Tránsito vehicular.	27. Venta de productos en Local Comercial y Tienda de Conveniencia	28. Administración de la Estación de Servicio.	TOTAL.	29. Limpieza general.	30. Tanque, Equipo y Bombas de Servicios.	31. Señalización.	32. Áreas Verdes.	33. Instalación Eléctrica.	34. Instalación Hidráulica y Sanitaria.	35. Equipo de combate contra incendios.	36. Transporte de materiales y equipo.	37. Retiro de Residuos Peligrosos.	38. Fosa Séptica.	39. Pruebas de Hermeticidad.	TOTAL.	40. Desmantelamiento de infraestructura.	41. Operación de maquinaria pesada y equipo.	42. Cierre de actividades.	43. Transporte de materiales y equipo.	TOTAL.	TOTAL. FINAL.
MEDIO NATURAL.	Abiótico.	Geología.	1. Materiales geológicos.						-3	9				**0**			-7	-10								-5		**-22**							**0**																			**0**				**0**	**-22**
			2. Estabilidad.						-4	-10				**6**			-9	-8	14									**-3**							**0**																			**0**				**0**	**3**
		Geomorfología.	3. Relieve.			-4		-3	-4	-10				**-21**			-11		11									**0**							**0**																			**0**	-6			**-6**	**-27**
			4. Denudación.			-5	-6	-4	-3	-8				**-26**			-11									-3		**-14**							**0**																			**0**	-5			**-5**	**-45**
			5. Movimientos de material.		-9	-4		-4	-4	-5				**-26**			-4		-8		-10		7	-9	-4	-5	**-33**							**0**																			**0**	-4			**-4**	**-63**
		Suelo.	6. Horizontes.		-10	-4	-5	-3	-4	-7		-9	-8	**-50**	-9		-4	-9	-8	-9		3	3		-6		**-39**							**0**				7															**7**	-3	-9		**-12**	**-94**
			7. Erodabilidad del suelo.		-9	-3	-4	-2	-3	-3	-4	-6		**-34**	-6	-4	-4		-6			6					**-14**							**0**				8															**8**	-3	-6		**-9**	**-49**
			8. Contaminación.											**0**				-8						-6			**-14**					-6	-5	**-11**															**-3**	-6			**-6**	**-34**
		Agua Superficial.	9. Demanda.			-5	-8	-2	-5	-3		-4	-3	**-30**	-4		-5	-10	-8	-10	-9	-7	-7	-6	-2		**-68**					-6	-5	**-11**	-6	-6	-4			-5	-6			-2		**-29**	-5	-4			**-9**	**-147**
			10. Aguas residuales.				-4		-2			-3	-3	**-12**	-3		-2	-11		-10	-9		-8				**-43**					-6	-4	**-10**	-6	-4				-4										**-14**	-10	-3		**-13**	**-92**
		Agua Subterránea.	11. Recarga de acuíferos.		-8	-3		-5	-6	-4				**-26**			8	-10	-5			3	-3				**-7**							**0**				8															**8**	-7			**-7**	**-32**
			12. Calidad del agua subterránea.			-5		-4		-7				**-16**			-10	-7				4					**-13**							**0**				6															**6**				**0**	**-23**
		Aire.	13. Polvos.		-9	-2	-5	-2	-5	-5	-6	-8	-8	**-50**	-8	-6	-8	-4	-11	-11	-10	-5	-8	-6		-7	**-84**					-6	-4	**-10**	-7	-4				-6	-6					**-23**	-7	-8	-8	-6	**-29**	**-196**
			14. Gases.			-3	-7	-3	-5	-7	-6	-7	-6	**-44**	-7	-6	-11		-9	-9	-8		-8	-7			**-65**	-10	-8		-4			**-22**						-5	-6			6	**-5**	-5	-7		-6	**-18**	**-154**
			15. Ruido.		-8	-3	-5	-4	-5	-6	-2	-8	-6	**-47**	-8	-2	-11	-2	-11	-11	-9	-3	-8	-6	-3	-7	**-81**	-5	-8		-4	-4	-4	**-25**		-5			-6		-2		-2	-5	**-20**	-6	-8		-2	**-16**	**-189**
			16. Olores desagradables.			-4					-5	-3		**-12**	-3	-5											**-8**	-10	-8					**-18**							-5	-7	-3		**-15**	-6	-3		-5	**-14**	**-67**
			17. Partículas viables.			-5		-3	-3	-4	-5			**-20**		-5	-2		-9	-2		4					**-14**							**0**			-3				-5					**-8**	-4		-5	**-9**	**-51**
	Biótico.	Vegetación.	18. Comunidades vegetales.		-10									**-10**								6					**6**							**0**	-1			5													**4**	-8		-7		**-15**	**-15**
			19. Hábitat.		-8									**-8**								6					**6**							**0**	-4			6													**2**			-7		**-7**	**-7**
		Fauna.	20. Comunidades faunísticas.		-8	-3		-4						**-15**								6					**6**		-9		-4			**-13**	-7			4													**-3**	-8		-10		**-18**	**-43**
			21. Hábitat.		-7	-3								**-10**								6					**6**							**0**	-3			6													**3**			-11		**-11**	**-12**
		Paisaje.	22. Estética.		-8		-4	-3	-6	-4			-3	**-28**			-10		-11	10	-8	7				9	**-3**	-4	-8					**-12**	7			2													**9**				**0**	**-34**
MEDIO SOCIAL.	Social.	Uso del suelo.	23. Uso potencial del suelo.	8	5	3	6	6	5	7				**40**			11	7	9	10		7	8	-5	3		**50**							**0**					6													**6**	4		9		**13**	**109**
			24. Uso actual del suelo.	6	-10	6								**2**						-8	5	6					**3**							**0**	7		3	3													**13**				**0**	**18**
		Elementos Urbanos.	25. Vialidad y transporte.	-6	-7	-6		-4	-4	-5	-4	-6	-5	**-47**	-6	-4				10							**0**	-8	-16	-4	-7	-6	-3	**-44**							-4	-8					**-12**	4	-10		-4	**-10**	**-113**
		Salud y Seguridad social.	26. Riesgo de accidentes.		-7	-4		-4	-5	-7	-4	-4	-3	**-38**	-4	-4	-2	-7	-9	-4			-8	-7	-4		**-49**	-20	-19	-9	-2	-5	-4	**-59**			8				-4	-8	-5	6	**-3**	-5	-4		-4	**-13**	**-162**
			27. Salud de la población.								-2			**-2**		-2			10			3					**11**	-3	-4					**-7**	7			4			-2	8	2		**19**				-2	**-2**	**19**
			28. Calidad de vida.	5		5	3		3					**16**			8		8	7		3					**26**		6			5		**11**	3		3	5			3		5			**19**					**0**	**72**
	Económico.	Directo.	29. Generación de empleo.	5	7	3	8	5	8	5	7	4	4	**56**	4	7	11	3	8	7	6	3	2	2	2	1	**56**	4	7	4	10	5	3	**33**	4	4	3	3	6	6	3	7	6	2	6	**50**	3	4		7	**14**	**209**
			30. Consumo de bienes y servicios locales.	7					8	7	9	7	4	**42**	7	9		6	7	3				3	2		**37**	3	8			8	4	**23**		6					4	9	6	3	4	**32**	3	7		9	**19**	**153**
			31. Recaudación fiscal.	5	6	4								**15**						4	2		5	5			**16**	5	5	5		2		**17**							5		4		8	**17**			-8		**-8**	**57**
		Indirecto.	32. Desarrollo industrial y comercial.	7								6		**13**	6			6		5	3		6	6			**32**	6	4					**10**							3		8		8	**19**		6			**6**	**80**

Fuente: BIOTA, 2021.

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Como puede observarse, algunos de los impactos se manifiestan en diferentes etapas del proyecto, por lo cual se ha llevado a cabo un concentrado con la finalidad de obtener el número real de impactos significativos derivados del proyecto los cuales se presentan a continuación:

Tabla V. 25. Impactos derivados del proyecto.

MEDIO NATURAL.	Abiótico.	Geología.	1. Materiales geológicos.	-22
			2. Estabilidad.	3
		Geomorfología.	3. Relieve.	-27
			4. Denudación.	-45
			5. Movimientos de material.	-63
		Suelo.	6. Horizontes.	-94
			7. Erodabilidad del suelo.	-49
			8. Contaminación.	-34
		Agua Superficial.	9. Demanda.	-147
			10. Aguas residuales.	-92
		Agua Subterránea.	11. Recarga de acuíferos.	-32
			12. Calidad del agua subterránea.	-23
		Aire.	13. Polvos.	-196
			14. Gases.	-154
			15. Ruido.	-189
			16. Olores desagradables.	-67
			17. Partículas viables.	-51
	Biótico.	Vegetación.	18. Comunidades vegetales.	-15
			19. Hábitat.	-7
		Fauna.	20. Comunidades faunísticas.	-43
			21. Hábitat.	-12
		Paisaje.	22. Estética.	-34
MEDIO SOCIAL.	Social.	Uso del suelo.	23. Uso potencial del suelo.	109
			24. Uso actual del suelo.	18
		Elementos Urbanos.	25. Vialidad y transporte.	-113
		Salud y Seguridad social.	26. Riesgo de accidentes.	-162
			27. Salud de la población.	19
			28. Calidad de vida.	72
	Económico.	Directo.	29. Generación de empleo.	209
			30. Consumo de bienes y servicios locales.	153
			31. Recaudación fiscal.	57
		Indirecto.	32. Desarrollo industrial y comercial.	80

Fuente: BIOTA, 2021.

ÍNDICE DE IMPACTABILIDAD Y AFECTABILIDAD.

En la matriz de interacción se analizaron cuáles de las actividades provocan un mayor número de impactos y/o actúan sobre los elementos del medio natural y socioeconómico. Para ello, se establece el universo de interacciones potenciales y se definen las interacciones que resultan positivas. El índice de impactabilidad es un valor entre 0 y 1 y mientras más cercano se encuentre de la unidad, más fuerte será el impacto generado del total de las actividades del proyecto.

Tabla V. 26. Índice de Impactabilidad.

Número de actividades:	43
Universo de interacciones potenciales:	505
Impactabilidad general del proyecto:	0.08535

Fuente: BIOTA, 2021.

Listado de actividades de acuerdo con su índice de impactabilidad:

Tabla V. 27. Listado de actividades de acuerdo a su índice de impactabilidad.

PREPARACIÓN DEL SITIO	IMPACTABILIDAD
3. Despalme.	0.04356436
6. Mejoramiento del Terreno incluye Rellenos para dar niveles de piso.	0.03960396
7. Nivelación y Compactación.	0.03762376
5. Movimiento de tierras.	0.03564356
2. Desmonte	0.03366337
9. Operación de maquinaria pesada y equipo.	0.02574257
4. Limpieza de terreno.	0.02376238
8. Transporte de Materiales y Equipo.	0.02178218
10. Instalación de Infraestructura de apoyo.	0.02178218
1. Gestión de permisos y licencias.	0.01584158
CONSTRUCCIÓN	**IMPACTABILIDAD**
13. Excavaciones.	0.03960396
15. Rellenos (excavaciones y cimentaciones).	0.03564356
18. Áreas verdes.	0.03564356
16. Edificación, acabados y detalles.	0.03366337
14. Cimentación.	0.02970297
11. Operación de maquinaria pesada y equipo.	0.02574257
19. Colocación de Tanques de Almacenamiento.	0.02574257
20. Colocación de Maquinaria y Equipo para el proceso.	0.02376238
12. Transporte de Materiales y Equipo.	0.02178218
17. Infraestructura (Zonas de Despacho, Zona de Rodamiento, Local Comercial, Tienda de Conveniencia, Estacionamiento, Etc.).	0.02178218
21. Fosa Séptica.	0.01980198
22. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo.	0.00990099
OPERACIÓN	**IMPACTABILIDAD**
24. Comercialización de Combustible.	0.02574257
23. Descarga y Carga de Combustible.	0.02178218
27. Venta de productos en Local Comercial y Tienda de Conveniencia	0.02178218
28. Administración de la Estación de Servicio.	0.01782178
26. Tránsito vehicular.	0.01188119
25. Retiro de dinero.	0.00792079
MANTENIMIENTO	**IMPACTABILIDAD**
32. Áreas Verdes.	0.02574257
29. Limpieza general.	0.02376238
36. Transporte de materiales y equipo.	0.01980198
37. Retiro de Residuos Peligrosos.	0.01782178
38. Fosa Séptica.	0.01782178
35. Equipo de combate contra incendios.	0.01584158
39. Pruebas de Hermeticidad.	0.01386139
30. Tanque, Equipo y Bombas de Servicios.	0.01188119
31. Señalización.	0.01188119
33. Instalación Eléctrica.	0.00594059
34. Instalación Hidráulica y Sanitaria.	0.00594059
MANTENIMIENTO	**IMPACTABILIDAD**
40. Desmantelamiento de infraestructura.	0.04158416
41. Operación de maquinaria pesada y equipo.	0.02574257
43. Transporte de materiales y equipo.	0.01980198
42. Cierre de actividades.	0.01386139

Fuente: BIOTA, 2021.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, las actividades que tienen un mayor índice de impactabilidad en el ambiente son:

Tabla V. 28. Actividades con mayor Impactabilidad.

3. Despalme.	0.04356436
40. Desmantelamiento de infraestructura.	0.04158416
6. Mejoramiento del Terreno incluye Rellenos para dar niveles de piso.	0.03960396
13. Excavaciones.	0.03960396
7. Nivelación y Compactación.	0.03762376
5. Movimiento de tierras.	0.03564356
15. Rellenos (excavaciones y cimentaciones).	0.03564356
18. Áreas verdes.	0.03564356
2. Desmonte	0.03366337
16. Edificación, acabados y detalles.	0.03366337

Fuente: BIOTA, 2021.

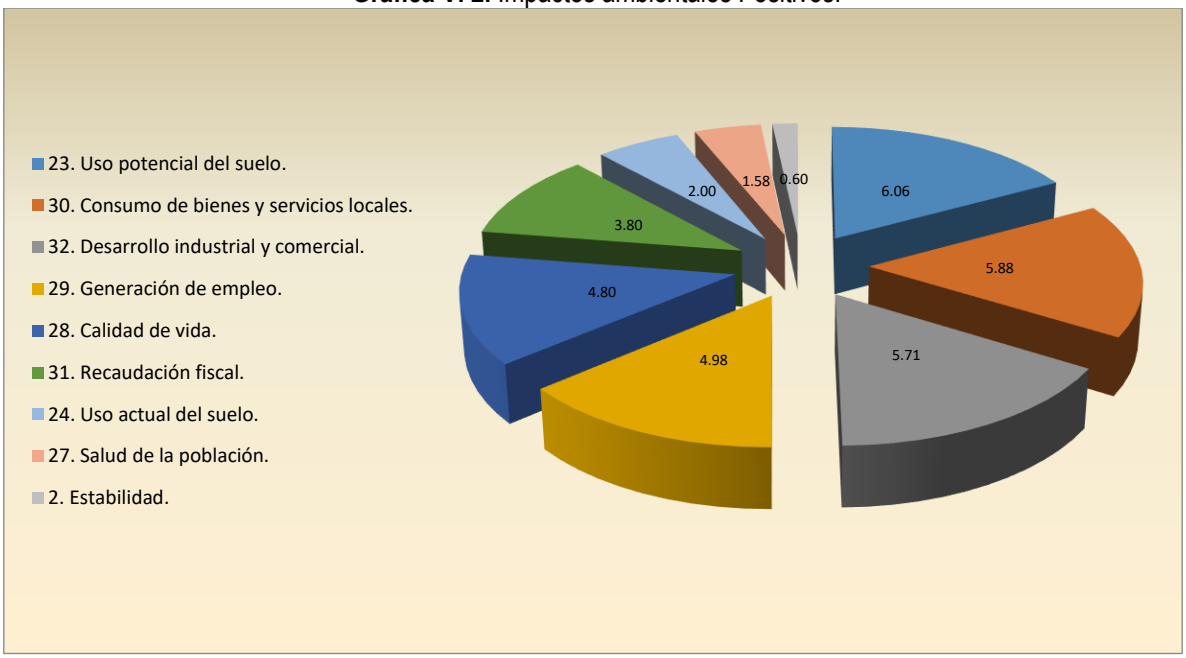
Los atributos ambientales con impactos ambientales positivos son:

Tabla V. 29. Impactos ambientales Positivos.

ATRIBUTO AMBIENTAL	PONDERACIÓN	FRECUENCIA	ÍNDICE POSITIVO
23. Uso potencial del suelo.	109	18	6.06
30. Consumo de bienes y servicios locales.	153	26	5.88
32. Desarrollo industrial y comercial.	80	14	5.71
29. Generación de empleo.	209	42	4.98
28. Calidad de vida.	72	15	4.80
31. Recaudación fiscal.	57	15	3.80
24. Uso actual del suelo.	18	9	2.00
27. Salud de la población.	19	12	1.58
2. Estabilidad.	3	5	0.60
23. Uso potencial del suelo.	109	18	6.06
30. Consumo de bienes y servicios locales.	153	26	5.88
32. Desarrollo industrial y comercial.	80	14	5.71
29. Generación de empleo.	209	42	4.98

Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica V. 2. Impactos ambientales Positivos.



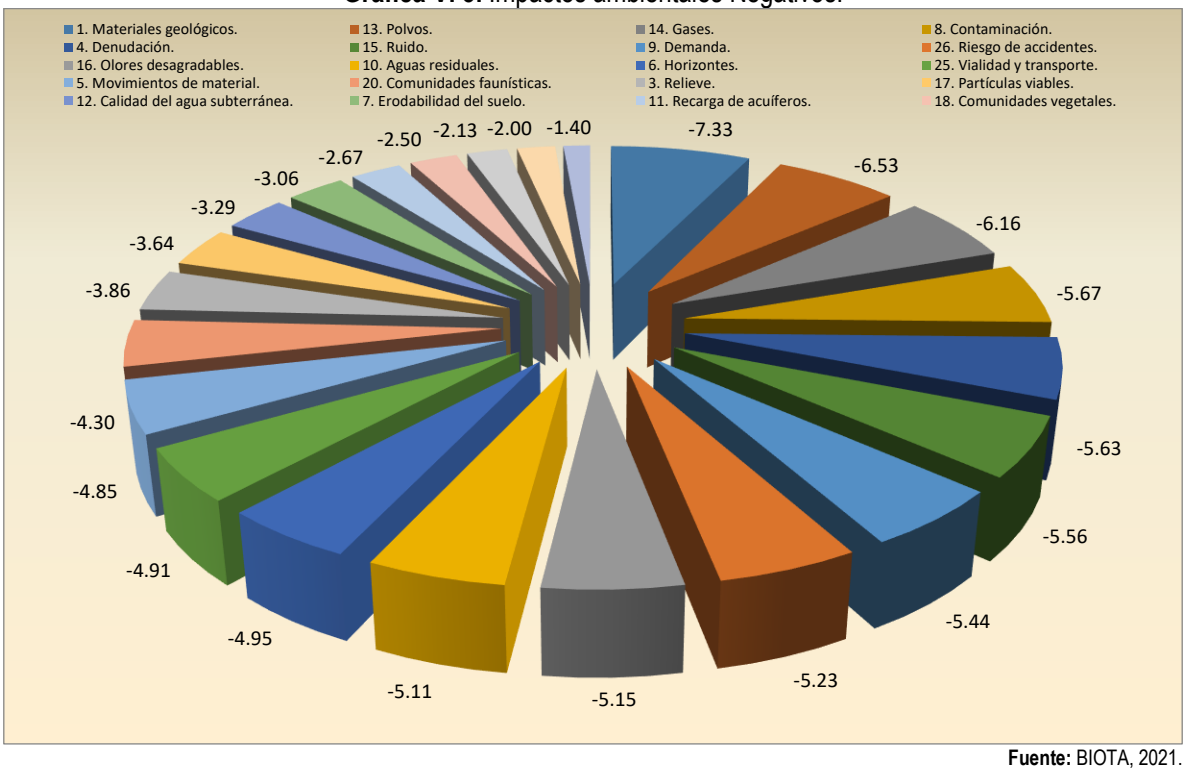
Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla V. 30. Impactos ambientales Negativos.

ATRIBUTO	IMPACTABILIDAD	FRECUENCIA	ÍNDICE
1. Materiales geológicos.	-22	3	-7.33
13. Polvos.	-196	30	-6.53
14. Gases.	-154	25	-6.16
8. Contaminación.	-34	6	-5.67
4. Denudación.	-45	8	-5.63
15. Ruido.	-189	34	-5.56
9. Demanda.	-147	27	-5.44
26. Riesgo de accidentes.	-162	31	-5.23
16. Olores desagradables.	-67	13	-5.15
10. Aguas residuales.	-92	18	-5.11
6. Horizontes.	-94	19	-4.95
25. Vialidad y transporte.	-113	23	-4.91
5. Movimientos de material.	-63	13	-4.85
20. Comunidades faunísticas.	-43	10	-4.30
3. Relieve.	-27	7	-3.86
17. Partículas viables.	-51	14	-3.64
12. Calidad del agua subterránea.	-23	7	-3.29
7. Erodabilidad del suelo.	-49	16	-3.06
11. Recarga de acuíferos.	-32	12	-2.67
18. Comunidades vegetales.	-15	6	-2.50
22. Estética.	-34	16	-2.13
21. Hábitat.	-12	6	-2.00
19. Hábitat.	-7	5	-1.40

Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica V. 3. Impactos ambientales Negativos.



Fuente: BIOTA, 2021.

La identificación de los impactos ambientales a partir de la matriz de interacción, entre las actividades del proyecto con los elementos del medio natural y socioeconómico, resulta en un total de 505 impactos ambientales o "interacciones", agrupados por cada etapa del proyecto, los cuales quedan distribuidos de la siguiente forma:

Tabla V. 31. Distribución de los impactos porcentuales por etapa.

IMPACTOS DETECTADOS	PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO	ABANDONO
	151	163	54	86	51
Porcentaje de impactos	29.90%	32.28%	10.69%	17.03%	10.10%

Fuente: BIOTA, 2021.

En el cuadro anterior, se observa que la mayor cantidad de impactos ambientales se presentan durante la etapa de Construcción, la cual concentra el 32.28% de los impactos ambientales identificados, destaca por otra parte la Etapa de Preparación del Sitio con 29.90%, le sigue el Mantenimiento con 17.03% y Operación con 10.69% y finalmente el Abandono 10.10%. A partir de la ponderación o evaluación de los impactos ambientales considerando 10 atributos de los impactos, se puede construir una tabla que representa el nivel o ponderación del grado de impactabilidad de cada una de las distintas etapas del proyecto, permitiendo anticiparse a las necesidades de establecer el conjunto integral de medidas de mitigación necesarias para atenuar los efectos negativos que habrían de presentarse a lo largo de la vida del proyecto.

SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS.

Una vez que se identificaron las interacciones entre el proyecto y el medio, y después de haber presentado la descripción de Impactos ambientales significativos, es posible observar que, como ocurre en cualquier proyecto de desarrollo, los impactos ambientales se manifiestan en diferentes intensidades, etapas y actividades, destacando para este proyecto la etapa de construcción, por lo cual se tiene un concentrado de actividades que producen impactos ambientales, con la finalidad de atender el número real de impactos derivados del proyecto, agrupados en tres diferentes categorías, contemplando los efectos positivos y negativos:

Tabla V. 32. Intervalos de los Impactos Positivos generados por las actividades del proyecto.

IMPACTOS POSITIVOS		
CATEGORÍA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
Alto Negativo	47	67
Medio Negativo	24	46
Bajo Negativo	1	23

Fuente: BIOTA, 2021.

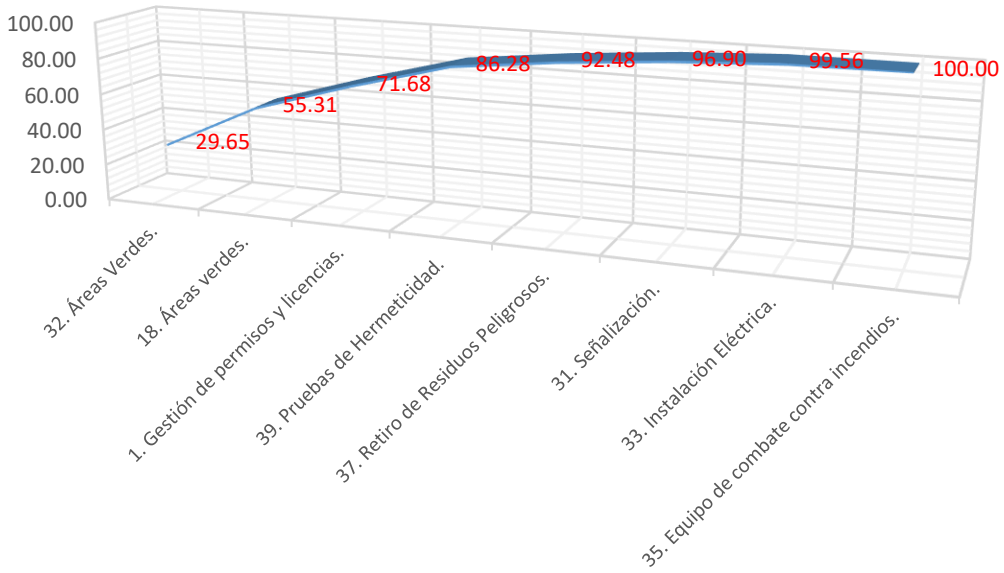
Tabla V. 33. Impactos ambientales relevantes Positivos.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS RELEVANTES		
	PONDERACIÓN	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
32. Áreas Verdes.	67	29.65	Alto Negativo
18. Áreas verdes.	58	55.31	Alto Negativo
1. Gestión de permisos y licencias.	37	71.68	Medio Negativo
39. Pruebas de Hermeticidad.	33	86.28	Medio Negativo
37. Retiro de Residuos Peligrosos.	14	92.48	Bajo Negativo
31. Señalización.	10	96.90	Bajo Negativo
33. Instalación Eléctrica.	6	99.56	Bajo Negativo
35. Equipo de combate contra incendios.	1	100.00	Bajo Negativo

Fuente: BIOTA, 2021.

La gráfica siguiente muestra la acumulación porcentual de los impactos positivos del proyecto:

Gráfica V. 4. Impactos significativos positivos.



Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla V. 34. Intervalos de los Impactos Negativos generados por las actividades del Proyecto.

IMPACTOS NEGATIVOS		
CATEGORÍA	**LÍMITE INFERIOR**	**LÍMITE SUPERIOR**
Alto Negativo	-70	-100
Medio Negativo	-36	-69
Bajo Negativo	-3	-35

Fuente: BIOTA, 2021.

En el siguiente cuadro se muestran las actividades con la mayor impactabilidad, que deben ser atendidas o minimizadas con la aplicación de medidas correctivas.

Tabla V. 35. Impactos ambientales Negativos relevantes del proyecto.

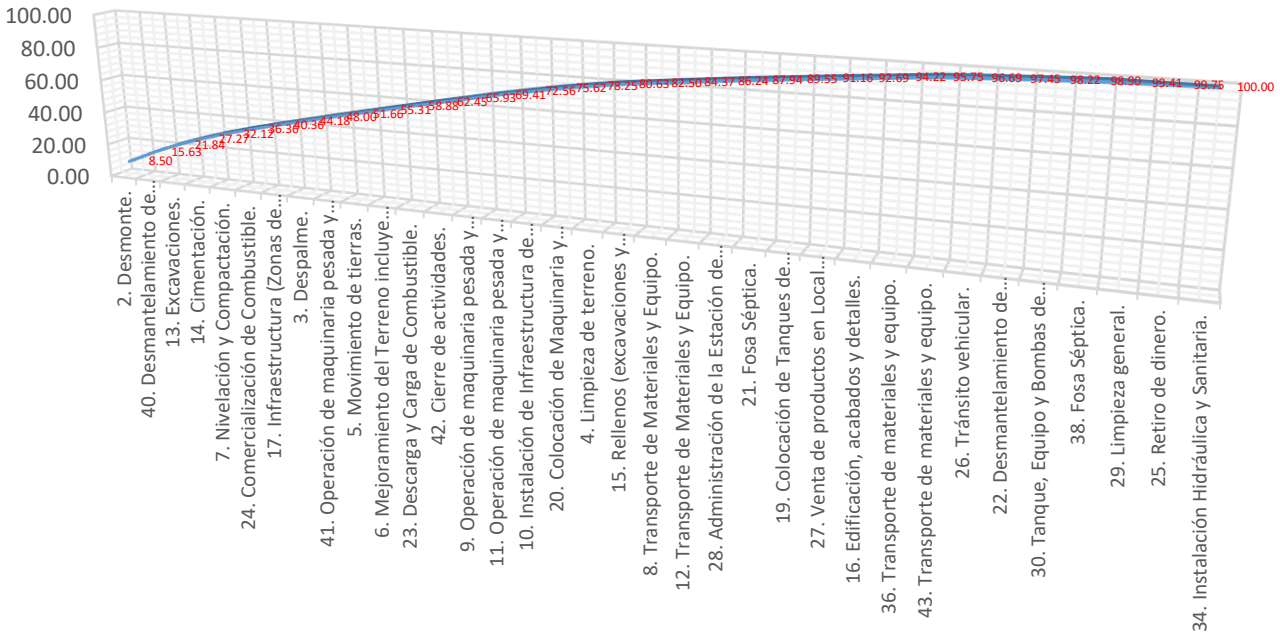
ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS RELEVANTES		
	PONDERACIÓN	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
2. Desmonte.	-100	8.50	Alto Negativo
40. Desmantelamiento de infraestructura.	-84	15.63	Alto Negativo
13. Excavaciones.	-73	21.84	Alto Negativo
14. Cimentación.	-64	27.27	Medio Negativo
7. Nivelación y Compactación.	-57	32.12	Medio Negativo
24. Comercialización de Combustible.	-50	36.36	Medio Negativo
17. Infraestructura (Zonas de Despacho, Local Comercial, Tienda de Conveniencia, Zona de Rodamiento, Estacionamiento, Etc.).	-47	40.36	Medio Negativo
3. Despalme.	-45	44.18	Medio Negativo
41. Operación de maquinaria pesada y equipo.	-45	48.00	Medio Negativo
5. Movimiento de tierras.	-43	51.66	Medio Negativo
6. Mejoramiento del Terreno incluye Rellenos para dar niveles de piso.	-43	55.31	Medio Negativo
23. Descarga y Carga de Combustible.	-42	58.88	Medio Negativo
42. Cierre de actividades.	-42	62.45	Medio Negativo
9. Operación de maquinaria pesada y equipo.	-41	65.93	Medio Negativo
11. Operación de maquinaria pesada y equipo.	-41	69.41	Medio Negativo
10. Instalación de Infraestructura de apoyo.	-37	72.56	Medio Negativo
20. Colocación de Maquinaria y Equipo para el proceso.	-36	75.62	Medio Negativo
4. Limpieza de terreno.	-31	78.25	Bajo Negativo
15. Rellenos (excavaciones y cimentaciones).	-28	80.63	Bajo Negativo

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS RELEVANTES		
	PONDERACIÓN	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
8. Transporte de Materiales y Equipo.	-22	82.50	Bajo Negativo
12. Transporte de Materiales y Equipo.	-22	84.37	Bajo Negativo
28. Administración de la Estación de Servicio.	-22	86.24	Bajo Negativo
21. Fosa Séptica.	-20	87.94	Bajo Negativo
19. Colocación de Tanques de Almacenamiento.	-19	89.55	Bajo Negativo
27. Venta de productos en Local Comercial y Tienda de Conveniencia	-19	91.16	Bajo Negativo
16. Edificación, acabados y detalles.	-18	92.69	Bajo Negativo
36. Transporte de materiales y equipo.	-18	94.22	Bajo Negativo
43. Transporte de materiales y equipo.	-18	95.75	Bajo Negativo
26. Tránsito vehicular.	-11	96.69	Bajo Negativo
22. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo.	-9	97.45	Bajo Negativo
30. Tanque, Equipo y Bombas de Servicios.	-9	98.22	Bajo Negativo
38. Fosa Séptica.	-8	98.90	Bajo Negativo
29. Limpieza general.	-6	99.41	Bajo Negativo
25. Retiro de dinero.	-4	99.75	Bajo Negativo
34. Instalación Hidráulica y Sanitaria.	-3	100.00	Bajo Negativo

Fuente: BIOTA, 2021.

La siguiente gráfica muestra la acumulación porcentual de las actividades con los impactos ambientales más significativos, hasta alcanzar el 100%, pero con la inclusión de su descripción y respectivas medidas de mitigación en el texto respectivo.

Gráfica V. 5. Actividades que alcanzan a producir el 100% de Impactos significativos negativos del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

A continuación, y en la siguiente tabla, se presenta la descripción de los impactos ambientales significativos modificados por estas actividades del proyecto.

Tabla V. 36. Descripción de los impactos ambientales adversos del proyecto.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN Y POSIBLES AFECTACIONES
Desmonte. (-100) Alto Negativo 8.50%	El desmonte de la vegetación, es un impacto de media magnitud e importancia, ya que elimina por completo los organismo que se encuentra presente en el predio proyecto, todo esto para permitir el inicio a las siguientes actividades, como es el despalme y continuar con la integración del proyecto. Indirectamente son afectados la fauna y el hábitat. Es un impacto permanente, que conduce a la reducción de la cobertura vegetal y del hábitat para la fauna, de comunidades vegetales cuya reintegración requiere un largo plazo y esfuerzos importantes, que se darán con la instalación de las áreas verdes proyectadas para el proyecto. Con este impacto se alcanza el 8.50% de los impactos significativos.
Desmantelamiento de infraestructura. (-84) Alto Negativo 15.63%	Esta actividad de se presentara en la fase de abandono la cual no se encuentra prevista por el promovente debido al éxito y los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo con los que se contara, sin embargo se evalúa para el presente proyecto, en esta actividad se contempla el quitar los tanques de almacenamiento, techumbres y demás instalaciones, por lo que será necesario utilizar maquinaria para la demolición así como transporte para el retiro de todo el manejo de residuos generados, abra necesidad de utilizar agua, con esta actividad se alcanza el 15.63% de las afectaciones producidas.
Excavaciones (-73) Alto Negativo 21.84%	La realización de estas actividades es esencial en la preparación del sitio y para la integración de tanques de almacenamiento y líneas de conducción de combustible y de energía eléctrica, con el efecto negativo de conformar y modificar de forma puntual y permanente la geomorfología local, así como la eliminación de los horizontes del suelo y permitir el asentamiento de la infraestructura. Esta actividad provocará la afectación parcial de la hidrología superficial, con intemperismo de los materiales geológicos expuestos, con procesos erosivos. Estas actividades se asocian al transporte de materiales con equipo pesado y movimiento de vehículos de carga y personal, que en consecuencia generan, de forma temporal y puntual, ruidos, emisiones a la atmósfera y polvos fugitivos, demanda de lubricantes, combustibles y aditivos, que finalmente se convierten en residuos peligrosos y que se deben manejar de acuerdo a un programa integral de residuos, así como el ahuyentamiento temporal de la fauna. Con esta actividad se alcanza el 21.84% de las afectaciones producidas
Cimentación. (-64) Medio Negativo 27.27%	La cimentación se refiere a la trasmisión de las cargas o elementos que se apoyaran en el suelo, esto se presenta básicamente en la construcción del edificio administrativo, en la tienda de conveniencia, el local comercial y la techumbre principalmente, se presentaran emisión a la atmosfera debido al uso de maquinaria, así mismo se tendrá la necesidad de utilizar agua para evitar la dispersión de polvos, al igual que las siguientes actividad se asocia a la presencia de los trabajadores, estos constituyen el 27.27% de los impactos identificados, presentando una ponderación Media.
Nivelación y Compactación (-57) Medio Negativo 32.12%	Las actividades de nivelación incluyendo la compactación se derivan del uso de vehículos de carga, equipo y maquinaria pesada, que habrá de realizar el movimiento de tierras, generando afectaciones puntuales y temporales de la calidad del aire, emisión de gases de combustión interna, ruidos intermitentes, así como la demanda de lubricantes, combustibles y aditivos, que se convierten en residuos peligrosos y que se deben manejar de acuerdo a un programa integral de residuos. Se incluye el movimiento de materiales, y a mediano plazo la compactación del suelo e intemperismo de los materiales geológicos. Se intensifica el ahuyentamiento de la fauna, destacando las aves y pequeños mamíferos, a pesar de que en la zona existente tiene mucha presencia humana. Con esta actividad representa el 32.12% de los impactos ambientales producidos.
Comercialización de Combustible. (-50) Medio Negativo 36.36%	Esta actividad representa la segunda actividad más riesgosa del proyecto en esta se generará emisiones a la atmosfera, así mismo habrá la generación de residuos de aceites gastados y lubricantes, considerados como residuos peligrosos, derivados de la venta en la estación de servicio. Se debe contar con un programa de manejo integral de estos residuos especiales y de peligrosos, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente. Este impacto alcanza el 36.36%
Infraestructura (Zonas de Despacho, Locales Comerciales, Zona de Rodamiento, Estacionamiento, Etc.). (-47) Medio Negativo 40.36%	Habrá la generación temporal y puntual de residuos de obra, tales como concreto, pintura, asfalto, materiales gravosos, madera, agua, restos de soldadura, residuos metálicos, entre otros elementos, así como aceites gastados y lubricantes, considerados como residuos peligrosos, derivados del mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos. Estos impactos concluyen al término de la etapa constructiva, pero es muy importante contar con un programa de manejo integral de residuos, dando cumplimiento cabal a la legislación y normatividad vigente. En todos los frentes de trabajo habrá la generación de residuos domésticos por parte del personal, derivado del consumo de alimentos y bebidas, que debe ser integrado al programa integral de residuos, lo cual incluye contenedores en el sitio de obra y su conducción al relleno sanitario municipal. Este conjunto de impactos ambientales alcanza el 40.36% de las afectaciones.
Despalme. (-45) Medio Negativo 44.18%	La integración de la infraestructura requiere la desaparición permanente del suelo, a lo largo del área de trabajo, asociado a la desaparición de la vegetación y de los horizontes edáficos, modificación del relieve y del patrón de escorrentía superficial, por lo cual se promoverá un incremento temporal de la erosión del suelo, así como la generación temporal y local gases de combustión a la atmósfera, polvos y ruidos, por el uso de maquinaria, vehículos y equipo pesado, para realizar el movimiento de materiales. La eliminación de la capa edáfica superficial, es una afectación permanente e irreversible, eliminando el sustrato de baja fertilidad y exponiendo el material geológico a procesos de intemperismo, principalmente hidrológico. Es un impacto permanente, de baja magnitud e importancia, debido a la reducción del hábitat para comunidades vegetales cuya reintegración será nula. Con esta actividad se empieza alcanzar casi la mitad de los impactos ambientales ya que se alcanza el 44.18% de los impactos ambientales identificados. Todas estas actividades son de gran importancia para la preservación de las características del ambiente, y por lo tanto merecen medidas de mitigación prioritarias.
Operación de maquinaria pesada y equipo. (-45) Incluye las diferentes fases de construcción. Medio Negativo 48.00%	La operación producirá emisiones a la atmósfera y ruido, así como la demanda de lubricantes, combustibles y aditivos, que finalmente se convierten en residuos peligrosos y que se deben manejar de acuerdo al programa integral de residuos, esto alcanza el 48.00% de los impactos alcanzados.

Movimiento de tierras. (-43) Alto Negativo 51.66%	Los movimientos de materiales y tierras se asocian a la presencia de vehículos de carga y de transporte de personal, consumo temporal de bienes y servicios, generación de gases de combustión, ruidos, generación de aguas residuales y residuos domésticos y de los sobrantes de materiales de construcción de las obras, con efectos indirectos temporales en la fauna local y vegetación, con lo cual se alcanza el 51.66% de los impactos ambientales acumulados; esta actividad se incluye dentro de la categoría de "Medio Negativo".
Mejoramiento del Terreno incluye Rellenos para dar niveles de piso. (-43) Medio Negativo 55.31%	Esta actividad se asocia a movimiento de vehículos de carga y de transporte, consumo temporal de bienes y servicios, generación de gases de combustión, ruidos, generación de aguas residuales y residuos domésticos y de los sobrantes de materiales, con efectos indirectos temporales en la fauna local, con lo cual se alcanza el 55.31% de los impactos ambientales acumulados; esta actividad se incluye dentro de la categoría de "Medio Negativo".
Descarga y Carga de Combustible. (-42) Medio Negativo 58.88%	Esta actividad representa la más riesgosa del proyecto en esta se generará emisiones a la atmosfera, así mismo habrá la generación de residuos tales como pintura, cartón, plástico, papel, etc., entre otros elementos sobrantes, así como aceites gastados y lubricantes, considerados como residuos peligrosos, derivados de la venta en la estación de servicio, aunado al uso para el mantenimiento preventivo y correctivo. Se debe contar con un programa de manejo integral de estos residuos especiales y de peligrosos, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente. Este impacto alcanza el 58.88%
Cierre de actividades. (-42) Medio Negativo 62.45%	Al igual que el desmantelamiento de la infraestructura esta actividad se considera dentro de la fase de abandono la cual no está prevista por el promovente, aquí se presenta la mayor generación impactos negativos sociales ya que se perderán fuentes de trabajo, la comercialización de productos que se solicitan para el funcionamiento de la estación se cancelará, así mismo el pago de impuestos se perderá en otros puntos importantes, con esta actividad se alcanza el 62.45%
Instalación de Infraestructura de apoyo. (-37) Medio Negativo 72.56%	La instalación de estas estructuras representa impactos puntuales, que son imprescindibles para darle continuidad al proyecto, los impactos en su mayoría serán reversibles. Estas actividades se asocian al transporte y movimiento de materiales con equipo pesado y movimiento de vehículos de carga y personal, que en consecuencia generan, de forma permanente y puntual, la eliminación de la cubierta vegetal, erosión del suelo, denudación del material geológico y temporalmente, ruidos, emisiones a la atmósfera y polvos fugitivos, así como afectaciones directas a la fauna incrementado su ahuyentamiento temporal, alcanzando el 72.56%
Colocación de Maquinaria y Equipo para el proceso (-36). Medio Negativo 75.62%	Esta actividad incluye la temporal presencia humana y de vehículos, el transporte de materiales con equipo pesado y movimiento de vehículos de carga y personal, que han de ocasionar, de forma temporal y puntual, ruidos, emisiones a la atmósfera y polvos fugitivos, así como afectaciones temporales a la fauna, principalmente a organismos de lenta movilidad, así como su ahuyentamiento temporal. Con esta actividad se alcanza el 75.62% de las afectaciones producidas por el proyecto.
Limpieza de terreno. (-31) Bajo Negativo 78.25%	La limpieza en los sitios donde se integra toda el área del proyecto, ocasiona un efecto permanente, de baja magnitud e importancia y con efectos locales. Con esta actividad, se continua con el inicio de las acciones que generan impactos ambientales dentro de la categoría de "Bajo Negativo", donde se alcanza prácticamente más del 70% de los impactos ambientales identificados, mostrando que la curva de acumulación continua con su comportamiento asintótico.
Rellenos (excavaciones y Cimentaciones). (-28) Bajo Negativo 80.63%	Esta actividad se asocia a movimiento de vehículos de carga y de transporte, consumo temporal de bienes y servicios, generación de gases de combustión, ruidos, generación de aguas residuales y residuos domésticos y de los sobrantes de materiales, con efectos indirectos temporales en la fauna local, con lo cual se alcanza el 80.63% de los impactos ambientales acumulados; esta actividad se incluye dentro de la categoría de "Bajo Negativo".

Fuente: BIOTA, 2021.

De esta forma se identificaron **43 Actividades** durante todas las etapas para el proyecto y **32 elementos** del Medio Natural y Socioeconómico sobre los cuales la obra ejerce algún tipo de interacción. Con estas variables se identificaron y evaluaron los Impactos Ambientales, y de manera subsiguiente se procede a determinar el nivel de impactabilidad del proyecto, que es del 36.70%, del conjunto de actividades analizadas; lo anterior permitirá establecer o diseñar las medidas de mitigación encaminadas a reducir el nivel de afectación sobre cada uno de los elementos ambientales a lo largo de la vida del proyecto. Para cuantificar las interacciones entre las actividades del proyecto y los elementos ambientales de los Medios Natural y Socioeconómico se diseñó una matriz de correlación, la cual permite conocer el nivel de impactabilidad de las actividades y el nivel de afectabilidad de los elementos sociales, económicos o naturales. De esta manera se tiene un índice que resulta en un número para una categorización y mejor comprensión del impacto ambiental generado por el proyecto. Estos índices permiten deducir dentro de una escala predeterminada de 0 a 20, valores que pueden ser negativos y positivos y en escala porcentual, la relación entre el agente generador de impactos con el elemento impactado; el primero califica de cada una de las actividades del proyecto su capacidad de generar impactos sobre los diferentes elementos analizados, mientras que el segundo permite conocer cuáles serán los elementos más afectados. De esta manera se conocen las actividades que propician desde una sola afectación hasta aquellas que son capaces de provocar un amplio espectro de impactos al medio; por otra parte, en esta interacción identificada, se reconoce los elementos más susceptibles de ser afectados por una sola actividad o por varias durante cada una de las etapas del proyecto.

VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO.

AFECTACIÓN SOBRE UNIDADES DE PAISAJE.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo a una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Sistema Ambiental Local, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:70,000 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, harán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a daros numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ESTIMADOS CON MÉTODOS ESPECÍFICOS DE LA RELACIÓN SIN PROYECTO Y CON PROYECTO.

El método que se emplea es el propuesto por Gabriel Ortiz para proyectos en una sola opción de trazo. Este método basa la valoración del impacto ambiental en dependencia de la ponderación del valor relativo dado a los tipos de vegetación, unidades ambientales o de paisaje en función de los siguientes criterios:

- Grado de cobertura.
- Estructura espacial
- Diversidad en la etapa serial de la sucesión.
- Estado de conservación.
- Endemismos.

Según estos criterios se valora cada una de las unidades de 1 al 10.
El procedimiento para extraer el índice de impacto es el siguiente:

$$C_i = \frac{\sum Su * V}{Sr} * 100$$

Dónde:
Su=Es la superficie de las unidades a valorar y
V= es el valor de conservación (ponderación).
Sr: Superficie equivalente de las unidades de vegetación consideradas en el ámbito geográfico de referencia.

Esta superficie equivalente se extrae de la sumatoria de todas las superficies de las unidades consideradas en la región geográfica estudiada multiplicadas por su correspondiente grado de conservación. El resultado del cálculo del índice es expresado en porcentaje y para su interpretación se ha de tener en cuenta la situación **sin proyecto**, que debe ser del 100%, a esta situación sin proyecto se le resta el resultado de la estimación **con proyecto**. Si las pérdidas de superficie equivalente son superiores a un 30% o próximas a un tercio, el trazo del proyecto es inadmisible y, en consecuencia, se debe modificar la propuesta.

IMPACTO DE LAS OBRAS PROPUESTAS PARA "MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO".

El Sistema Ambiental Local del proyecto cuenta con una superficie total de 419.76 hectáreas, de las cuales un 71.38% corresponden con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia lo cual es igual a 99.62 hectáreas, en segundo lugar, se ubica el uso de suelo designado como urbano construido con el 28.62% restante, es decir 120.13 hectáreas. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

Tabla V. 37. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Local (INEGI, 2015).

SUPERFICIE SISTEMA AMBIENTAL LOCAL = 419.76			
USV SAR SERIE VI INEGI			
CVE_UNION	**DESCRIPCIÓN**	**ÁREA (HECTÁREAS)**	**PORCENTAJE**
AH	URBANO CONSTRUIDO	120.13	28.62%
VSA/SMQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	299.62	71.38%
TOTAL		**419.76**	100.00%

Fuente: BIOTA, 2021.

Para el presente análisis se tomaron en cuenta las imágenes satelitales, los vídeos tomados por el dron durante la visita a campo y la misma visita para determinar distintas zonas más específicas del Sistema Ambiental Local, entre otras, el estado actual de la zona, la vegetación de la selva, la infraestructura de transporte, por señalar algunas. Las siguientes unidades de paisaje fueron las que se encontraron dentro del SAR, siendo la más representativa la vegetación secundaria arbustiva selva mediana subperennifolia con el 83.72% con 351.44 hectáreas, seguida del uso de suelo designado como urbano construido con el 14.00% con 58.78 hectáreas. En la siguiente tabla se muestran el resto de las unidades de paisaje:

Tabla V. 38. Unidades del paisaje presentes en el SAL.

Unidad de paisaje	Área (has)	Porcentaje (%)
Camino tipo brecha	0.054	0.013%
Calles	9.38	2.23%
Urbano construido	58.78	14.00%
Carretera de terracería	0.12	0.03%
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	351.44	83.72%
TOTAL	**419.76**	**100.00%**

Fuente: BIOTA, 2021.

A continuación, se muestra lo siguiente:

a) El inventario ambiental determinado a escala 1:10,000.
b) La valoración del impacto ambiental, mediante índices de impacto.

Se presenta la cartografía general realizada, a escala 1: 10,000, indicando el Sistema Ambiental Regional, con la inserción del trazo existente del camino. El mapa anterior permite conocer el espacio en el que se inserta el proyecto.

RESULTADOS.

Análisis del Coeficiente de Impacto (Ci), incluyendo las unidades de paisaje señaladas anteriormente.

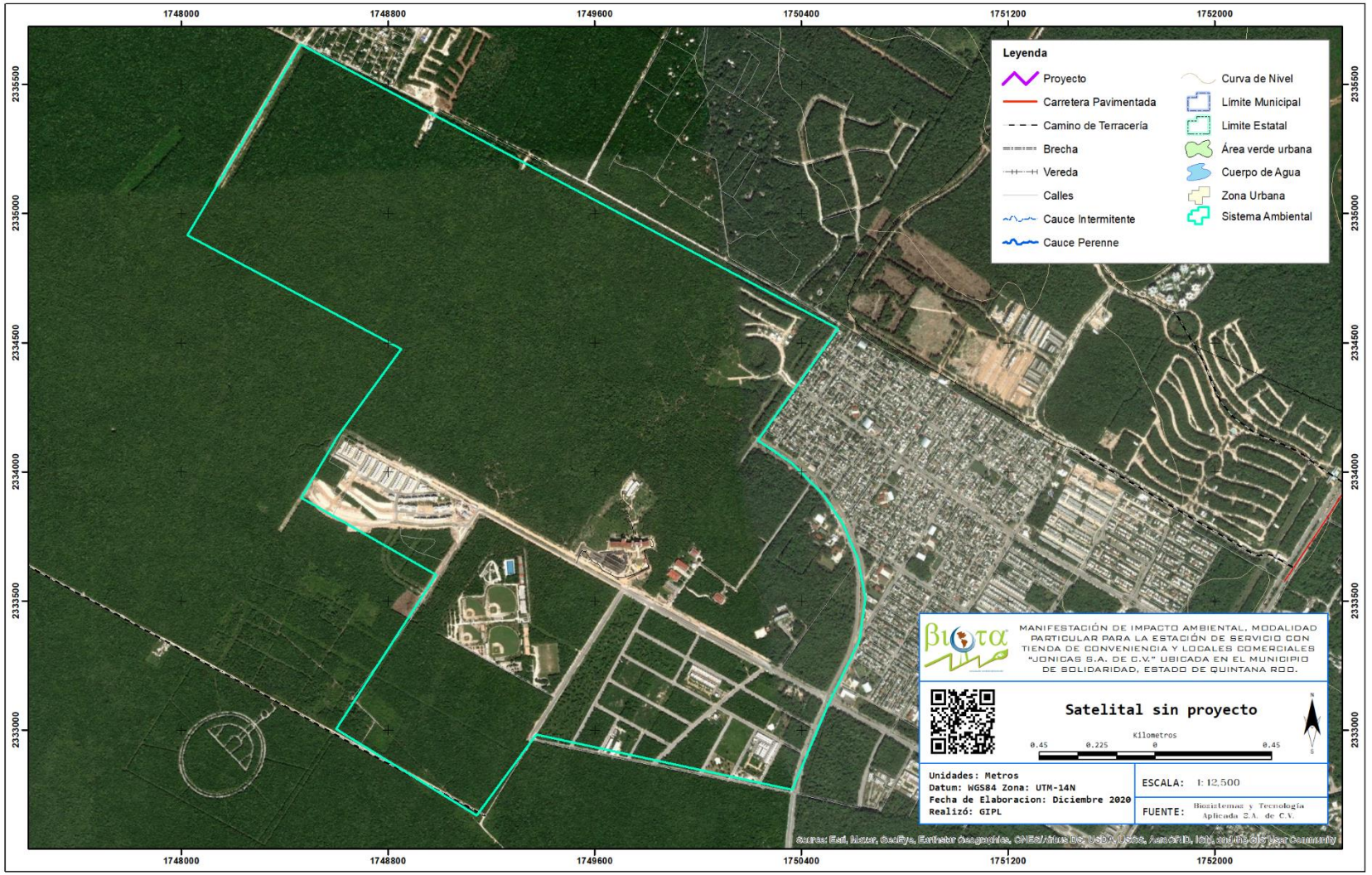
Tabla V. 39. Análisis regional a escala 1:10,000.

Unidades Ambientales	Superficie Ha (Su)	Valor De Conservación (V)	Superficie Equivalente (Se)	Índice De Impacto (Ci) Sin Proyecto
Camino tipo brecha	0.054	5	0.27	100
Calles	9.38	5	46.88	
Urbano construido	58.78	5	293.88	
Carretera de terracería	0.12	5	0.58	
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	351.44	7	2460.07	
Total, en la Región	419.76			
Total, Superficie Equivalente			2801.68	
Ci				

Fuente: BIOTA, 2021.

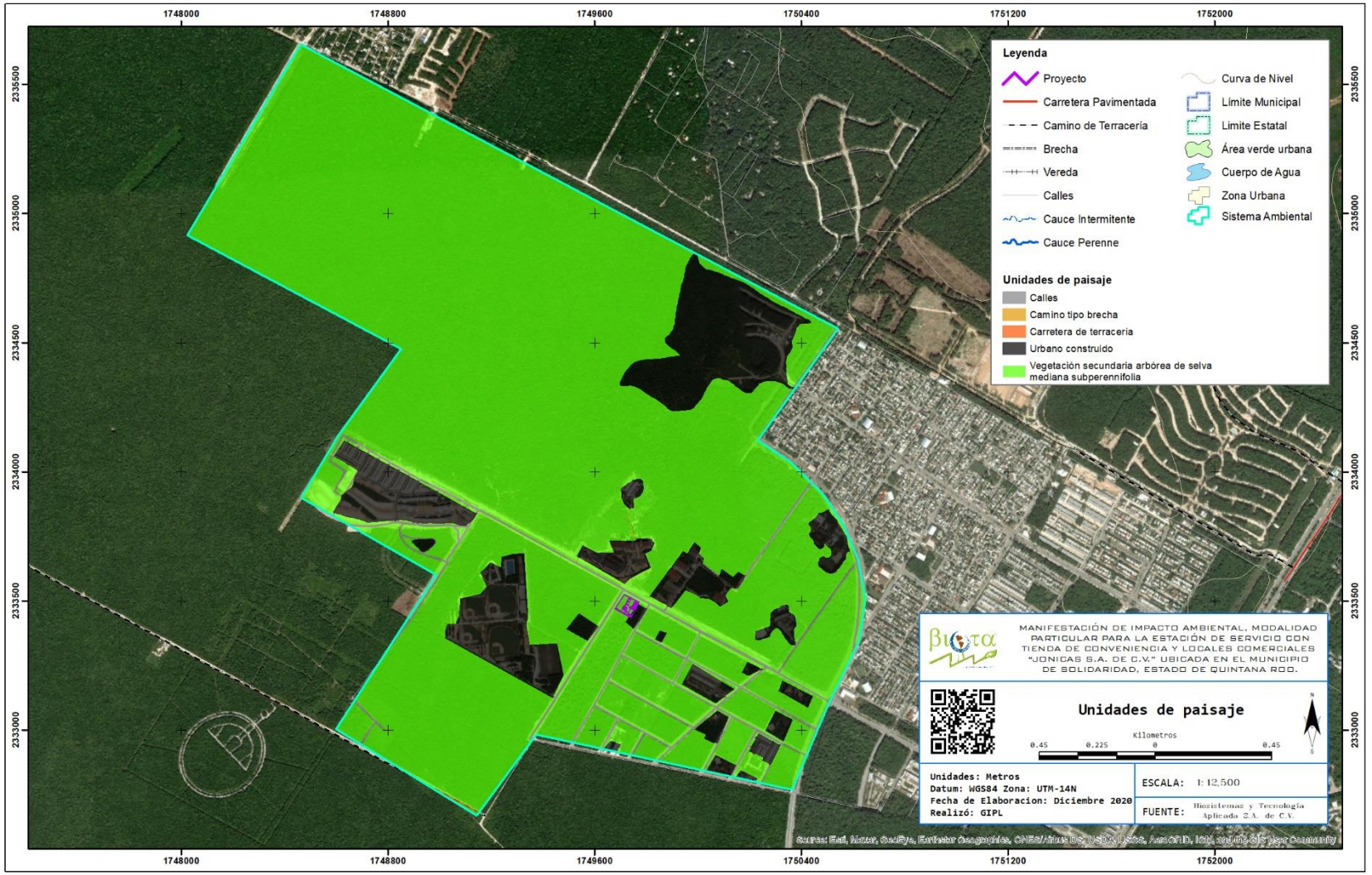
El 100% representa el indicador para la situación **sin proyecto.**

Imagen V. 15. Condición actual del Sistema Ambiental Local sin unidades de paisaje y sin proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen V. 16. Condición actual del Sistema Ambiental Local sin proyecto con imagen satelital.



Fuente: BIOTA, 2021.

A continuación, se realizará un análisis una vez ingresado el predio del proyecto, para ponderar la viabilidad y compatibilidad de la propuesta antes de su ingreso. Las siguientes son las unidades de paisaje que serán afectadas por el ingreso del predio del proyecto:

Tabla V. 40. Afectación Total a las unidades de paisaje.

UNIDAD DE PAISAJE	ÁREA (HAS)	ÁREA (MTS²)	PORCENTAJE (%)
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.430034	4,300.34	100.00%
TOTAL	0.430034	4,300.34	100.00%

Fuente: BIOTA, 2021.

Como se puede observar en la tabla anterior, la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia es la unidad de paisaje con afectación por el ingreso del predio del proyecto con el 100.00% que corresponden con 0.430034 hectáreas, es decir 4,300.34 m^2. La siguiente tabla evalúa la pérdida de esta unidad de paisaje:

Tabla V. 41. Ponderación regional a escala 1:10,00 una vez ingresado el proyecto.

UNIDADES AMBIENTALES	SUPERFICIE HA (SU)	SUPERFICIE ELIMINADA	SUPERFICIE REMANENTE	VALOR DE CONSERVACIÓN	SUPERFICIE EQUIVALENTE	ÍNDICE DE IMPACTO CON PROYECTO
Camino tipo brecha	0.054	0.00	0.054	5	0.269	87.36%
Calles	9.38	0.00	9.376	5	46.882	
Urbano construido	58.78	0.00	58.775	5	293.876	
Carretera de terracería	0.12	0.00	0.116	5	0.581	
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	351.44	0.430034	351.008	6	2106.049	
Total, en la Región	419.760	0.430034	419.330	**6.28**		
Total, Superficie Equivalente con Proyecto					2447.658	
Total, Superficie Equivalente sin Proyecto					2801.677	
Ci						

Fuente: BIOTA, 2021.

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta por la estación de servicio con tienda de conveniencia y locales comerciales “Jonicas, ,S.A. de C.V.”, ubicada en el Municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo, a la resolución indicada las superficies de intervención por el proyecto existente.

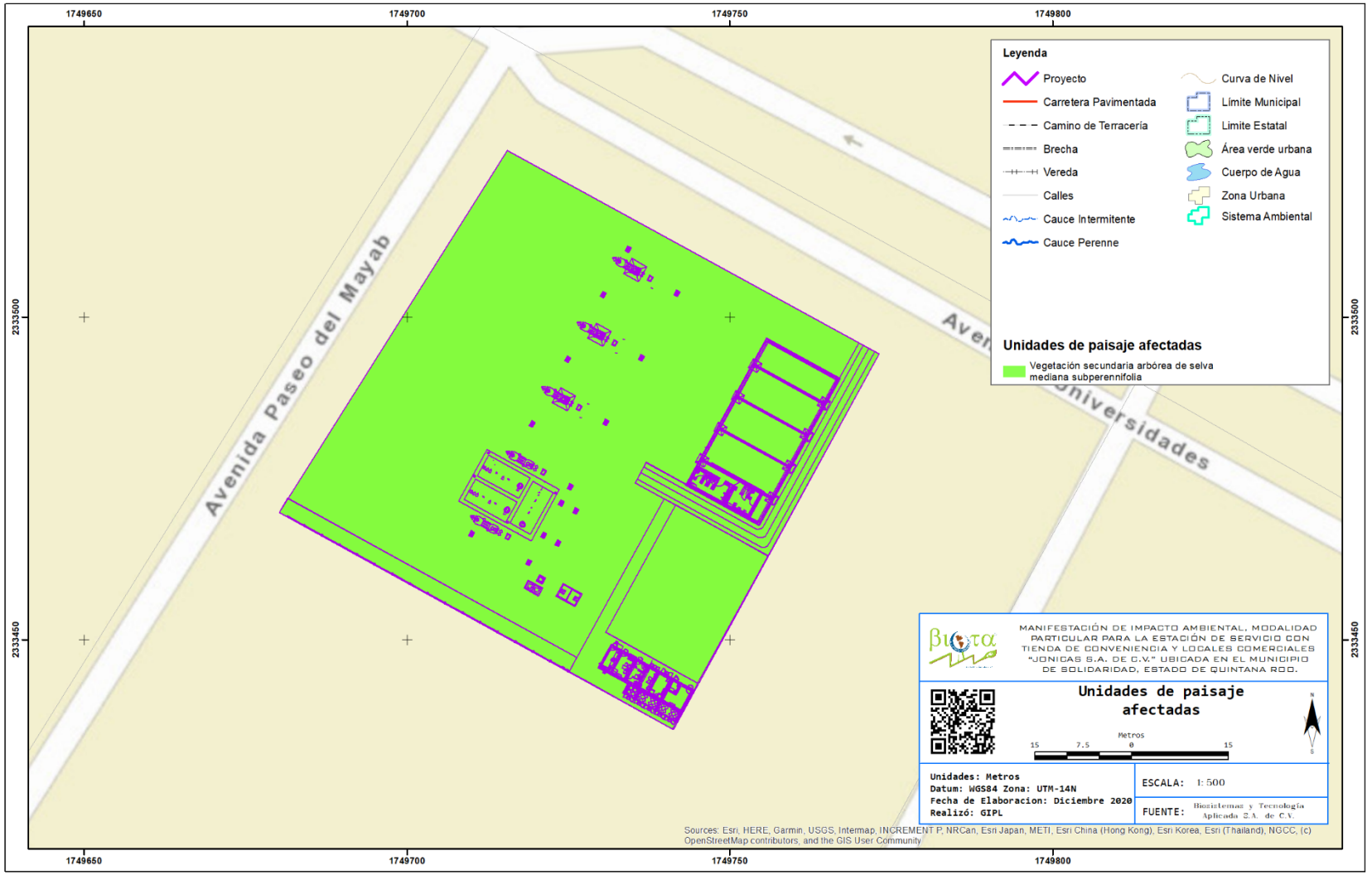
Tabla V. 42. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente

Índice de impacto (Ci) sin proyecto	Índice de impacto (Ci) con proyecto	Diferencia entre situación con y sin proyecto	Diagnóstico
100.00%	87.36%	12.64%	Compatible

Fuente: BIOTA, 2021.

Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del 12.64% entre la situación sin proyecto y con proyecto existente. Se puede calificar el impacto, así valorado, como compatible.

Imagen V. 17. Condiciones actuales del Sistema Ambiental Local con Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen V. 18. Condición actual del Sistema Ambiental Artificial con proyecto con imagen satelital.

Fuente: BIOTA, 2021.

INDICADORES DE IMPACTO

A continuación, se presenta una serie de índices cuantitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia de la integración del proyecto, donde se ha considerado incluir aquellos que puedan ser representativos, relevantes, medibles y de fácil identificación y seguimiento. Por otra parte, y dado que estos indicadores de impacto varían a lo largo del tiempo, de acuerdo con la etapa en que se encuentra, se presentan para cada fase del proyecto la factibilidad de su aplicación, cuyo nivel de detalle y cuantificación se irán evaluando, analizando y atendiendo con la medida de mitigación respectiva, al momento del desarrollo del proyecto.

Tabla V. 43. Índices Cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales.

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA			
		PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Relieve e Inestabilidad.	Superficie afectada de la geomorfología.	X			
Vegetación y Hábitat.	Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal.	X			X
	Volumen reincorporado al suelo como sustrato.	X			
	Numero de organismos propagados.		X	X	X
	Supervivencia de organismos sembrados.			X	X
	Superficie rehabilitada con vegetación local.		X	X	X
Fauna.	Número de organismos reubicados.	X	X		X
	Numero de madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	X	X		X
	Número de cursos de educación y capacitación ambiental.	X	X	X	
Suelo.	Volumen de suelo almacenado y reutilizado.	X	X		
Hidrología Superficial.	Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial.	X	X		
	Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces.	X	X		
	Calidad del Agua.				X
Seguridad en el transporte.	Número de accidentes ocurridos y lugar de incidencia.				X
Seguridad e higiene en el trabajo.	Número de accidentes laborales por actividad.	X	X		

Fuente: BIOTA, 2021.

Como se observa en el cuadro anterior, los Indicadores de Impacto Ambiental seleccionados cubren todos los factores ambientales que se identificaron como susceptibles de sufrir algún tipo de afectación, lo cual permite un monitoreo, valoración y atención a la calidad ambiental de los diferentes atributos y en consecuencia, tener presente la necesidad de dar cumplimiento a las medidas de mitigación precisas para atender y compensar las modificaciones negativas que habrán de ocurrir por la realización del proyecto. Cabe destacar que los principales indicadores de impacto deben ser atendidos durante la Etapa de Preparación del Sitio y en segunda jerarquía durante la etapa de Construcción del proyecto. A continuación, se presentan los elementos ambientales del Sistema Ambiental Local considerados como sensibles a la presencia de alguna actividad o condición derivada de la ejecución del proyecto y su breve descripción.

Tabla V. 44. Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto.

FACTOR AMBIENTAL DEL SAR	ELEMENTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Suelo.	Características físicas y químicas.	Se considera las modificaciones del pH, granulométrica, composición química, etc.
	Grado de erosión.	Desgaste superficial por actividades del proyecto; influyendo en su estabilidad en el área de estudio.
Atmósfera.	Calidad del Aire.	Se devalúan en función de la emisión de gases o partículas a lo largo del desarrollo del proyecto.
	Generación de Ruido.	Niveles de ruido asociados a cada actividad.
Hidrología Superficial.	Calidad del Agua.	Variación en la calidad del agua en el área de estudio debido a actividades del proyecto, así como el cambio que pudiera presentarse en los usos actuales al agua disponible en el área y en el patrón de drenaje existente.
	Usos.	
	Patrón de drenaje.	
	Disponibilidad del recurso.	
Geomorfología.	Modificación del relieve.	Se evalúan las modificaciones que pudieran sufrir las formas originales del relieve dentro del área de estudio (modificación del relieve).
Flora.	Cobertura vegetal.	Magnitud de la superficie cubierta por vegetación.
	Diversidad de especies	El número de especies vegetales diferentes presentes dentro del Sistema Ambiental.
	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	La existencia de especies vegetales que se encuentren bajo algún estatus de protección especial de acuerdo con esta norma o con alguna disposición internacional, dentro del área de estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.
Fauna terrestre.	Patrones de distribución.	Las afectaciones que pudieran sufrir alguna modificación de los patrones de distribución de las especies de fauna presentes en el área de estudio y las modificaciones a sufrir la abundancia y diversidad de la fauna.
	Abundancia y Diversidad.	

Fuente: BIOTA, 2021.

LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO

En el siguiente cuadro, se detallan los indicadores de impacto ambiental enunciados para el proyecto, incluyendo la forma de evaluación y el comportamiento a lo largo del tiempo.

Tabla V. 45. Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental.

INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTOS DE EVALUACIÓN
Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal.	Cuantificar el número de organismos y posteriormente cuantificar la superficie final afectada por las actividades del proyecto.
Volumen de restos vegetales triturados y reincorporada al suelo como sustrato.	Estimar el volumen de restos de vegetación triturada y adicionada al suelo recuperado, lo cual da como resultado el volumen final reutilizado.
Numero de organismos vegetales propagados.	Considerar el número de especies protegidas o endémicas propagadas, ya sea mediante su propagación vegetativa u otro tipo de germoplasma.
Supervivencia de organismos sembrados.	Desarrollar campañas de revegetación en diferentes espacios, en las áreas verdes, terrenos en recuperación, o de interés ecológico y cuantificar el número de organismos sembrados y tasa de sobrevivencia.
Superficie rehabilitada con vegetación local.	Estimar la superficie rehabilitada por la incorporación de vegetación local de interés.
Número de organismos reubicados	Cuantificar el número de organismos de especies endémicas o de interés ecológico, reubicados a lo largo del desarrollo y establecimiento del proyecto.
Madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	Cuantificar el número de madrigueras o nidos rescatados y que son reubicados a lo largo del proceso de desarrollo y establecimiento del proyecto.
Cursos de educación y capacitación ambiental.	Número de cursos de educación y capacitación ambiental ofrecidos a la población local y trabajadores de la empresa constructora.
Volumen de suelo almacenado y reutilizado.	Cuantificar el volumen de suelo retirado y almacenado, para ser utilizado en la recuperación ecológica, ya sea espacios afectados o en otros terrenos de interés particular de la población, incluso en bancos de materiales o cobertura de residuos.
Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial.	Realizar estudios conforme a la normatividad aplicable.
Número de accidentes laborales por actividad.	Llevar periódicamente un registro pormenorizado de los accidentes e incidentes laborales derivados de todas las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Fuente: BIOTA, 2021.

ÍNDICE GENERAL

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 2
VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 2
VI.2. IMPACTOS RESIDUALES. 9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI. 1. Recursos forestales valorados para el proyecto. 3
Tabla VI. 2. Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna. 4
Tabla VI. 3. Medidas de mitigación por componente ambiental. 4
Tabla VI. 4. Clasificación de los servicios ambientales en relación a cada subsistema en particular. 11

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen VI. 1. Tabla de medidas de mitigación. 2
Imagen VI. 2. Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas. 10

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

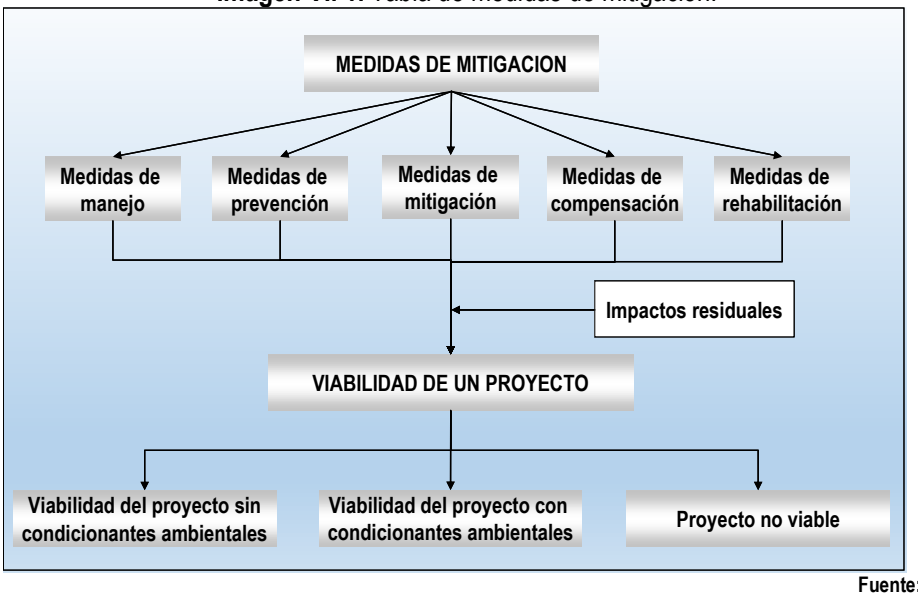
Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación puntual en cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto, desde la selección del sitio, hasta el abandono del proyecto, permite la disminución de los impactos ambientales, estas son una herramienta para prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados, donde el conjunto de medidas de mitigación generará efectos benéficos con la capacidad de movilizar la respuesta positiva hacia otros factores ambientales, e inclusive ofrecen un efecto atenuador de otros impactos indirectos, derivados ya sea de las actividades del proyecto. Las medidas pueden incluir uno o varios de los beneficios siguientes:

1. Evitar el impacto total, al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
2. Minimizar los impactos, al limitar la magnitud del proyecto.
3. Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
4. Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
5. Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

Las medidas de mitigación se clasifican de la siguiente forma, mostrando el grado en que será abatido cada impacto adverso:

1. **Medidas preventivas.** Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
2. **Medidas de rehabilitación.** Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto o algunas obras o actividades específicas de éste o sus etapas, para conservar la estructura y funcionalidad del área donde se ejecutará el proyecto.
3. **Medidas de compensación.** Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.
4. **Medidas de reducción.** Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema se encontrarán entre los niveles mínimos.

Imagen VI. 1. Tabla de medidas de mitigación.



Fuente: BIOTA, 2021.

RECURSOS FORESTALES EXISTENTES EN EL PROYECTO.

Se define Recursos Forestales como:

"La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como lo suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales".

Se define Servicios Ambientales como:

"Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otro".

Considerando lo dicho, a continuación, se presenta los recursos forestales que pudieran sufrir algún daño por la ejecución del proyecto.

Tabla VI. 1. Recursos forestales valorados para el proyecto.

COMPONENTE	SISTEMA	FACTOR	RECURSO	DESCRIPCIÓN
FLORA Y FAUNA.	Biológico.	Flora.	Vegetación.	Este término es referido a todo tipo de vegetación (plantas) que pertenecen específicamente a una región geográfica determinada, sobre todo cuando se trata de aquellas plantas endémicas o autóctonas de una zona específica, referido a las plantas que nacen allí y es muy poco probable que se observen en otra región por sí solas.
		Fauna.	Animales.	Es el conjunto de animales que son originarios o propios de una zona o región geográfica determinada, en este campo se incluye a todas las especies que existen en ese espacio específico, pudiéndose encontrar en un sistema ecológico determinado.
RECURSOS FORESTALES.	Físico.	Suelo.	Materia orgánica.	El término "humus", designa a las sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan, preponderantemente, de la descomposición de materias de origen exclusivamente vegetal, tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso.
		Agua.	Agua en cantidad y calidad.	En términos de calidad, distribución en el tiempo y cantidad, para uso urbano, rural, industrial e hidroeléctrico, mediante protección y uso sostenible de acuíferos, manantiales, fuentes de agua en general, protección y recuperación de cuencas y microcuencas, etc.
	Ambiental.	Servicios ambientales .	Hábitat.	Es el espacio que ocupa una población o especie específica, así mismo reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia.
			Biodiversidad.	Servicio global sobre el cual se fundamenta la sobrevivencia de los recursos naturales- mediante la protección y uso sostenible de especies, conservación de los ecosistemas y los procesos ecológicos de los cuales se deriva la diversidad biológica y formas de vida, así como acceso a elementos de la biodiversidad para fines científicos y comerciales.
			Generación de oxígeno.	Los árboles, arbustos y hierbas, como todo organismo vegetal, mediante la fotosíntesis absorben el CO_2, fijan el carbono en biomasa (es decir, crecen), y liberan oxígeno.
			Amortiguamiento de fenómenos naturales.	La biodiversidad que existe en los bosques puede reducir la vulnerabilidad de una zona a los desastres naturales. Es indispensable asegurar la cobertura boscosa y el manejo de las áreas, ya que contribuye a reducir la compactación de los suelos mejorando así su capacidad de absorción, disminuyendo las inundaciones y derrumbes en zonas agrícolas, ayudando a reducir las condiciones que favorecen los incendios y a proteger contra sequías y la desertización.
			Regulación climática.	En la regulación del clima global participan todos los sistemas de la naturaleza: la atmósfera e hidrosfera (sobre todo los océanos), la criósfera (hielo, nieve), litosfera (corteza terrestre) y biosfera. En las últimas décadas, también el ser humano (como causante del aumento en la emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y el metano) se ha convertido en un factor que afecta al clima.
			Captura de carbono.	Los bosques almacenan y secuestran carbono, contribuyendo a reducir el calentamiento global mediante la disminución de los gases de efecto invernadero. A través de su gestión sostenible, son importantes sumideros de estos gases, por lo que funcionan como amortiguadores del impacto que ocasionan los cambios climáticos.
			Paisaje.	Referida específicamente a la belleza escénica, derivada de la presencia de bosques, paisajes naturales y elementos de la biodiversidad, que son los atractivos.

Fuente: BIOTA, 2021.

Enfocándonos específicamente en el proyecto, podemos encontrar los siguientes impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna.

Tabla VI. 2. Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna.

FACTOR.	IMPACTO
RECURSOS FORESTALES.	Pérdida de la cobertura vegetal.
	Disminución de la calidad y cantidad de agua.
	Pérdida de la captura de carbono.
	Pérdida de generación de oxígeno.
	Alteración de la Modulación o regulación climática.
	Alteración del paisaje.
	Afectación a la biodiversidad.
	Afectación al suelo.
	Perdida del suelo orgánico.
FLORA.	Afectación a la biodiversidad.
FAUNA.	Afectación a la biodiversidad.
	Desplazamiento de especies.

Fuente: BIOTA, 2021.

De manera convencional se entiende como medidas contra impactos a todas aquellas acciones realizadas con el fin de prevenir, reducir y remediar la afectación al ambiente. Por lo que el objetivo del presente capítulo se enfoca en las medidas propuestas para contrarrestar los efectos ocasionados por la ejecución del proyecto. Las medidas de mitigación propuestas se consideran como una estrategia de protección y conservación ambiental siendo que las medidas a aplicar han sido enfocadas a las etapas comprendidas del proyecto.

Tabla VI. 3. Medidas de mitigación por componente ambiental.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Aire	Ruido	El proyecto ocasionara que los vehículos, maquinaria y la presencia de las personas emitan ruido en diferentes niveles y lapsos.	Los vehículos utilizados deberán contar con la verificación vehicular correspondiente.
			Se deberá tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
			Deberá de realizar trabajos en horarios diurnos.
			Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible
	Calidad del aire	Se generarán gases de combustión por el uso de vehículos y maquinaria, así mismo por la descarga y carga de combustible. Durante las actividades de desmonte, despalme, cortes, nivelación y conformación del terreno, se utilizará maquinaria y equipo, la cual ocasionará una disminución de la calidad de aire, debido a la generación de emisiones de gases contaminantes, producto de la combustión interna de sus motores.	Los vehículos utilizados deberán contar con la verificación vehicular y o legislación ambiental aplicable.
			Se deberá tener un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
			Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible
	Partículas suspendidas	Se generarán gases de combustión por el uso de vehículos y maquinaria. El aire se verá ligeramente afectado por los polvos generados durante el desmonte y despalme.	Se realizarán actividades de riego con agua tratada en áreas de vialidades de terracería para evitar la generación de material particulado.
			Se deberán humedecer cuando sea necesario las áreas que se estén trabajando y que puedan generar material particulado.
			Se contará con un programa de mantenimiento preventivo a vehículos manteniendo los registros actualizados.
	Niveles de ruido	El uso de maquinaria y vehículos producirá ruido en diversas magnitudes y en diferentes periodos. Se trabajará en horarios matutinos que no afecten a la fauna nocturna principalmente mamíferos.	La maquinaria, vehículos y equipo contarán con un Programa de mantenimiento preventivo, manteniendo los registros actualizados.
			En caso de existir un Programa de Verificación Vehicular, se cumplirá con la emisión de ruido de vehículos automotores y serán evaluados conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994.
			Los equipos de mayor emisión de ruido serán utilizados en horarios de actividad diurna.
			Los vehículos utilizados deberán contar con la verificación vehicular correspondiente
			Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para

			reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible.
Geología y Geomorfología	Relieve y Microrelieve	Debido a necesidad de realizar la fosa de los tanques de almacenamiento puede presentar una inestabilidad de los taludes.	Se limitarán las zonas de excavación únicamente a las zonas definidas en el Proyecto. En la zona en donde se encuentran las excavaciones se deberá tener una estabilización de estos. Es necesario realizar la estabilización de los taludes presentes. El material generado por los trabajos de excavación se trasladará a sitios de tiro autorizado, para su disposición final, esto para el que no sea utilizado en la obra.
Suelo	Estructura del suelo	El despalme es la actividad primaria que impacta al suelo, eliminando la capa superficial. Los procesos de excavación también modifican los horizontes del suelo.	Se delimitará el área de trabajo previo al inicio de actividades, con el objetivo de solo afectar los sitios destinados a la construcción y operación El suelo retirado deberá colocar se un área en donde no se realice construcción, cubriendo el material para que no haya dispersión.
	Calidad del suelo	El efecto de presencia de personal, uso de maquinaria y equipo, se puede presentar contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos. Debido a la operación, se generarán residuos sólidos urbanos y peligrosos los cuales en caso de manejo inadecuado pueden llegar a contaminar el suelo. El suelo se podría contaminar debido al derrame de combustible que utilizaran la maquinaria y los vehículos en la zona, así como por fugas en el tanque de almacenamiento.	Se elaborará e implementará el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en cuanto a la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas que incluirá el Plan son los siguientes: • Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial • Programa de Manejo de Residuos Peligrosos Se monitoreará la detección de derrames de hidrocarburos en las áreas del proyecto, para evitar su conducción al suelo, esto con el monitoreo que cuenta la estación dentro de las fosas y que fue descrito.
	Erosión	El desmonte deja expuesto al suelo. El despalme y las actividades de nivelación, excavación, relleno y compactación dejan expuesto el material edáfico que queda expuesto a los procesos erosivos.	Se realizarán constantes riegos con agua tratada durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción, en el área del Proyecto.
Vegetación	Estructura y composición	Se afectarán especies por el derribo de estos.	Se implementará el Programa mantenimiento de áreas verdes. Se dispondrá un área verde dentro de la estación de servicio. Se recuperarán los elementos arbóreos eliminados.
Fauna	Abundancia y distribución de las comunidades	Durante las actividades y por efecto de la actividad humana y de maquinaría, la mayoría de la fauna se desplazará a sitios adyacentes con el mismo tipo de vegetación. Se tiene fauna de lento desplazamiento y de hábitos subterráneos, que se verán impactados.	Previo a las actividades en caso de ser factible nidos y madrigueras Realizar acciones para ahuyentar y rescatar las especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento. De la misma forma se capacitará al personal respecto a los individuos.
	Hábitat	Es importante conservar los hábitats presentes en el proyecto.	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.
Paisaje	Calidad escénica	Debido a la eliminación de la vegetación natural en la zona, se presentará un cambio de la calidad del pasaje existente. Al introducir el proyecto se modificará la calidad paisajística de la zona.	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.
Hidrología superficial	Hidrodinámica	El proyecto puede ocasionar residuos que si no se controlan adecuadamente pueden contaminar el agua residual. Se pueden tener derrames de hidrocarburos o de otro tipo de líquidos.	Mantener en óptimas condiciones de uso la maquinaria y equipo utilizado.
	Calidad del agua		Se llevará a cabo el monitoreo de detección de derrames de hidrocarburos o de cualquier sustancia en la zona del proyecto. Contar con un programa de desazolve de la instalación hidráulica. Se tendrá una trampa de aceites, así mismo existen drenajes separados estas acciones evitara que el agua residual y de servicios se mezcle y se descargue juntos.

			Se monitoreará la detección de derrames de hidrocarburos o de otras sustancias en las áreas del proyecto, para evitar su infiltración al acuífero.
Bióticos	Flora, Fauna y Hábitat	El proyecto tendrá un efecto sobre los factores bióticos de la zona, se tendrá un fuerte impacto de la zona por la instalación del proyecto.	Mantener en óptimas condiciones la zona destinada de área verde.

Fuente: BIOTA, 2021.

Como medida de mitigación adicional la Estación de Servicio será responsable de ejecutar programas ambientales, los cuales ayudarán a restablecer paulatinamente las condiciones del sitio y en algunas zonas frenar el deterioro de esta; los programas que se deberán ejecutar son los siguientes:

- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Programa de Restauración.
- Programa de Protección de Flora y Fauna.
- Programa de mantenimiento de áreas verdes.
- Programa de Residuos.

A continuación, se señalan las medidas de prevención y control para mitigar las afectaciones ambientales a partir de su identificación, evaluación y análisis, agrupado por actividades.

PREPARACIÓN DEL SITIO.

1. Deberá sujetarse estrictamente durante la construcción, instalación, equipamiento y operación de la Estación de Servicio NOM-005-ASEA-2016 “Diseño, Construcción, Mantenimiento y Operación de Estaciones de Servicio para fines específicos y en su modalidad de autoconsumo.
2. Deberá respetar las distancias y restricciones de construcción.
3. Controlar las emisiones a la atmósfera de la maquinaria pesada con un programa de mantenimiento periódico del equipo, responsabilidad de la empresa contratante.
4. Los vehículos utilizados en la preparación y construcción deberán acreditar el programa de verificación vehicular obligatoria y circular con el escape cerrado.
5. Evitar la utilización de combustibles contaminantes, ya sea residuos sólidos o diésel para cocción de alimentos. De preferencia contratar el servicio de alimentos en cocinas establecidas o vecinos de la cercanía.
6. La generación del Polvo es controlable bajo la operación en fase húmeda.
7. Para trabajar en fase húmeda se deberá comprar el agua a pipas privadas o promover la “cosecha de lluvia” y su almacenamiento en la cisterna.
8. Los vehículos de carga que transporten materiales para el proyecto deberán estar cubiertos con lonas, para evitar su dispersión a lo largo del camino, como se estipula en el Reglamento de Tránsito vigente.
9. Se deberán instalar sanitarios portátiles durante la ejecución de la obra (un sanitario cada 20 trabajadores), para evitar el fecalismo al aire libre y contaminación por la dispersión de heces fecales.
10. Reutilizar los residuos de escombro, suelo y material geológico, derivado de las excavaciones en el relleno y nivelación.
11. Establecer un programa de vigilancia permanente en el acceso durante la entrada y salida de vehículos, para evitar accidentes en las vialidades colindantes, así como acumulación de vehículos que deben ingresar al predio y provoquen caos vehicular.
12. Se recomienda que la mano de obra contratada durante toda la ejecución de las obras sea preferentemente de la localidad.
13. Evitar la utilización de los residuos vegetales o de madera, para encender fogatas y ser utilizadas para calentamiento de los trabajadores durante días de mucho frío.
14. Concientizar a los trabajadores para que respeten la fauna de los alrededores (principalmente la avifauna).
15. El material producto de la preparación del sitio y construcción se dispondrá en un área de almacenamiento temporal donde dicho material deberá encontrarse cubierto evitando en todo momento su dispersión, hasta el momento de ser reutilizado en rellenos o ser llevado a disposición a final en el sitio de determine el H. Municipio.

16. Se deberá seguir las indicaciones del Estudio de Mecánica de suelos tomando en consideración lo señalado para la estabilización de los taludes, los muros de contención y el relleno.

CONSTRUCCIÓN.

1. Incluir una protección adicional y señalamientos preventivos a lo largo de las vialidades colindantes, para protección de los peatones.
2. Durante esta etapa se debe evitar defecar al aire libre, utilizando baños existentes portátiles, de preferencia uno por cada 20 trabajadores.
3. Para mejorar las condiciones actuales de flora y fauna, se recomienda la incorporación de árboles de especies que integren y fortalezcan una adecuada arquitectura del paisaje, con una densidad que embellezca el lugar.
4. Es necesario tomar medidas adecuadas de seguridad en el trabajo, a fin de evitar accidentes potenciales a los trabajadores.
5. Extremar la seguridad durante la realización de movimientos vehiculares, en el ingreso y salida, para evitar accidentes con peatones u otros vehículos en la incorporación de las vialidades colindantes.
6. Durante todas las etapas los trabajadores deberán utilizar ropa adecuada para su seguridad, botas, casco, guantes, arneses, y estar inscritos en el Instituto Mexicano del Seguro Social.
7. En el predio, se deberá contar con un botiquín para la atención de pequeños accidentes.
8. Incorporar al proyecto mano de obra de la localidad.
9. Los residuos de la construcción pueden ser utilizados en la nivelación y relleno, en su defecto deben ser dispuestos donde lo indique el municipio.
10. Los residuos tales como: recortes de varilla, papel, plásticos y madera se deberán separar y destinar a compañías que se dediquen al reciclaje de dichos materiales.
11. La recepción de los materiales que se van a utilizar para proyecto en cuestión se realizará únicamente dentro del predio.
12. Los materiales que se requieran para el proyecto deberán provenir en su totalidad de yacimientos de materiales pétreos que cuenten con autorización por parte de esta secretaria o, en su caso, de casas comerciales que se dediquen a su venta.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

1. Los residuos sólidos serán dispuestos en contenedores destinados exprofeso para su almacenamiento temporal, finalmente darle el manejo adecuado.
2. Favorecer la “cosecha de lluvia”, canalizando el agua pluvial que caiga en los techos hacia la cisterna, que puede ser utilizado en la limpieza, sanitarios o riego de áreas verdes.
3. Aunque el proyecto requerirá de poca cantidad de agua, se deberán usar muebles sanitarios con sistemas de ahorro de agua.
4. De igual manera deberá haber un mantenimiento mecánico de equipo que genere ruido, como compresoras, así como su anclaje al piso, evitando su vibración.
5. Se deberá dar mantenimiento continuo a las áreas verdes, a fin de conservar vivos los organismos vegetales introducidos y la armonía visual del proyecto.
6. Elaborar un plan de manejo de contingencias, vulnerabilidad y protección civil.
7. Dar capacitación en el trabajo permanente a todo el personal y sobre todo estableciendo la prohibición de realizar operaciones inseguras en el manejo de la Gasolina, así como planes de seguridad, incluyendo simulacros y combate contra incendio, sabotaje y robo.
8. Acreditar o certificar al personal en el manejo de combustibles, a través de los programas de certificación laboral.
9. Colocar señalamientos preventivos y restrictivos sobre las vialidades colindantes, 100 metros antes de la entrada a la Estación de Servicio.
10. Otorgar un mantenimiento permanente en las bahías y vialidades de acceso al frente de la Estación de Servicio, a lo largo de las vialidades colindantes.
11. Establecer un programa de vigilancia permanente, en el acceso y salida de vehículos sobre de las vialidades colindantes, evitando la posibilidad de alguna colisión y fatales consecuencias.

12. Contar y cumplir con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para disminuir al mínimo los factores de riesgo en la Estación de Servicio.
13. Contar con un programa calendarizado de reemplazo de los elementos estratégicos mayores, antes de concluir su vida útil.
14. Contar con una bitácora de operación, mantenimiento, reemplazo de equipo, capacitación e incidentes que ocurren durante la vida de la Estación de Servicio.
15. Obtener su Registro en Materia de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial, así mismo contar con una bitácora para estos.
16. Obtener su Registro en Materia de Aguas Residuales.
17. Dar mantenimiento a la fosa séptica.
18. Los residuos peligrosos tales como: aceites y grasas y aceites, deberán ser almacenados temporalmente en tambos metálicos con tapa, los cuales serán dispuestos en un sitio techado y ventilado y con dique de contención, su manejo y disposición final deberá efectuarse de acuerdo con lo establecido en el reglamento de la ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente, en materia de Residuos Peligrosos.
19. Deberá contar con una bitácora dentro de la estación de servicio donde se establezca los volúmenes de manejo y generación de residuos no peligrosos y su disposición final.

ABANDONO.

1. En el caso de llegar a esta decisión se deberá liquidar a los empleados conforme a la ley y recomendarlos en otras empresas cercanas u otorgar cartas de recomendación para que realicen la búsqueda de trabajo de manera particular.
2. Realizar un estudio conforme a Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

VI.2. IMPACTOS RESIDUALES.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del Proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del "costo ambiental" del Proyecto, entendiendo por tal, la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAL. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos que no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas son considerados como impactos residuales. Derivado de lo anterior el Proyecto generará los siguientes impactos residuales negativos:

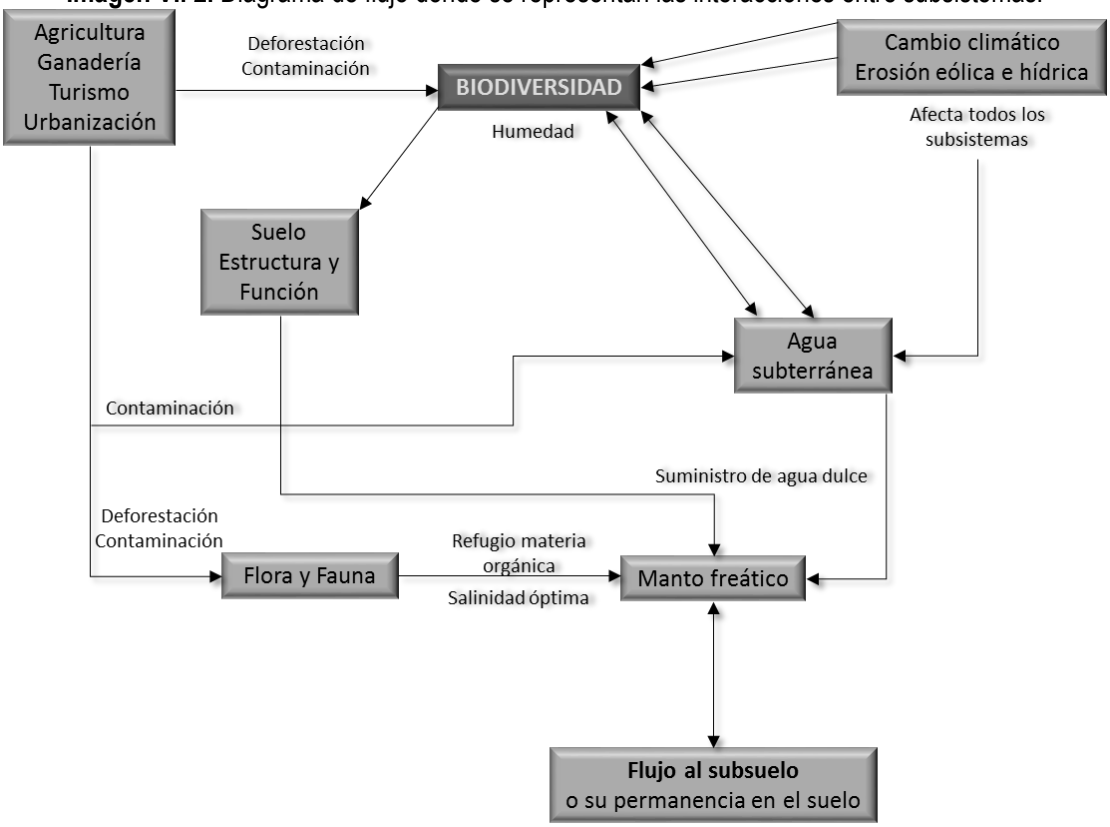
a) Pérdida de cobertura vegetal y cambio del uso del suelo.
b) Perdida de las características geológicas y geomorfológicas
c) Pérdida de suelos, con modificación permanente por la excavación y nivelación.
d) Perdida del hábitat
e) Perdida de la estética del paisaje.

En cuanto a la calidad del aire es un factor que se afecta durante todo el proyecto, y que mantendrá esa afectación de forma permanente con el comportamiento derivado de la dispersión de contaminantes y nuevas aportaciones, principalmente, por incremento del flujo vehicular.

SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO.

La Ley define a los **servicios ambientales** como los beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano, (Art. 7, fracc LXI, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable). Se define entonces como servicios ambientales a las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas por medio de los cuales la naturaleza y el hombre obtienen algún beneficio. Estos servicios mantienen la biodiversidad y a la vez, ésta brinda servicios ambientales y la producción de bienes tales como alimento, agua, madera, combustibles y fibras, entre otros. Un ecosistema es el conjunto de interrelaciones entre componentes bióticos y abióticos, las interacciones generan procesos propios del sistema como el ciclo de materia y el flujo de energía; estos procesos son dinámicos y abiertos, algunos de ellos medibles en series de tiempo que pueden ser de carácter geológico. El flujo de energía a través de las especies que componen el sistema, se estructura en forma espacial y temporal jerárquicamente en tiempo y espacio (Maass et al, 1995; en Martínez, 2003). La eficiencia y permanencia de los procesos depende de la biodiversidad de especies, es decir, la diversidad biológica de un ecosistema es variable. Por biodiversidad se entiende "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas." (Artículo 3, fracción IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente). Es decir, es la variedad de vida en la Tierra en todos los niveles, desde genes hasta poblaciones mundiales de una misma especie; de comunidades de especies que comparten una misma pequeña área de un hábitat hasta ecosistemas mundiales. Cuando en una región existen diferentes ecosistemas, se entiende que dicha región está compuesta por subsistemas que establecen entre sí una serie de interacciones que en algunas ocasiones son recíprocas y en otras, constituyen servicios ambientales esenciales para el funcionamiento de otras partes del sistema. Estos servicios incluyen los de provisión, también llamados bienes; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural, y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos.

Imagen VI. 2. Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas.



Fuente: BIOTA, 2021.

El estudio del estado de los servicios ambientales de un ecosistema particular, está limitado por la cantidad de información disponible, la cual está en relación a la importancia relativa que dichos servicios representan para las comunidades humanas (Balvanera, 2009). De acuerdo a lo anterior, las políticas definidas por la autoridad ambiental federal para proteger la biodiversidad en diferentes niveles, considera en particular a los:

- **Ecosistemas** que se caracterizan por tener altos niveles de biodiversidad (riqueza de especies), elevado número de especies endémicas (bajo algún estatus de riesgo), importante flujo de especies migratorias; por su relevancia social a niveles económicos, culturales y científicos, y por ser la unidad de referencia en los procesos y ciclos bióticos y abióticos de nuestro planeta.
- **Especies y comunidades** que se encuentran bajo algún estatus de riesgo, aquellas que han sido domesticadas o cultivadas, también las que tienen un valor agregado del tipo médico, agrícola o social (económica, cultural o científica) y especies indicadoras (de deterioro o conservación).
- **Genotipos** que se refieren al linaje y continuidad de las especies lo cual conlleva un significado social, económico y/o científico.

Con base en lo anterior, la riqueza biótica del área de cambio se describe con detalle en el apartado descriptivo y analítico del medio biótico (capítulo IV de este documento), asimismo, se destaca que el enfoque que se hace de este rubro se centra en la biodiversidad de especies y de ecosistemas, en virtud de que, debido a los alcances del presente estudio, no es posible y no existe información disponible de la biodiversidad a nivel genético. Con base en dicha información, la línea de base que define el **estatus de diversidad biológica bajo un enfoque ecosistémico**, equivale a asegurar que los ecosistemas funcionen saludablemente, por lo que al ser evaluados en los apartados correspondientes a fauna y a vegetación se utilizaron indicadores que reportaron proyecciones integrales, no precisadas por límites artificiales.

El enfoque ecosistémico adoptado asume una perspectiva de largo plazo soportada en la determinación del estatus de "línea-base de biodiversidad" y en un manejo adaptativo, que considera la dinámica natural de los ecosistemas, lo incierto e impredecible de sus funciones, sus conductas y sus respuestas. Esta fue la estrategia central, con la cual se orientó la integración de este capítulo. Otra estrategia asumida corresponde al **uso sustentable de los recursos de la biodiversidad**, para ello, la identificación de los impactos ambientales consecuencia del cambio de uso de suelo en los terrenos forestales de las áreas se dirigió a identificar, proteger y promover el uso sustentable de los recursos bióticos, a fin de que se reconozcan los beneficios de la biodiversidad que provee soporte a sistemas esenciales para la vida y los servicios de ecosistemas; así como el costo de reemplazar esos servicios.

En una primera aproximación, la zona esta dada por un grupo de subsistemas que interactúan entre sí, definidos de manera práctica por los tipos de vegetación con diversos grados de conservación. Cada uno de estos componentes constituye una unidad funcional compleja que incluye sus propias comunidades biológicas y condiciones ambientales particulares. Los diferentes ecosistemas proporcionan un conjunto específico de servicios ambientales, y de la misma manera, entre ellos conforman un equilibrio individual. Por tal motivo es necesario particularizar en los servicios ambientales de los subsistemas en los cuales las áreas incidirán. Cabe señalar que la importancia del servicio ambiental depende del sector de población que resulta beneficiado, que presta dentro del área que se vería afectada por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales; de tal forma que un servicio ambiental puede ser de beneficio generalizado para la población (como el servicio de captura y secuestro de dióxido de carbono) o sólo de beneficio a grupos reducidos, como en el caso de uso no comerciales o porción extraíble como comida. Como se mencionó con anterioridad, los diferentes ecosistemas proporcionan un conjunto particular de servicios ambientales y de igual forma, la calidad de los servicios que ofrece será diferencial dependiendo del ecosistema y sus características. Por lo cual, cada uno de los sistemas que ocupará el proyecto será valorado en relación al tipo de servicio ambiental que ofrece y a la calidad de este.

Tabla VI. 4. Clasificación de los servicios ambientales en relación a cada subsistema en particular.

FUNCIÓN	BIEN O SERVICIO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO AMBIENTAL
Almacenamiento y retención de agua	Captura de agua Conservación de la calidad del agua	Papel del ecosistema en la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos.
Regulación de la composición química atmosférica	Captura de carbono Sumidero de carbono	Balance de niveles de CO_2/O_2, SOx y otros gases.
Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales	Amortiguamiento de los impactos naturales	Capacidad del ecosistema de dar respuesta a adaptarse a fluctuaciones ambientales brindando protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales principalmente controlados por la estructura de la vegetación.
Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global	Modulación o regulación climática	Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos climáticos a niveles local y global a través de la regulación de gases de efectos invernadero.
Riqueza de especies y hábitat para poblaciones residentes y bajo estatus de protección.	Conservación de la biodiversidad Conservación de acervos genéticos Provisión de hábitats de especies silvestres y de valor comercial	Desempeña papel de semillero, hábitat de especies regionales y locales, y bajo estatus de protección.
Retención del suelo dentro del ecosistema	Formación y recuperación de suelos Conservación de la fertilidad del suelo Conservación física del suelo	Prevención de la pérdida de suelo por el viento, escorrentía y otros procesos de remoción.
Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas	Belleza paisajística Medio para ecoturismo	Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, caza, pesca deportiva, campismo, observadores de aves y otras actividades de aprovechamiento no extractivo. Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científicos del ecosistema.
Obtención de productos de uso comercial de forma directa	Alimento Materias primas	Proveer de materias primas tales como resinas, maderas, alimentos, agua, etc., que pueden ser aprovechados por el hombre.

Fuente: BIOTA, 2021.

Analizando los impactos ambientales identificados por la ejecución del proyecto en sus distintas etapas, de la magnitud y sentido de cada uno de ellos, de la evaluación y descripción realizada, así como de las medidas de mitigación consideradas en el diseño y concepción del proyecto y aquellas que pueden ser adoptadas para minimizar los efectos negativos al medio físico, biótico, social y económico, aunado a considerar las alteraciones que ha sufrido el sitio debido a las actividades antropogénicas destacando la actividad primaria (servicios y habitacional, principalmente), modificándose sus condiciones originales; se determinó que en el desarrollo del proyecto se generarán algunos impactos ambientales negativos, los cuales **NO SE CONSIDERAN SIGNIFICATIVOS**. El impacto residual benéfico consiste en la oferta comercial de combustibles, contribuyendo al desarrollo local y regional.

ÍNDICE GENERAL.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 2
VII.1. PRONÓSTICOS DEL ESCENARIO. 2
VII.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 18
VII.3. CONCLUSIONES. 28

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen VII 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Aire). 3
Imagen VII 2. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Suelo). 5
Imagen VII 3. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Hidrología). 6
Imagen VII 4. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Geomorfología). 8
Imagen VII 5. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Vegetación). 9
Imagen VII 6. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Fauna). 10
Imagen VII 7. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Presencia Antrópica). 12
Imagen VII 8. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Proyecto. 14
Imagen VII 9. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%. 15
Imagen VII 10. Esquema PER – Indicadores de Calidad Ambiental. 16
Imagen VII 11.Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental. 21

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla VII 1. Ponderación del Aire. 2
Tabla VII 2. Ponderación del Suelo. 4
Tabla VII 3. Ponderación de la Hidrología. 6
Tabla VII 4. Ponderación de la Geomorfología. 7
Tabla VII 5. Ponderación de la Vegetación. 9
Tabla VII 6. Ponderación de la Fauna. 10
Tabla VII 7. Ponderación de la presencia antrópica. 11
Tabla VII 8. Tabla de ponderación de la calidad ambiental. 13
Tabla VII 9. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Local. 13
Tabla VII 10. Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades) 20

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

Gráfica VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local. 13

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1. PRONÓSTICOS DEL ESCENARIO.

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental del Sistema Ambiental Local del trazo del proyecto. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

MEDIO ABIÓTICO.

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

AIRE.

- Emisiones de gases: este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2015 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Enfocado a la zona de estudio.
- Emisión de polvos: Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despalme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaría al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural.

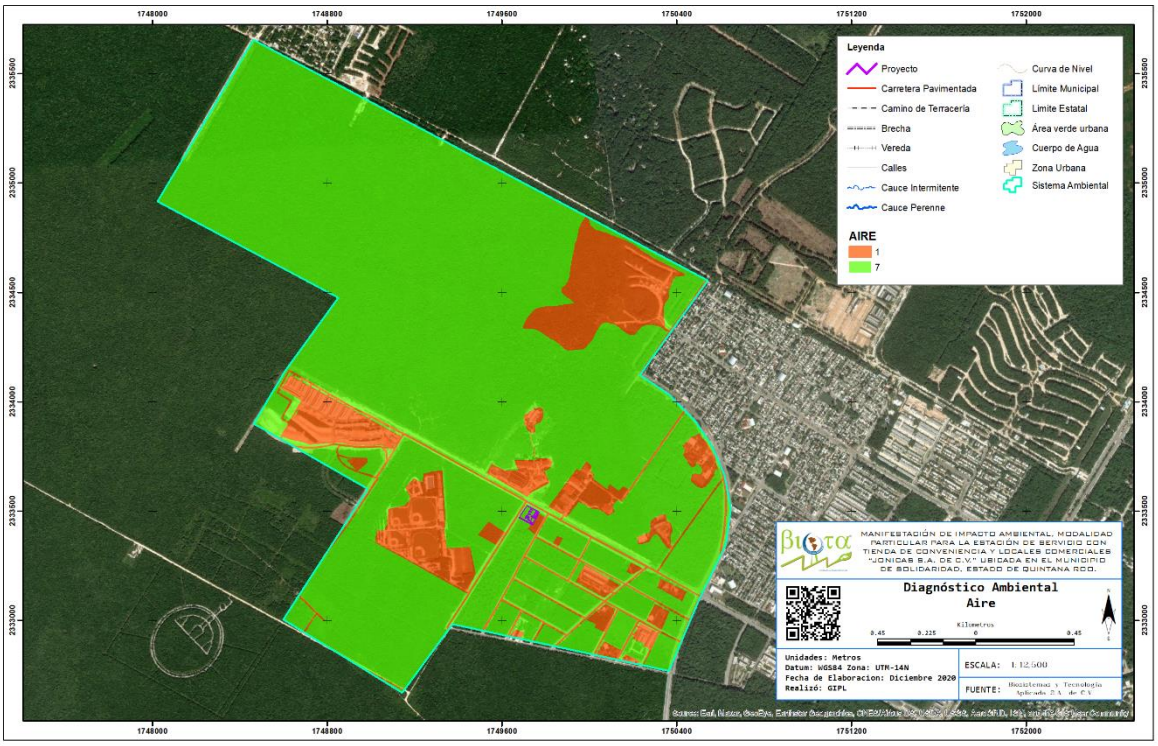
El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

Tabla VII 1. Ponderación del Aire.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EMISIÓN DE GASES	EMISIÓN DE POLVOS
Degradado	1	Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes.	Nula visibilidad
Muy mala	2	Emisión de gases por más de 12 horas continúas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas.	Poca visibilidad la mayor parte del tiempo.
Mala	3	Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas.	Poca visibilidad en horarios pico.
Moderada	4	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día.
Regular/modificado	5	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales).
Aceptable/modificado	6	Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio.	Hay liberación de partículas en varios puntos.
Buena	7	Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto.	Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje.
Muy buena	8	Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica.	Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de actividad antrópica o natural, aún en estiaje.
Sin perturbación	9	Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica.	Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen VII 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Aire).



Fuente: BIOTA, 2021.

La imagen anterior indica cierta heterogeneidad en lo que respecta al elemento aire, con puntuaciones registradas como buenas por un lado y malas por otro, lo cual obedece a que el Sistema Ambiental Local abarca zonas urbanas, las cuales degradan la calidad del aire, amén de las condiciones generales de los alrededores más allá del SAL, en las que las condiciones naturales con selvas han sido modificadas para convertirlos en zonas urbanas. La menor ponderación la reciben todas las infraestructuras viales, llámese calles, caminos tipo brecha y/o carreteras de terracería, junto con la zona urbana de Playa del Carmen (1 = **degradado**) lo cual es a causa de la emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes. Enseguida se ubican las zonas con vegetación prevaleciente de selva mediana subperennifolia en estado secundario con una puntuación igual a 7 (**buena**), con aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto.

SUELO.

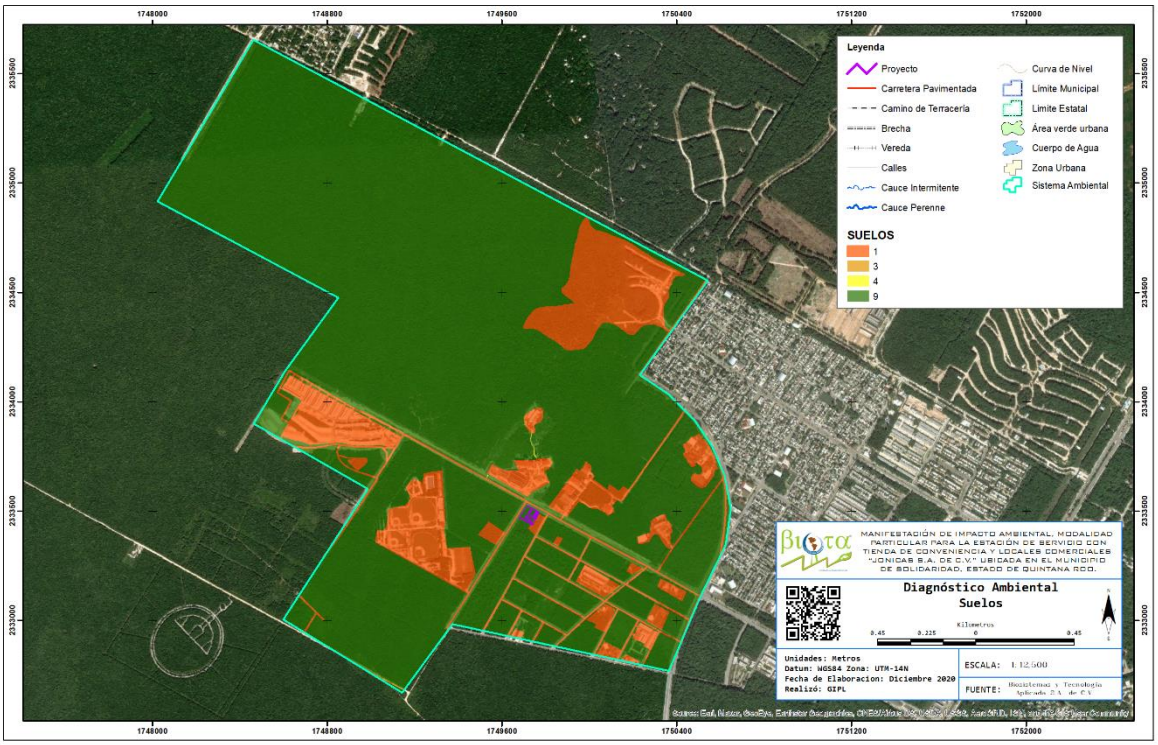
En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador. El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla VII 2. Ponderación del Suelo.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EROSIÓN
Degradado	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación.
Muy mala	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto.
Mala	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural.
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m, aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica.
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm, aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica.
Aceptable/modificado	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación.
Buena	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación.
Muy buena	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión.
Sin perturbación	9	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen VII 2. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Suelo).



Fuente: BIOTA, 2021.

La menor calidad ambiental (**puntuación = 1, degradado**) en lo que respecta al componente suelo la presentan la localidad de Playa del Carmen, junto con las calles, lo cual obedece a que se trata de áreas completamente desprovistas de vegetación. La siguiente evaluación la tienen las carreteras de tipo terracería que, presentan una puntuación igual a **3** (**mala = erosión severa**), estas áreas están desprovistas de vegetación. Los caminos tipo brecha tienen una ponderación igual a erosión media, (**4** = **moderada**); lo cual obedece a la escasa vegetación que se presenta en estos caminos. Finalmente, la mayor ponderación en cuanto al elemento suelo se tratan de las zonas prevalecientes de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con áreas con erosión mínima, es decir puntuación igual a 8 (**muy buena**), con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión.

HIDROLOGÍA.

- Capacidad de infiltración: la evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como (entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación).

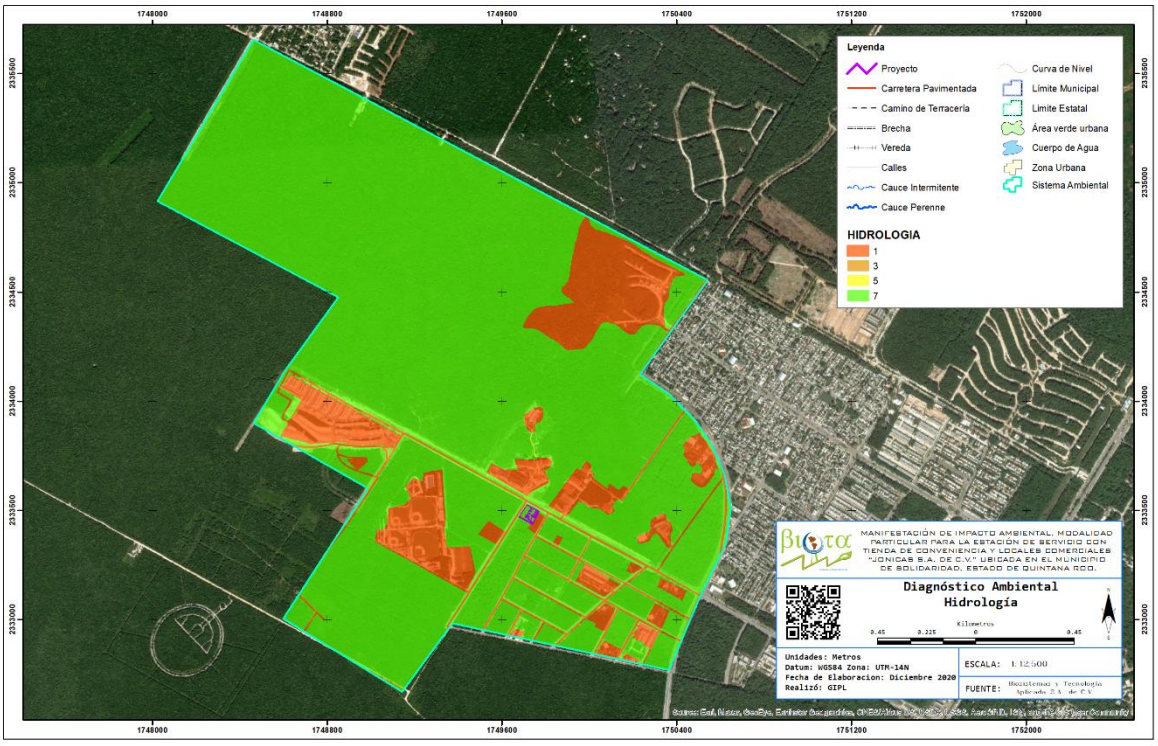
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla VII 3. Ponderación de la Hidrología.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua.
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención.
Regular/modificado	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal.
Aceptable/modificado	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación.
Buena	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos.
Muy buena	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación.
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen VII 3. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Hidrología).



Fuente: BIOTA, 2021.

Como se puede apreciar en la imagen anterior la selva mediana subperennifolia en estado secundario de tamaño arbóreo, presenta la mayor ponderación con infiltración buena, con algunos poros saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos, es decir presentan una ponderación igual a 7 (**buena**) con infiltración buena.

A continuación, se localizan los caminos tipo brecha con una puntuación equivalente a **5**, es decir **regular/modificado**, esto por el escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal. Las menores puntuaciones las presentan las carreteras de terracería con **3** (**mala**) y la localidad de Playa del Carmen, junto con sus calles con **1** (**degradado**), con capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial y sin retención de agua.

GEOMORFOLOGÍA.

- Intemperismo del material parental: este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo con la intemperización o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil.

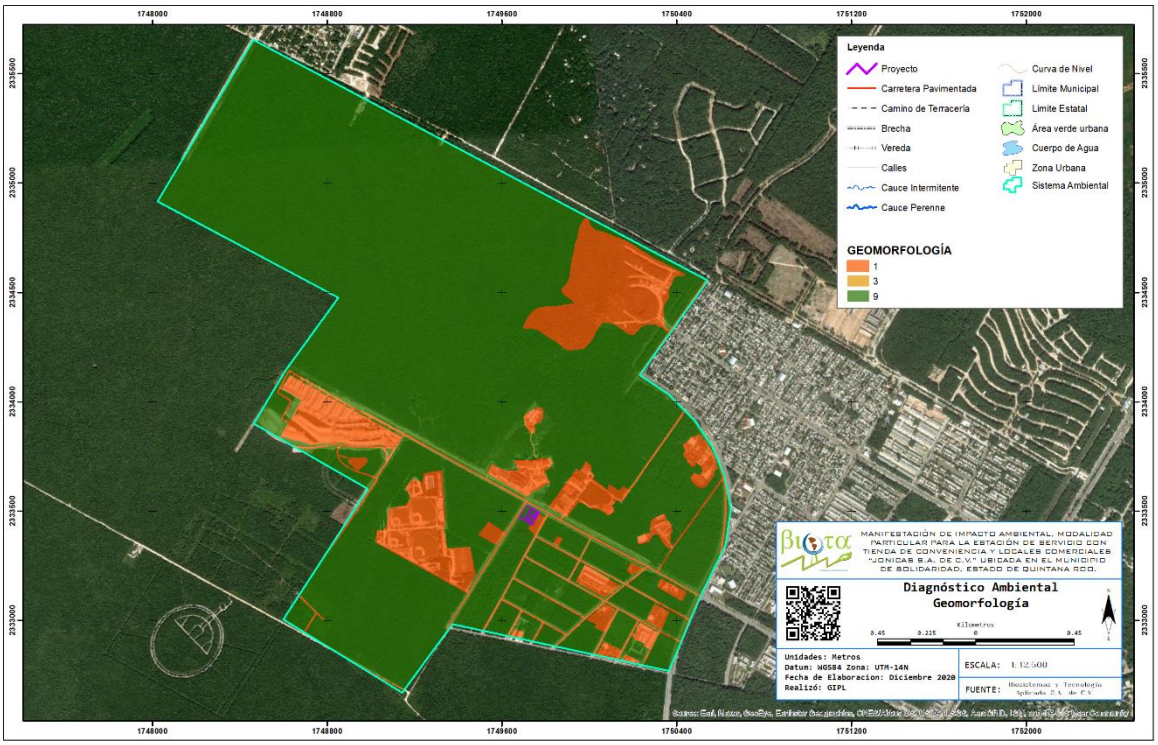
Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

Tabla VII 4. Ponderación de la Geomorfología.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	INTEMPERISMO DE LA ROCA
Degradado	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano.
Muy mala	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales.
Mala	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales.
Moderada	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca.
Regular/modificado	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo.
Aceptable/modificado	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca.
Buena	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias.
Muy buena	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental.
Sin perturbación	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen VII 4. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Geomorfología).



Fuente: BIOTA, 2021.

Como se describió oportunamente en apartados anteriores, el municipio de Solidaridad se localiza en su totalidad en el interior de Provincia Península de Yucatán, la cual representa la fracción emergida de una estructura de plataforma que posee un basamento del Paleozoico cubierto por una potente secuencia sedimentaria de origen marino que registra la actividad tectónica ocurrida a partir de la apertura del Golfo de México en el Jurásico Medio hasta el levantamiento regional durante el Plioceno-Cuaternario. La conformación fisiográfica está caracterizada por ser Carso Yucateco, cuya configuración espacial, está caracterizada por una amplia planicie escalonada, que presenta altitudes entre 7 y 10 msnm. El territorio se constituye por un sistema de topoformas de llanura rocosa de piso rocoso o cementado (76.40%), llanura rocosa de transición de piso rocoso o cementado (17.32%), llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado (5.16% y playa o barra de piso rocoso o cementado (1.12%). De esta manera la primera y de mayor superficie de las unidades que representa una zona de material consolidado caracterizado por rocas sedimentarias de origen marino (calizas-coquina), que revelan el desarrollo de una planicie erosivo -acumulativa que muestra un período de estabilidad tectónica al menos desde el Plioceno. Particularmente, el Sistema Ambiental Local pertenece a la Provincia Fisiográfica de la Península de Yucatán, y a la Subprovincia Fisiográfica de Carso Yucateco. Además, se presenta únicamente sobre la topoforma designada como llanura rocosa de piso rocoso o cementado. De acuerdo con esto, las zonas consideradas como sin perturbación se tratan de toda la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (**9**). En tanto que, los caminos tipo brecha presentan una ponderación igual a **3** (**mala**), ligeramente intemperizados. Mientras las carreteras de terracería junto con la localidad de Playa del Carmen, además de las calles que conectan las zonas construidas presentan la menor ponderación igual a **1** (**degradado**), lo cual obedece a que se trata de zonas completamente modificadas.

MEDIO BIÓTICO.

VEGETACIÓN.

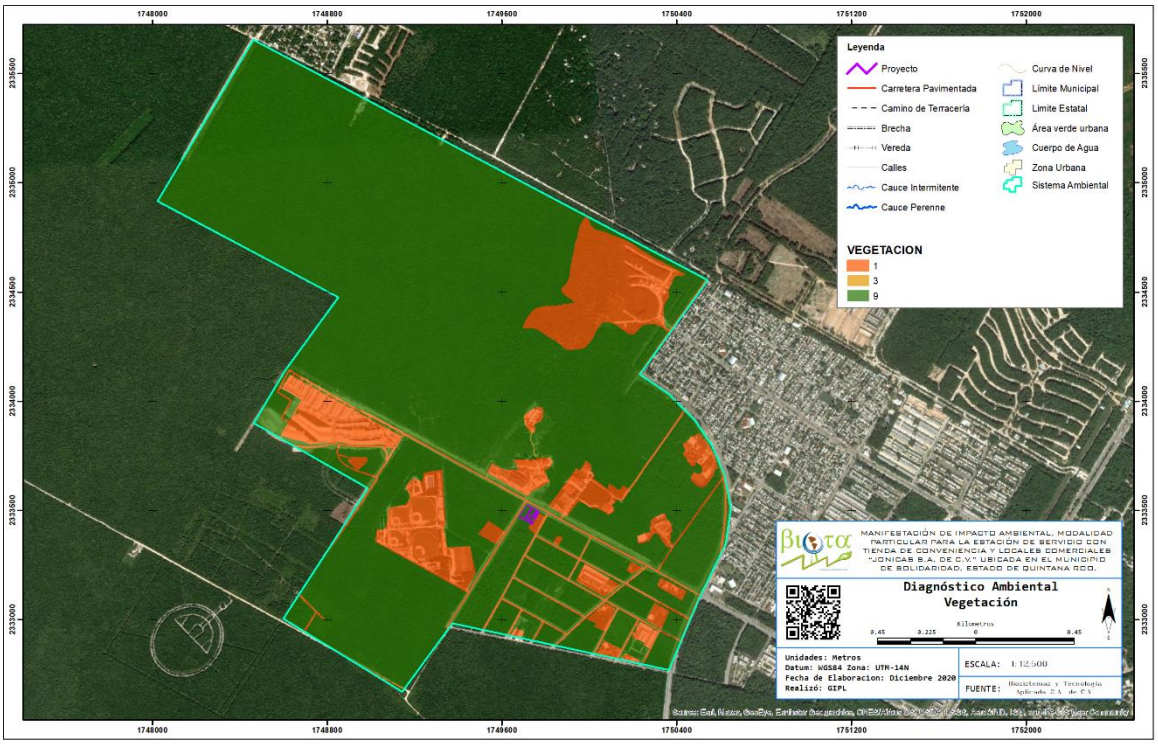
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

Tabla VII 5. Ponderación de la Vegetación.

ESCALA DE EVALUACIÓN	ESCALA	% DE COBERTURA VEGETAL EN EL POLÍGONO
Degradado	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono.
Bajo estado conservación	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de localidades, caminos o carreteras.
Regular/modificado	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de zonas de agricultura o pastizales inducidos por actividad antrópica.
Buena	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono. Vegetación herbácea y arbustiva sin perturbación.
Sin perturbación	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen VII 5. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Vegetación).



Fuente: BIOTA, 2021.

De acuerdo con lo exhibido en el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un paisaje con tendencia hacia el cambio de uso de suelo del forestal hacia el habitacional y de servicios. Es decir, se trata de un paisaje modificado con vegetación natural de selva eliminada o impactada en cierto grado. De acuerdo con esto, la mayor ponderación la presenta la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con 7 (buena). Mientras los caminos tipo brecha presentan una ponderación igual a **3** (**con bajo estado de conservación**). Finalmente, la localidad de Playa del Carmen, las carreteras de terracería y las calles dentro del SA presentan una ponderación igual a **1** (**degradado**). Lo anterior se debe principalmente al cambio de uso de suelo por la introducción de infraestructura vial y habitacional principalmente. Todas estas afirmaciones se pueden confirmar en la imagen anterior.

FAUNA.

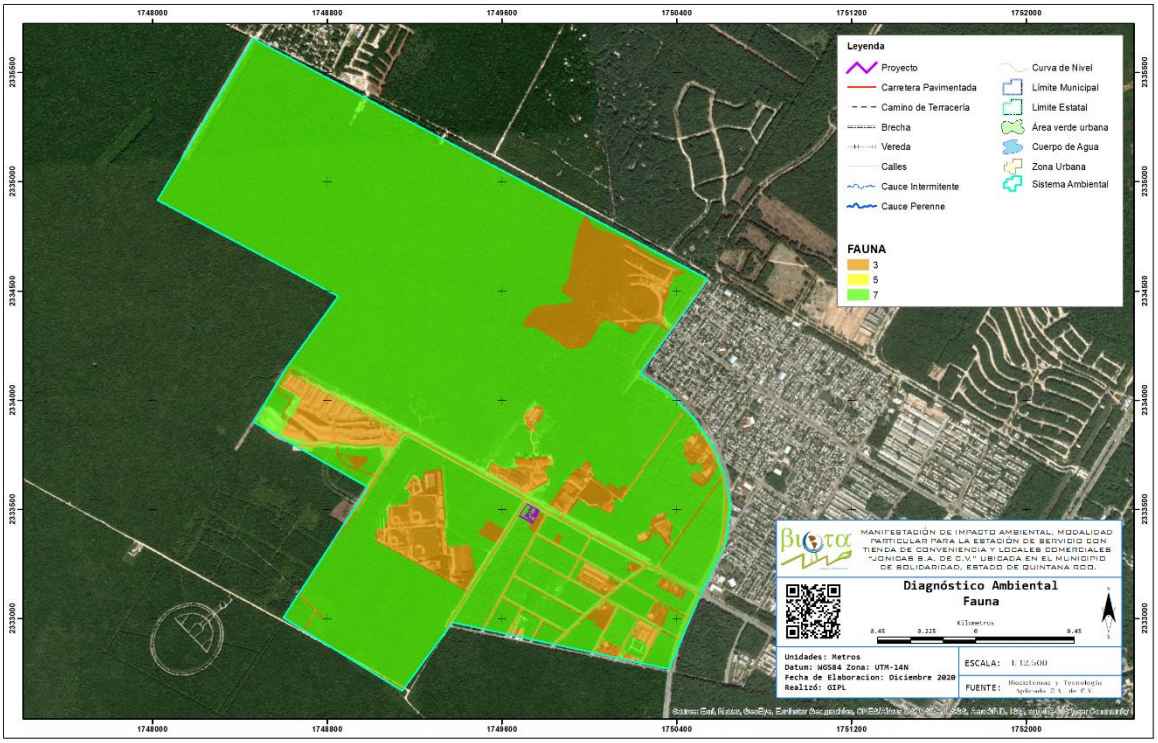
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el trazo del proyecto, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. Estas diferencias micro ambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

Tabla VII 6. Ponderación de la Fauna.

ESCALAS DE EVALUACIÓN	VALOR	ÍNDICE DE SHANNON
Mala	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja.
Moderada	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media.
Buena	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta.
Muy buena	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen VII 6. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Fauna).



Fuente: BIOTA, 2021.

Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen las zonas catalogadas como **buenas** (**puntuación=7**). Específicamente las áreas de buena calidad corresponden con la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Los caminos tipo brecha presentan una ponderación igual a **5**, esto debido a que en estas zonas se infiere que la fauna es más escasa, prevaleciendo las aves, seguido de mamíferos y reptiles acostumbrados a la presencia humana. El menor valor en lo que se refiere a fauna lo presentan la localidad de Playa del Carmen, junto con las vías de comunicación, en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (brechas, calles, carreteras) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por

carreteras por el "efecto trampa"), niveles más altos de perturbación y estrés, junto con la pérdida de refugios, con reducción o pérdida de hábitat, por mencionar algunas consecuencias de la existencia de este tipo de vías de comunicación con respecto a la fauna del lugar.

PRESENCIA ANTRÓPICA.

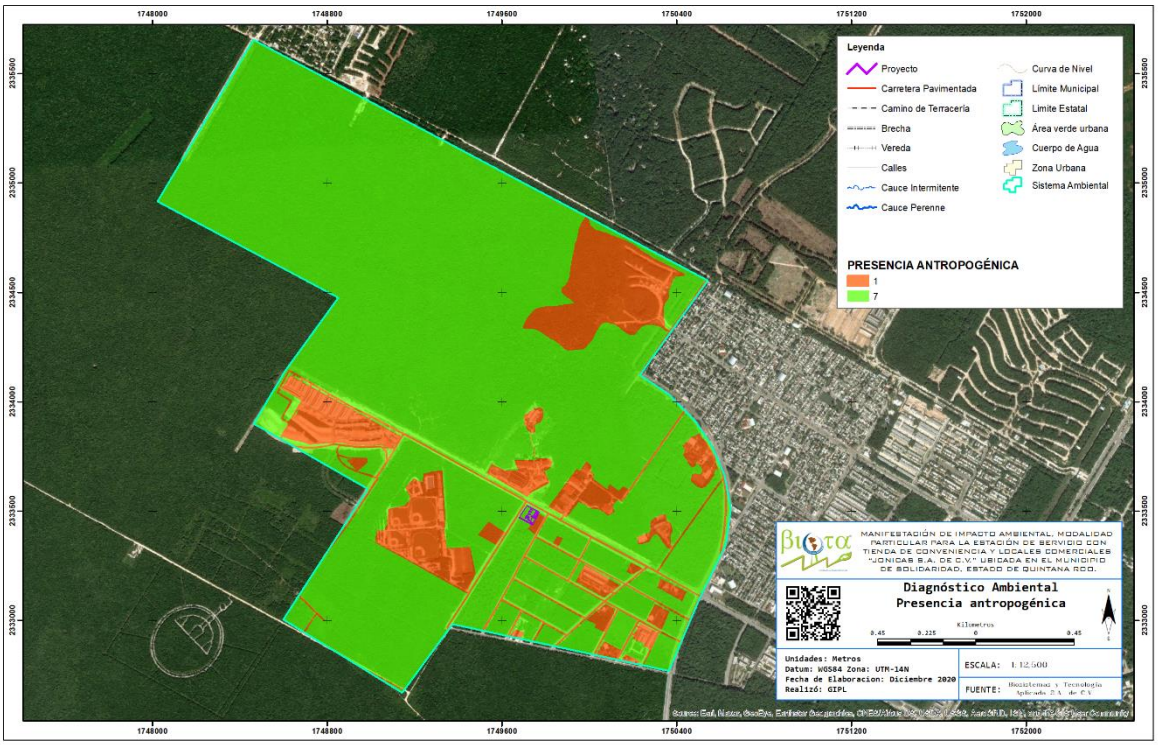
Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas del matorral, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a la colonización sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos. Los asentamientos humanos se consideraron dentro de la calidad ambiental también en dos tipos, Localidades rurales y Localidades urbanas; las localidades urbanas son aquellas que concentran más de 2,500 habitantes; cabe señalar que su extensión territorial y la concentración de población tiene que ver de manera directa con el grado de modificación que ha sufrido el medio natural inmediato a dichas zonas.

Tabla VII 7. Ponderación de la presencia antrópica.

Rangos		Vialidades	Asentamientos humanos
Escala de evaluación	Valor	Por tipo de vialidad.	Presencia de localidades urbanas y/o rurales.
9	Sin perturbación	Cuando no existen vías de comunicación.	Sin presencia de asentamientos humanos.
6	Buena	Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 habitantes).
3	Moderada	Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2500 habitantes).
1	Aceptable/modificado	Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen VII 7. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local (Componente Presencia Antrópica).



Fuente: BIOTA, 2021.

En la anterior imagen podemos atisbar que, las condiciones que imperan en el Sistema Ambiental Local se tratan de zonas con una evidente e inminente tendencia hacia el cambio de uso de suelo forestal al habitacional y de servicios. En las que, por consiguiente, la presencia antropogénica que impera es con vías de comunicación y localidades. Factores que degradan la calidad ambiental general. Para el análisis del diagnóstico ambiental se utilizó el **álgebra de mapas**. El álgebra de mapas contiene el conjunto de procedimientos que permiten analizar capas ráster y extraer información a partir de ellas, para el presente estudio se requirió a la ayuda del programa ArcGIS 10.3.1, para manejar esta información. La información contenida en las capas es susceptible de ser analizada para la obtención de otras capas referentes al mismo espacio geográfico, pero que contengan distinta información derivada de aquella. El álgebra de mapas es el conjunto de procedimientos y métodos que permiten llevar a cabo dicho análisis y extraer nuevos valores a partir de los contenidos en una o varias capas. Se entiende por **álgebra de mapas** el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Aunque nada impide que este proceso se lleve a cabo sobre capas vectoriales, se entiende que el álgebra de mapas hace referencia al análisis desarrollado sobre capas ráster, pues estas, por su estructura regular y sus características inherentes, son mucho más adecuadas para plantear los algoritmos y formulaciones correspondientes. Los procedimientos que se aplican sobre información geográfica en formato vectorial son por regla general clasificados dentro de otros bloques de conocimiento, como es por ejemplo el caso de las operaciones geométricas sobre datos vectoriales. Mediante este método, primero se evaluó cada factor individualmente, una vez realizado esto, se procedió a generar información de tipo ráster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un ráster único, para finalmente crear un shape con la información requerida.

Al final se obtuvieron los siguientes resultados: rangos que oscilan entre los 7 y los 63 puntos, en los que, se clasificó de acuerdo con los menores valores posibles a obtener y los mayores, es decir el valor menor posible de obtener de acuerdo con las ponderaciones de cada atributo son 7, la menor puntuación y 63 la mayor puntuación. Ahora bien, rangos que oscilan entre 7 y 17 señalan una muy mala calidad ambiental, valores entre los 18 y los 29 son considerados de mala calidad ambiental, en tanto que valores que oscilan entre los

30 y los 41 indican una calidad ambiental regular, valores que van de los 42 a los 53 puntos señalan una buena calidad ambiental, mientras que los valores que van de 54 a 63 indican una excelente calidad ambiental. Los posibles valores por obtener se presentan en la siguiente tabla:

Tabla VII 8. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.

RANGO	CALIDAD	SIMBOLOGÍA
7-17	Muy mala	
18-29	Mala	
30-41	Regular	
42-53	Buena	
54-63	Excelente	

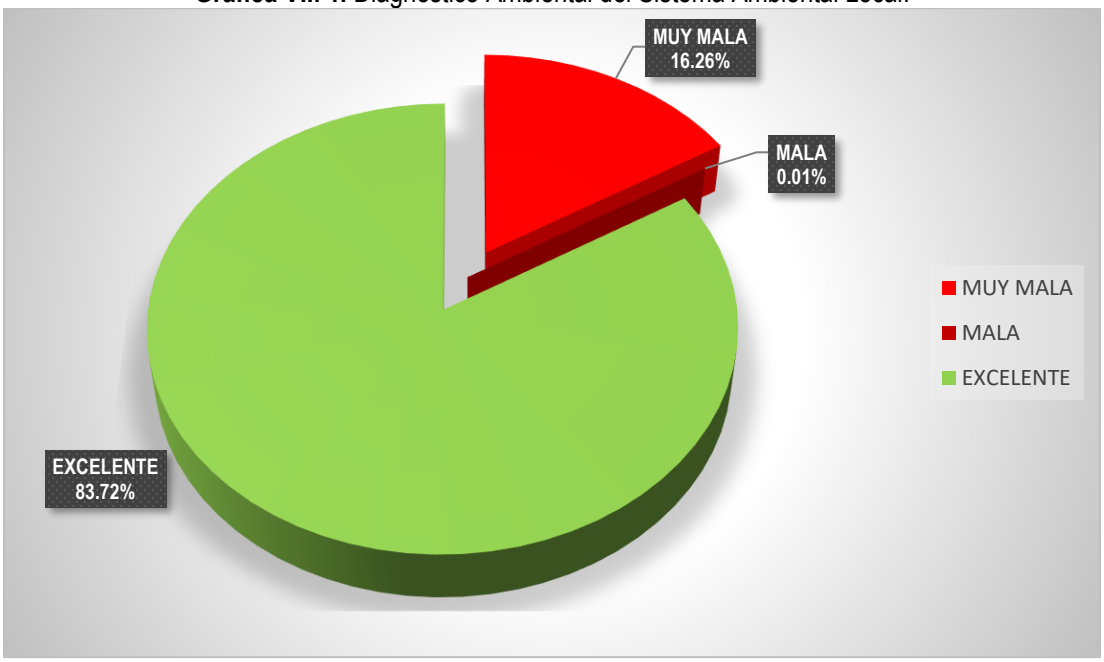
Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla VII 9. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Local.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
07-17	Muy mala	68.27	16.26%
18-29	Mala	0.054	0.013%
30-41	Regular	0.00	0.00%
42-53	Buena	0.00	0.00%
54-63	Excelente	351.44	83.72%
TOTAL		828.92	100.00%

Fuente: BIOTA, 2021.

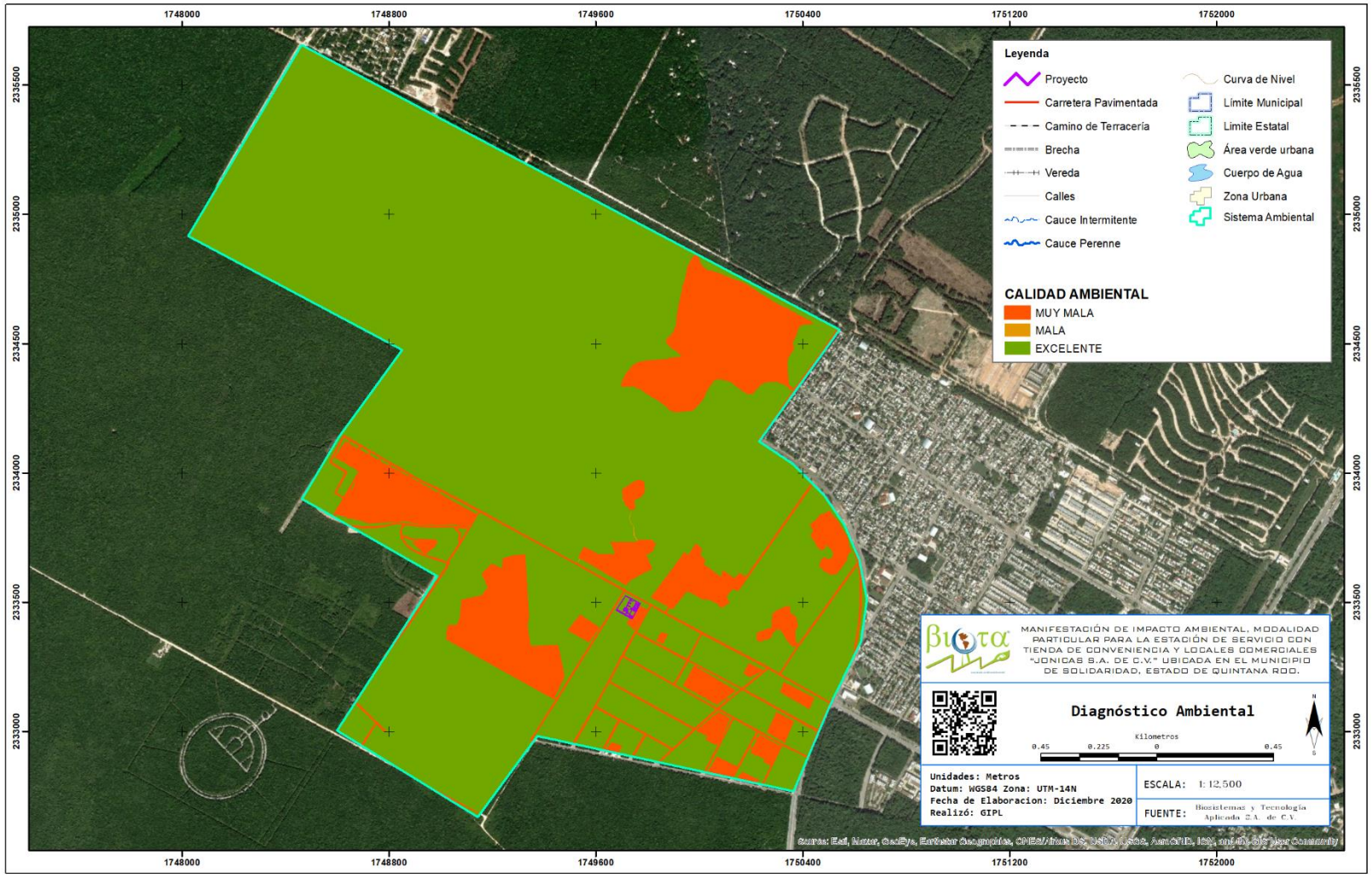
Gráfica VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Local.



Fuente: BIOTA, 2021.

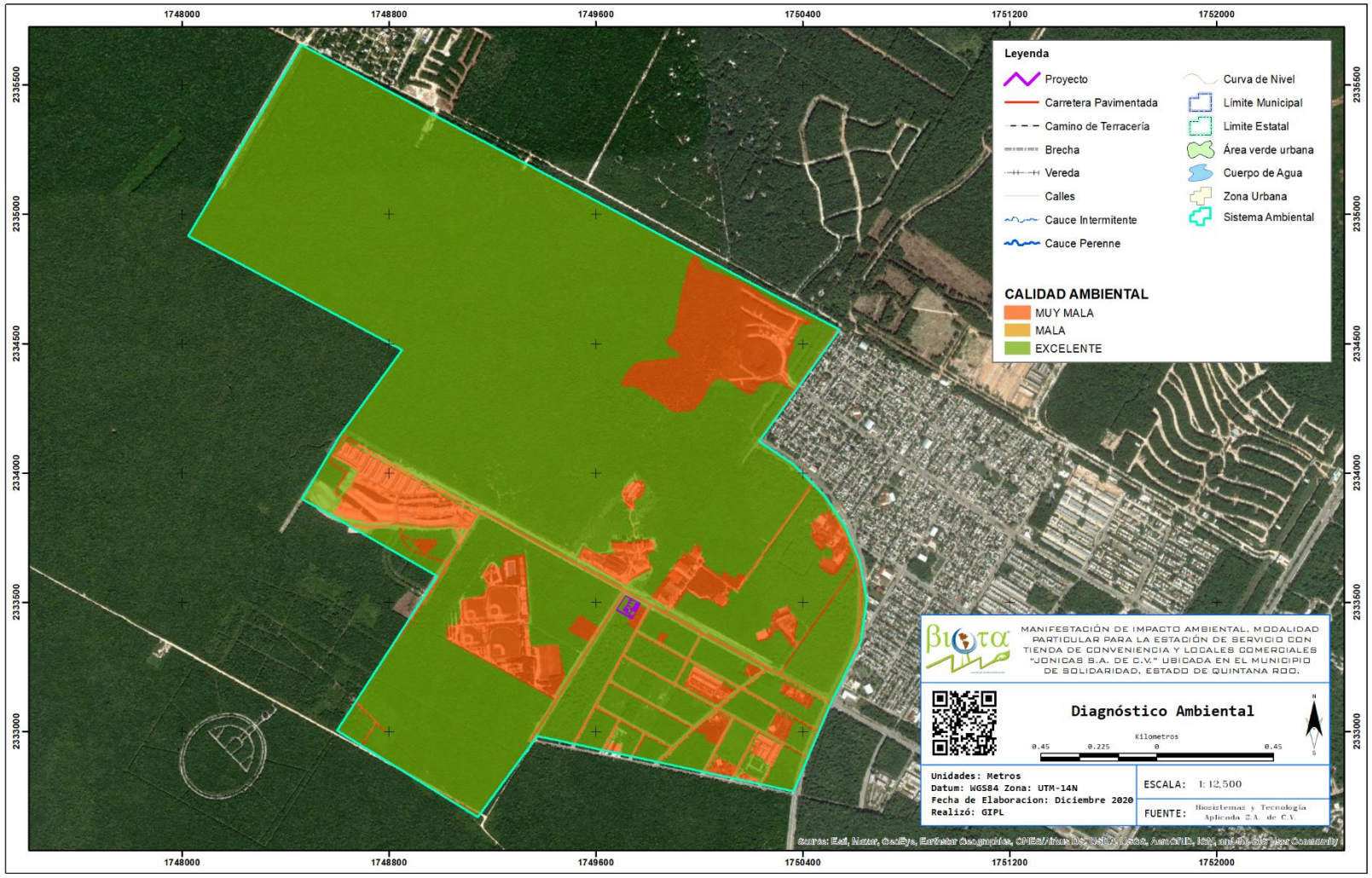
La tabla y la imagen anterior señalan que la mayor representatividad la tienen zonas con calidad ambiental designada como **excelente**, esto es, con el **83.72%**, que es equivalente a 351.44 hectáreas, dichas zonas son congruentes con toda la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia prevaleciente. Enseguida se ubica la calidad ambiental designada como muy mala representan un 16.26% que equivalen a 68.27 hectáreas, que son coincidentes con la zona urbana de Playa del Carmen aunado a las calles que conectan con las diferentes zonas construidas o por construir. Por último, la **mala** calidad ambiental representa un 0.01% que representan 0.054 hectáreas. Cabe señalar y destacar que el Sistema Ambiental Local no presentan buenas ni regulares calidades ambientales, es decir se presentan calidades extremas.

Imagen VII 8. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

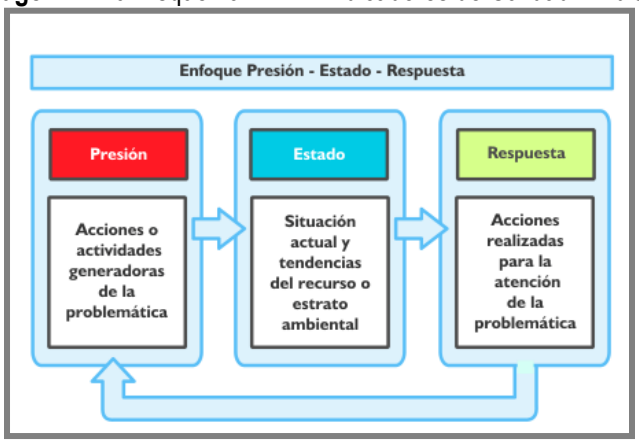
Imagen VII 9. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.



Fuente: BIOTA, 2021.

Un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos por ejemplo clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología, corrientes, etc.) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente terrestre existente en un espacio y tiempo determinados. Las funciones de un ecosistema se refieren al flujo de energía y al ciclo de materiales que circulan a través de los componentes estructurales del ecosistema (biotopo y biocenosis) y poseen una interdependencia natural. Su integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre sus componentes. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos) y garantizar la integridad funcional de un ecosistema. La valoración de la calidad ambiental se llevará a cabo a través de indicadores ambientales. Un indicador ambiental es un elemento que describe, analiza y presenta información científicamente sustentada sobre las condiciones y tendencias ambientales y su significado (Florida Center for Public Management, 1998 en SEMARNAT, 2005). Se adoptó el esquema de Presión-Estado-Respuesta (PER) el cual está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones sobre el ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales (estado); asimismo, se responde a estos cambios a través de acciones específicas. Este modelo fue propuesto por la OCDE en 1993 y parte de cuestionamientos simples: ¿Qué está afectando al ambiente?, ¿Qué está pasando con el estado del ambiente?, ¿Qué estamos haciendo acerca de estos temas? Se realizó una adaptación de este esquema para dar a la autoridad, los elementos necesarios, para mostrar un panorama claro de las relaciones causa-efecto del proyecto. El esquema PER es una herramienta analítica que categoriza o clasifica la información sobre los recursos naturales y ambientales a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicas. Se basa en el conjunto de interrelaciones siguientes: las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando con ello la cantidad y calidad, es decir, el estado de los recursos naturales; la sociedad responde a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales (ambientales y socioeconómicas), las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas. Aplicando este esquema, se tiene que las actividades del proyecto ejercen presión (P) sobre los componentes ambientales del Área de Estudio generando un impacto sobre cada uno de ellos, es decir el estado y se responde a estos impactos a través de la aplicación de las medidas de mitigación, restauración y compensación. En el sitio de estudio, las afectaciones a los componentes que conforman el sistema abiótico serán en su mayoría puntuales y/o locales, y en algunos casos temporales e intermitentes, tanto en el sistema abiótico (calidad del aire, suelo, geología, geomorfología, hidrología superficial) como en el sistema biótico (vegetación y fauna). En los siguientes cuadros se describe el escenario actual, las actividades del proyecto que tienen un impacto sobre el componente ambiental y el escenario modificado por el proyecto sin la aplicación de las medidas de mitigación y por último el escenario esperado con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas:

Imagen VII 10. Esquema PER – Indicadores de Calidad Ambiental.



Fuente: BIOTA, 2021.

El desarrollo de las actividades productivas en la región eventualmente ejerce presión sobre los recursos naturales y los ecosistemas. El proyecto implica una modificación del paisaje y de la geomorfología al introducir en el ambiente elementos que contrastan con el entorno natural actualmente sin embargo la tendencia es a homogenizar toda la zona urbana donde se encuentra; cabe señalar que dicho contraste es sólo parcial, pues ya existen otros elementos urbanos de similares características, reflejados en la infraestructura ya existente en el sitio del Proyecto y que corresponden a las vialidades donde se encuentra el proyecto, las zonas urbanas (habitacionales y de servicios). No obstante, se prevé que las condiciones generales del sitio (actualmente con un grado importante de perturbación) y de las áreas circundantes mejoren en cuanto a sus características y en la función ambiental que desempeñan mediante la aplicación de las medidas de mitigación consideradas, lo que representará un impacto de alcance que va más allá del ámbito local, todo esto por la incorporación de individuos arbóreos compensando los que se quiten. El Proyecto tendrá un impacto en contribuir al desarrollo de los sectores económicos y del componente sociocultural, pero sobre todo y el más importante corresponde al de seguridad vial. El proyecto considera la aplicación de las medidas de mitigación respectivas para contrarrestar el efecto de los impactos ambientales adversos que serán generados.

Las tendencias del escenario ambiental donde se inserta la construcción del proyecto de la **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR, ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO**, están encaminadas a convertirse en un espacio donde todos los usuarios del proyecto y la población cercana y trabajadores participen conscientemente en la conservación de los recursos, lo cual le obliga a integrar todos los elementos de manera armónica y respetando todos los componentes ambientales que le caracterizan, de esta forma al establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas, así como la capacitación ambiental a todos los trabajadores de la empresa constructora, harán que este proyecto sea concebido como un ejemplo a seguir, lo cual deberá evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a los componentes bióticos, principalmente la vegetación, y los físicos, destacando el suelo y el relieve, donde estos elementos, serían los que probablemente a largo plazo puedan sufrir las principales afectaciones, considerando un incremento de usuarios que paulatinamente habrán de saturar la capacidad de carga del sistema, así como la posibilidad de incrementar la erodabilidad del suelo por el continuo ingreso de vehículos de transporte de carga y personas. Otro punto importante por puntualizar es que la zona en general se esta en una transición a una zona completamente urbana (habitacional y servicios principalmente). En conclusión, el escenario futuro, es una mayor oferta de comercialización de combustibles, para los pobladores de la región, así como los vehículos que transiten por la vialidad donde se encuentra inmerso el proyecto y que corresponde a la de mayor movimiento de vehículos, así como personas y productos, se consolidara la imagen urbana de la demarcación, contando con mayor equipamiento, así como mejorando la calidad de vida de los empleados de la Estación de Servicio, por la generación de una oferta de trabajo que traerá.

VII.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

El Programa de vigilancia ambiental que se llevarán a cabo tiene como objetivo garantizar que la operación del proyecto sea un espacio donde todos participen conscientemente en la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, no solo dentro del espacio del presente proyecto, sino que lo lleven a su vida diaria e influyan en su colectividad. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el contratista será responsable de las condicionantes ambientales y los programas de vigilancia ambiental, en la etapa de operación y mantenimiento será el representante legal el encargado de darle seguimiento a las condicionantes ambientales. Los costos para el seguimiento de las condicionantes ambientales o medidas de mitigación, durante la etapa de obra, las propondrá el constructor para él proyecto. Es importante considerar que un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos: clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna terrestre y acuática) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente existente en un espacio y tiempo determinados. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos), que debe garantizar la integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre los componentes del Ecosistema. El proyecto se desarrolla en un sitio modificado, delimitado y caracterizado previo al inicio de las actividades con el fin de monitorear los efectos potenciales generados por las actividades de preparación del sitio y construcción sobre los componentes abióticos y bióticos del ecosistema, así como para evaluar los efectos de la aplicación de las medidas de mitigación y/o compensación. Una vez realizada la integración de las medidas de mitigación y compensación del Proyecto, éstas se incluyeron en Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental de acuerdo con la identificación y evaluación de impactos ambientales y las medidas de mitigación y/o compensación. Algunos de las Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental darán cumplimiento directo a determinadas problemáticas, tal es el caso de las acciones de protección de Fauna Silvestre y la Flora, entre otras. Mediante el seguimiento es posible obtener información útil para conocer el estado, ambientalmente hablando, del proyecto y su entorno, identificar los problemas ambientales y así aplicar correctamente las medidas para su prevención y mitigación. En el caso de este proyecto, el objetivo de la vigilancia y control es verificar si durante el desarrollo de este se cumple con las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación originada por la emisión de ruido y el incumplimiento de las normas oficiales mexicanas aplicables. Por otra parte, el programa permitirá cuantificar impactos cuya afectación fue difícil prever durante la evaluación del impacto ambiental, para así modificar o establecer las medidas de mitigación adecuadas, en caso de que las ya aplicadas no sean suficientes. Igualmente podrá detectar impactos o alteraciones no previstos en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso, adoptarse medidas de remediación o compensación. El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- **Bitácora:** En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- **Reporte mensual:** En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- **Memoria fotográfica:** El reporte mensual deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.
- **Reporte final:** Este se deberá elaborar en manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental, seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación, del seguimiento, así como, la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además, será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar el rescate y reubicación de flora.
- Organizar y supervisar el monitoreo y reubicación de herpetofauna.
- Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica)

La siguiente tabla, pretende proporcionar una base en cuanto a la organización de actividades referentes al plan de manejo ambiental de acuerdo a la calendarización de la instalación del camino y de acuerdo a lo establecido en los diferentes programas que forman parte del manejo ambiental. Sin embargo, el supervisor ambiental debe analizar el conjunto de actividades a realizar y modificar o ajustar la programación presentada. En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

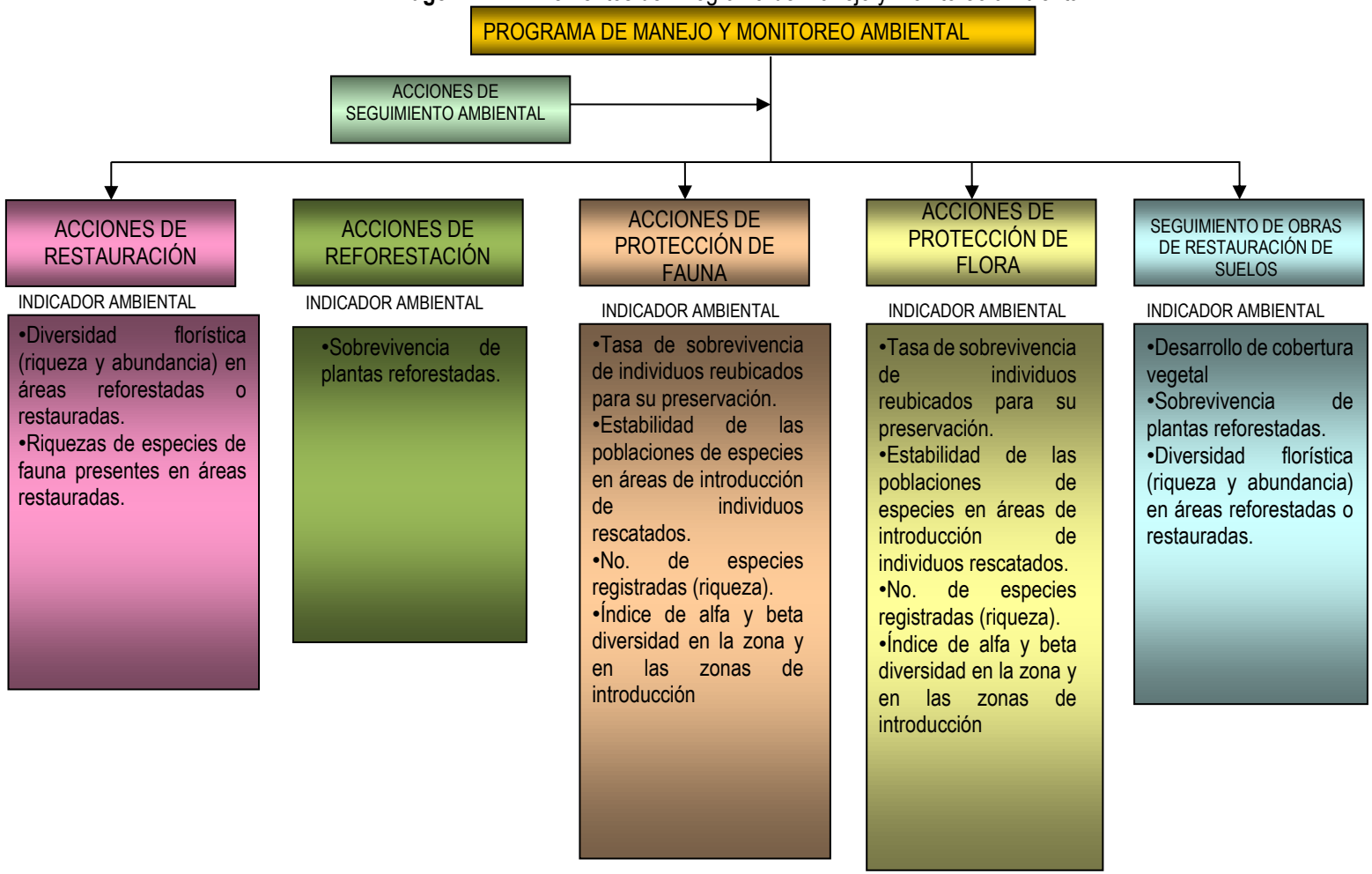
Tabla VII 10. Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades)

PERIODOS DE ACUERDO A LAS ETAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	TRAMITES PREVIOS			PREP. DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN						LIMPIEZA GRAL.		ÓP.. Y MTTO	
	Liberación del DV	Trazo del proyecto	Otros estudios	Retiro de vegetación	Despalme	Obras provisionales	Excavaciones	Drenaje menor	Acarreos	Terraplenes	Pavimentación	Señalamientos	Retiro de maquinaria	Limpieza general	Operación	Mantenimiento
ECOLOGÍA																
Realizar el rescate y reubicación																
Prohibir extracción de flora silvestre en especial aquella con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010																
Prohibir introducción de flora exótica																
Prohibir el uso de químicos o fuego para el retiro de vegetación en áreas de apertura																
Limitar la circulación de vehículos a la LC propuesta																
Capacitación a los trabajadores sobre el respeto a la vegetación																
Adecuación de las OD para ser utilizadas como pasos para herpetofauna																
Monitoreo y rescate de herpetofauna																
CONT. AMBIENTAL																
Prohibir realizar cualquier tipo de actividad durante la noche																
Utilizar iluminación localizada para áreas de instalaciones temporales																
Programación de las actividades evitando la temporada de lluvia																
Instalación de sanitarios portátiles																
Almacén de material de despalme en áreas adecuadas																
Limitar la circulación de vehículos a la LC propuesta																
Remoción del suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles o aceites																
Instalar recipientes para disposición de residuos urbanos																
Disposición final de RU en sitios autorizados por el municipio																
Instalar recipientes y almacén temporal para RP´s																
Transporte y disposición final de RP´s por empresa autorizada																
ASPECTOS ESTÉTICOS																
Evitar exceso de carga en vehículos de acarreo																
Realizar mantenimiento preventivo en maquinaria y vehículos																
Des compactación del suelo al retirar instalaciones provisionales																
Establecer un programa permanente de recolección de residuos en el DV																
ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO																
Contratar trabajadores de las poblaciones cercanas																
Establecer un sistema de seguridad en los frentes de trabajo																
Colocar señalamientos preventivos																
Contar con botiquín de emergencias																
Proveer los trabajadores con equipo de protección personal																
Dar mantenimiento preventivo y correctivo al camino																

Fuente: BIOTA, 2021.

En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

Imagen VII 11. Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental.



Fuente: BIOTA, 2021.

Se aplicará el plan vigilancia como parte del PMA para garantizar la efectividad de las acciones que tienen como propósito controlar todos y cada uno de los impactos ambientales.

1. ACCIONES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y RUIDO.

Etapa que se aplicara:

Preparación del Sitio y Construcción.

Parámetro:

Contaminación del medio físico.

Impactos objetivo:

Afectaciones a la atmósfera y el ambiente.
Emisión de humo y polvo.
Producción de malos olores.
Generación de ruido.

Procedimientos:

1.- Se deberá vigilar que los vehículos que transporten materiales estén cubiertos con lonas o plásticos para evitar la caída de materiales y polvos.
2.- Se prohibirá que los trabajadores realicen fogatas para calentarse o cocinar sus alimentos.
3.- Se vigilará la separación de residuos sólidos y se verificará que aquellos que consistan en restos de alimentos sean recolectados a la brevedad, debiéndose almacenar correctamente de manera temporal, para evitar la aparición de fauna nociva y malos olores.
4.-El supervisor ambiental debe vigilar y exigir que todos los vehículos estén afinados y cuenten con la verificación vehicular y se tener los documentos y matrícula de vehículos debidamente registrados.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto (y durante la etapa de abandono del sitio en caso de que se presente).

Equipos:

Cubiertas plásticas.
Lonas.
Recipientes de residuos con trampa de anti-fauna.
Bitácoras.
Comprobantes de verificación vehicular.
Cámara fotográfica.

Tipo de apoyo:

Externo.

Aspectos por considerar:

Garantizar que no existan emisiones a la atmósfera que puedan dañar la salud de la población aledaña y de los trabajadores.

Duración de aplicación:

Durante todo el tiempo en que se efectué la construcción del proyecto, hasta limpiar el área del proyecto después de concluida la obra.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios por parte de la autoridad ambiental competente.
Comprobante de autorizaciones para disposición final de aguas y residuos sólidos.
Bitácoras de registro.

Indicador de realización

Fotografías y comprobantes de verificación vehicular.

Indicador de efecto:

Ausencia de materiales contaminantes.

Umbrales de alerta:

Presencia de malos olores.

Falta de visibilidad.

Umbral inadmisible:

Personal con enfermedades respiratorias.
Contaminación del sitio y de sus alrededores.

Frecuencia de revisión del cumplimiento:

Se deberá vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales que deberán mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

2.- PROGRAMA DE REFORESTACIÓN.

Etapa que se aplicara:

Construcción y operación.

Parámetro:

A los individuos reforestados se les deberá proporcionar los cuidados correspondientes para garantizar una sobrevivencia mínima del 80%.

Impactos objetivo:

Compensación y aumento de cobertura vegetal.

Procedimientos:

1. Identificación y delimitación de áreas a reforestar
2. Determinar especies y cantidad de planta
3. Obtención de material vegetativo (producción de planta en vivero y propagación vegetativa).
4. Preparación y protección del terreno
5. Transporte de plantas
6. Plantación
7. Mantenimiento de la plantación

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante las fases de construcción y operación y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en reforestación y conservación de recursos naturales.

Aspectos por considerar:

Garantizar que no se mezclen los residuos con los sustratos a utilizar para la planta.

Duración de aplicación:

Durante todas las fases de desarrollo del proyecto, y en particular en la fase crítica que corresponde la sobrevivencia de las plántulas.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios.
Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

Indicador de efecto:

Mejora del entorno

Umbrales de alerta:

Mortandad de plántulas en un 5%

Umbral inadmisible:

Mortandad de plántulas en un 21%

3.- PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA Y FLORA NATIVA (INCLUYE ACCIONES DE RESCATE Y REUBICACIÓN.

Etapa que se aplicara:

Preparación del sitio y construcción.

Parámetro:

Preservación y conservación de especies de flora y fauna silvestres.

Impactos objetivo:

Conservación y protección de la biodiversidad.

Procedimientos:

1. Efectuar el desplazamiento de fauna silvestre en la zona de los trabajos y áreas adyacentes.
2. Activar el procedimiento de rescate de flora y métodos de rescate de fauna de especies susceptibles.
3. Colecta, captura e identificación de los individuos, que incluye mediciones morfométricas;
4. La obtención de germoplasma para la propagación vegetativa de especies protegidas,
5. Traslado y reubicación de las especies rescatadas a un área ecológicamente similar, las características que los sitios deben poseer para asegurar el éxito del rescate son:

   Que el sitio destino presente condiciones y recursos adecuados para la sobrevivencia y desarrollo de los ejemplares reubicados,

   Que el sitio se encuentre a una distancia lo más cercana posible para disminuir el estrés de los organismos a relocalizar, y

   Que el sitio de reubicación cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación de los ejemplares o que puedan poner en riesgo a las personas, cuando se trata de especies venenosas (ej. serpientes) o que entran en conflicto con el humano.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante las fases de preparación y construcción y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en conservación y manejo de flora y fauna silvestres.

Duración de aplicación:

Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio para ahuyentado, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y hasta el final de la construcción para adecuar obras de drenaje.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios.
Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

Indicador de efecto:

Conservación de biodiversidad

Umbrales de alerta:

Mortandad de especies rescatadas y reubicadas en un 10%

Umbral inadmisible:

Mortandad de especies rescatadas y reubicadas en un 25%

4.- PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS.

Etapa que se aplicara:

Preparación del sitio y construcción.

Que el sitio de reubicación del suelo cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación por las personas, al depositar de manera clandestina residuos sólidos o sustancias contaminantes.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante las fases de preparación y construcción y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en conservación de suelos.

Duración de aplicación:

Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio para rescate y reubicación de la capa edáfica superficial hasta el final de la etapa de construcción para su utilización.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios.
Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

Indicador de efecto:

Conservación de suelos .

Umbrales de alerta:

Cantidad de suelo perdido hasta en un 40% de su volumen rescatado.

Umbral inadmisible:

Perdida de suelo en más del 40% de su volumen rescatado.

5. PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS, POR GENERACIÓN DE RESIDUOS Y USO DE SUSTANCIAS TÓXICAS.

Etapa que se aplicara:

Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Parámetro:

Contaminación del medio físico.

Impactos objetivo:

Riesgos de toxicidad al agua y suelo.

Procedimientos:

1.- Se construirá un almacén, para resguardar de manera provisional algunas sustancias que por su naturaleza pueden ser catalogadas como peligrosas.
2.- Establecer recipientes para el almacenamiento de residuos que pueden considerarse tóxicos como solventes y aceites gastados, así como estopas, mismos que serán registrados en una bitácora y entregados a empresas registrada ante la SEMARNAT, para su manejo, tratamiento y disposición final.
3.- Se aplicará y vigilará el cumplimiento de un plan de separación de residuos sólidos en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.
4.- Se garantizará que no existirán restos de materiales producto de las excavaciones y rellenos, o bien de restos de construcción, a fin de eliminar riesgo de degradación.
5.- Se dispondrá de medidas para que los materiales sobrantes se transporten a empresas especializadas y autorizadas para su reutilización, y con ello reducir cualquier efecto negativo.
6.- En la operación se aplicará una vigilancia estricta sobre el manejo de residuos.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante todas las fases.

Equipos:

Recipientes plásticos con tapa hermética para la separación de restos que puedan ser tóxicos.
Recipientes metálicos para los restos de construcción.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en el manejo de residuos.

Aspectos por considerar:

Garantizar que no se mezclen los residuos y que reciban un tratamiento por tipo de residuos, de preferencia buscar el reciclado y reúso de los residuos.

Evitar el contacto de residuos en el suelo y agua, así como su dispersión en los escurrimientos.

Duración de aplicación:

Durante todas las fases de desarrollo del proyecto, y en particular en la fase crítica que corresponde a la etapa de preparación y construcción de la obra.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.

Autorización de la empresa prestadora de servicios.

Comprobante de autorizaciones.

Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de residuos por las empresas.

Indicador de efecto:

Evitar contaminación del sitio, reduciendo efectos negativos a la salud de trabajadores.

Umbrales de alerta:

Presencia de residuos en los alrededores y en particular en la zona aledaña a los límites del proyecto.

Umbral inadmisible:

Contacto de residuos con la fauna.

Frecuencia de revisión del cumplimiento:

Se deberán vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales para mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

6. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).

Objetivo:

Busca implementar todas las acciones necesarias para llevar a cabo el monitoreo confiable de las variables ambientales más relevantes, incluidas aquellas en que se haya detectado un impacto ambiental negativo.

Cobertura espacial:

El plan de monitoreo ambiental cubrirá todas las condicionantes y términos señalados por la SEMARNAT, para su monitoreo y verificación oportuna, así como las recomendaciones del Programa de manejo ambiental.

Descripción.

El Plan de monitoreo ambiental incluye todas las acciones y procedimientos necesarios para monitorear las variables ambientales claves y en particular las sujetas a cumplimientos por los instrumentos jurídicos.

Los resultados de la implementación de dicho plan de monitoreo serán reportados periódicamente a SEMARNAT. Estos resultados podrán ser verificados por la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA), siendo la Delegación Federal en el estado, a la que le corresponde dicha verificación, la cual recibirá copia de los reportes hechos a SEMARNAT. Es importante para el cumplimiento de dicho plan, que sean consideradas las medidas de mitigación y compensación manifestadas dentro la MIA-P, así como en este Plan de Manejo Ambiental. Además de lo ya mencionado, el PMA deberá contener lo siguiente:

a) Indicadores para medir el éxito de las medidas instrumentadas.

b) Acciones de respuesta cuando la aplicación de las medidas no genere los resultados esperados.

c) Plan operativo para la atención a contingencias ambientales.

d) Plazos de ejecución de las acciones y medidas.

Los siguientes programas se presenten como anexos, los cuales se encuentran desarrollados para el proyecto:

1. PROGRAMA DE RESCATE Y RESGUARDO DE MATERIAL ORGÁNICO.
2. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y REFORESTACIÓN.
3. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA SILVESTRE.
4. PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE.

Los demás programas se desarrollarán conforme se soliciten en el resolutivo correspondiente.

VII.3. CONCLUSIONES.

Al generar el Proyecto, se proponen oportunidades de atender una necesidad de abasta de combustible en la zona y simultáneamente impulsar las fuentes de empleo desde la fase de preparación del sitio hasta su operación y mantenimiento, haciendo hincapié y puntualizando que se cumplirán los lineamientos necesarios en materia ambiental, para garantizar que su realización sea factible y viable, ya que sus procedimientos de preparación del sitio, construcción y operación buscan minimizar y atenuar cualquier tipo de impacto generado, complementando lo anterior con la aplicación de medidas de mitigación, prevención y compensación que permitirán un desarrollo compatible con su entorno natural. Asimismo, el proyecto se justifica ampliamente por su compatibilidad con el desarrollo regional, considerándose además la factibilidad con la vinculación con las normas y regulaciones vigentes sobre los usos de suelo establecidas a nivel Municipal, Estatal y Federal. A continuación, se presentan las conclusiones del proyecto:

A. El proyecto que se pretende realizar corresponde a una Estación de Servicio con Tienda de Conveniencia y Locales Comerciales, con ello se busca incrementar el abasto de combustible para los vehículos que circulan por estas vías de comunicación, disminuyendo los tiempos de traslado para el suministro.
B. Los principales impactos ambientales irreversibles se presentarán en los atributos físicos del escenario ambiental, como son la geomorfología, suelo, y en la parte biótica la vegetación y fauna.
C. La mayoría de los impactos ambientales identificados serán de carácter puntual, temporales, reversibles y mitigables, con una nula posibilidad de generar impactos significativos o acumulativos de importancia.
D. La obra por incorporar se integra a un escenario el cual ha sufrido alteraciones previas, como la construcción de la vialidad donde se encuentra, una tendencia a una urbanización total de la zona, todo ello a traído una sustitución y aprovechamiento de la cobertura vegetal y el desplazamiento de la fauna terrestre, aunado a la presencia humana por las distintas actividades antrópicas en la zona.
E. El escenario futuro esperado, es contar con un sitio totalmente urbanizado.
F. Es necesario establecer programas y acciones para la capacitación ambiental a todos los involucrados, principalmente en las fases previas que corresponde a la preparación y construcción generando un agente importante en la protección de los recursos faunísticos y florísticos locales, que coadyuven a reducir la intensificación de los impactos ambientales identificados.
G. Es necesario establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas a la empresa constructora, a fin de evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a los componentes bióticos, vegetación y fauna silvestre, y los atributos físicos, destacando el suelo.
H. Las actividades indicadas en las medidas de mitigación deben iniciarse desde el principio del proyecto, de tal manera que, a la conclusión de la etapa de construcción, muchas de ellas ya muestren un avance considerable de su aplicación.
I. Este proyecto está considerado dentro de los esquemas de sustentabilidad, de tal manera, que es compatible ambientalmente con su espacio físico y con la variable tiempo, lo cual permite tener una visión de su factibilidad ambiental y que ofrecerán múltiples y permanentes beneficios ambientales y sociales.
J. El proyecto, es compatible con las políticas en materia ambiental, federales y estatales, establecidos en el Plan de Desarrollo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.
K. El presente proyecto contribuirá al crecimiento de los servicios, la infraestructura vial, el incremento de actividades comerciales y principalmente se abatirán los costos de los habitantes de colonias cercanas al contar una estación próxima, evitando un mayor desplazamiento para abastecerse de combustible. En el aspecto socioeconómico el proyecto definitivamente tendrá un impacto benéfico en la zona que, combinado con las actividades comercial e industrial, serán una fuente de empleo y por lo tanto de ingresos para los habitantes de la región.
L. Finalmente se puede mencionar que se trata de un proyecto puntual, el cual debido a las dimensiones de este o presentará afectación significativa al medio ambiente, ya que como se ha mencionada se trata de una zona urbana. Así mismo la dimensión del proyecto no podrá ser

representativa en el Sistema Ambiental Local el cual podrá continuar con las características bióticas y abióticas actuales incluso con la construcción de la Estación de Servicio.

Por todo lo expuesto anteriormente se concluye que el proyecto de la **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR, PARA LA ESTACIÓN DE SERVICIO CON TIENDA DE CONVENIENCIA Y LOCALES COMERCIALES "JONICAS S.A. DE C.V." UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO, ES VIABLE,** desde los puntos de vista ambiental, social y económico.

ÍNDICE GENERAL.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. 2
VIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN. 2
VIII.1.1. PLANOS DEFINITIVOS. 2
VIII.1.2. FOTOGRAFÍAS. 2
VIII.1.3. VIDEOS. 2
VIII.1.4. LISTAS DE FLORA Y FAUNA. 2
VIII.2. OTROS ANEXOS. 2
VIII.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS. 3

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

VIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

VIII.1.1. Planos definitivos.

Se entrega la cartografía desarrollada para el proyecto, los cuales contienen: el título; los nombres y firmas de quien los elaboró, la fecha de elaboración; la nomenclatura y simbología explicadas; coordenadas geográficas, la escala gráfica y numérica y la orientación. A una escala que permite apreciar los detalles del proyecto.

VIII.1.2. Fotografías.

En los anexos se presentan las fotografías solicitadas.

VIII.1.3. Videos.

Para el presente proyecto no se incluye ningún tipo de video.

VIII.1.4. Listas de Flora y Fauna.

En los anexos se muestran los catálogos de flora y fauna de la zona de estudio.

VIII.2. OTROS ANEXOS.

- Acta Constitutiva.
- Registro Federal de Contribuyente.
- Poder del Representante Legal.
- Identificación del Representante Legal.
- Clave Única de Registro de Población Representante Legal.
- Posesión del Predio.
- Constancia de Uso de Suelo.
- Identificación Responsable Técnico.
- Currículo del Responsable Técnico.
- Clave Única de Registro de Población Responsable Técnico.
- Formatos de Flora y Fauna del proyecto.
- Mecánica de suelos.
- Memoria descriptiva.
- Plano arquitectónico.

VIII.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

- **Absorción (Absorption):** Un proceso para separar mezclas en sus constituyentes, aprovechando la ventaja de que algunos componentes son más fácilmente absorbidos que otros. Un ejemplo es la extracción de los componentes más pesados del gas natural.
- **Acceso a terceros (Third-party Access TPA):** Un régimen TPA obliga a las compañías que operan redes de transmisión o distribución de gasa ofrecer condiciones para el transporte de gas empleando sus sistemas, a otras compañías de distribución o clientes particulares.
- **Aceite crudo (Crude oil):** El aceite que proviene de un yacimiento, después de separarle cualquier gas asociado y procesado en una refinería; a menudo se le conoce como crudo.
- **Aceites amargos (Sour oils):** Aceites que contienen altos niveles de ácido sulfhídrico o mercaptanos. Se conoce como endulzamiento el tratamiento de dichos aceites para convertirlos en productos comerciales.
- **Actividad peligrosa:** Conjunto de tareas derivadas de los procesos de trabajo que generan condiciones inseguras y sobreexposición a los agentes químicos capaces de provocar daños a la salud de los trabajadores o al centro de trabajo.
- **Acuífero (Aquifer):** Una zona subterránea de roca permeable saturada con agua bajo presión. Para aplicaciones de almacenamiento de gas un acuífero necesitará estar formado por una capa permeable de roca en la parte inferior y una capa impermeable en la parte superior, con una cavidad para almacenamiento de gas.
- **Acuífero:** Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.
- **Acumulación de dosis:** Son los tóxicos acumulativos. La toxicidad está dada en función de las dosis retenidas. Esta retención puede tener una acción léxica renal, lo que dificulta más su eliminación.
- **Agua friática:** Es el agua natural que se encuentra en el subsuelo, a una profundidad que depende de las condiciones geológicas, topográficas y climatológicas de cada región. La superficie del agua se designa como nivel del agua friática.
- **Aguas aceitosas:** Agua con contenido de grasas y aceites.
- **Aguas amargas:** Agua con contenido de ácido sulfhídrico (H S).
- **Aguas fenólicas:** Aguas con contenido de fenoles.
- **Alcantarillado sanitario:** Red de conductos, generalmente tuberías, a través de las cuales se deben evacuar en forma eficiente y segura las aguas residuales domésticas y de establecimientos comerciales, conduciéndose a una planta de tratamiento y final- mente, a un sitio de vertido.
- **Barril (Barrel - bbl):** Una medida estándar para el aceite y para los productos del aceite. Un barril = 35 galones imperiales, 42 galones US, o 159 litros.
- **Barril de aceite equivalente (Barrel oil equivalent-boe):** Un término frecuente- mente usado para comparar al gas con el aceite y proporcionar una medida común para diferentes calidades de gases. Es el número de barriles de aceite crudo estabilizado, que contienen aproximadamente la misma cantidad de energía que el gas: por ejemplo, 5.8 trillonesdepies3 (de gas seco) equivalen aproximadamente a un billón de boe.
- **Barriles por día (Barrels per day-bpd or b/d):** En términos de producción, el número de barriles de aceite que produce un pozo en un período de 24 horas, normal- mente se toma una cifra promedio de un período de tiempo largo. (En términos de refinación, el número de barriles recibidos o la producción de una refinería durante un año, divididos por trescientos sesenta y cinco días menos el tiempo muerto utilizado para mantenimiento).
- **Benceno (Benzene):** El compuesto aromático más simple con un anillo de átomos de carbono y seis átomos de hidrógeno; una de las materias primas más importantes para la industria química.
- **Biodegradable (Biodegradable):** Material que puede ser descompuesto o sujeto a putrefacción por bacterias u otros agentes naturales.

- **Biodiversidad:** Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies, los ecosistemas y los complejos ecológicos que forman parte de la biosfera.
- **Butano (Butane):** Un hidrocarburo que consiste de cuatro átomos de carbono y diez átomos de hidrógeno. Normalmente se encuentra en estado gaseoso, pero se licúa fácilmente para transportarlo y almacenarlo; se utiliza en gasolinas, y también para cocinar y para calentar. Véase también LPG.
- **Cambio de uso de suelo:** Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.
- **Catalizador:** Sustancia que ayuda o promueve una reacción química sin formar parte del producto final. Permite que la reacción se lleve a cabo más rápido o a temperaturas menores y permanece sin cambio al final de la reacción. En los procesos industriales, el catalizador gastado. Debe ser cambiado periódicamente para mantener una producción eficiente.
- **Clorohidrocarburos pesados:** Cadenas de hidrocarburos en los que un número variado de hidrógenos ha sido sustituido por átomos de cloro. Los clorohidrocarburos pesados son aquellas cadenas que contienen desde cuatro hasta seis átomos de cloro, siendo éstos últimos conocidos como hexaclorados.
- **Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.
- **Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.
- **Compuestos orgánicos totales no metálicos (COTNM):** Compuestos orgánicos que resultan de la combustión incompleta de los hidrocarburos y que no incluyen al metano.
- **Compuestos orgánicos volátiles(COV):** Compuestos orgánicos que se evaporan a temperatura ambiente, incluyendo varios hidrocarburos, compuestos oxigenados y compuestos con contenido de azufre. Por convención, el metano se considera por separado. Los COV contribuyen a la formación de ozono troposférico mediante una reacción fotoquímica con los óxidos de nitrógeno.
- **Compuestos orgánicos volátiles totales(COVT):** Representan la suma de los COV y los COTNM, mencionados anteriormente.
- **Contingencia ambiental:** Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.
- **Corriente - abajo (Downstream):** Aquellas actividades que tienen lugar entre la carga de aceite crudo en la terminal de transportación y la utilización del aceite por el usuario final. Esto comprende la transportación de aceite crudo a través del océano, el abastecimiento y la comercialización, la refinación, la distribución y el mercadeo de los productos derivados del aceite. Ver también corriente arriba (upstream).
- **Corriente arriba (Upstream):** Las actividades relativas a la exploración, producción y entrega a una terminal de exportación de petróleo crudo.
- **Crudo de activo (Equity crude):** La proporción de aceite crudo a la cual una compañía productora tiene derecho como resultado de su contribución financiera al proyecto.
- **Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.
- **Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.
- **Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.
- **Decibel:** Décima parte de un bel; su símbolo es dB.

- **Degradación:** Cambio o modificación de las propiedades físicas y químicas de un elemento, por efecto de un fenómeno o de un agente extraño. Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.
- **Derecho de vía:** Bien del dominio público de la Federación constituido por la franja de terreno de anchura variable, que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección, mantenimiento y en general para el uso adecuado de una vía de comunicación o de una instalación para el transporte de fluidos y de sus servicios auxiliares. Se incluyen en la presente definición los derechos de vía de caminos, carreteras, ferrovías, líneas de transmisión telefónicas y eléctricas, así como las de las tuberías de ductos para el transporte de agua, hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos.
- **Desagregación (Unbundling):** La separación de las funciones de transporte, almacenamiento y comercialización de gas.
- **Desarrollo del pozo:** Conjunto de actividades tendientes a restituir e incrementar la porosidad y permeabilidad del filtro granular y la formación acuífera adyacente al pozo.
- **Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
- **Desequilibrio ecológico:** La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.
- **Desintegración (Cracking):** El proceso de rompimiento de moléculas grandes de aceite en otras más pequeñas. Cuando este proceso se alcanza por la aplicación de calor únicamente, se conoce como desintegración térmica. Si se utiliza un catalizador se conoce como desintegración catalítica; si se realiza en una atmósfera de hidrógeno se conoce como un proceso de hidro desintegración.
- **Distribución(Distribution):** Después que el gas ha sido procesado, es transportado a través de gas o ductos hasta centros de distribución local, para ser medido y entregado a los clientes.
- **Ducto (Pipeline):** Tubería para el transporte de crudo o gas natural entre dos puntos, ya sea tierra adentro o tierra afuera.
- **Emergencia ecológica:** Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que, al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas.
- **Emisión:** La descarga directa o indirecta a la atmósfera de energía, o de sustancias o materiales en cualesquiera de sus estados físicos.
- **Emisiones fugitivas:** Emisiones que escapan supuestamente de un sistema.
- **Empacado de línea (Line pack):** La habilidad para incrementar la cantidad de gas en una tubería incrementando la presión arriba de la presión normal del sistema, pero permaneciendo dentro del límite de seguridad. Se utiliza como un método de almacenamiento diurno o pico.
- **Emulsión (Emulsion):** Mezcla en la cual un líquido es dispersado en otro en forma de gotitas muy finas.
- **Especie:** La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que presentan características morfológicas, etológicas y fisiológicas similares, que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, compartiendo requerimientos de hábitat semejantes.
- **Especie y subespecie amenazada:** La especie que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción si siguen operando factores que ocasión en el deterioro o modificación del hábitat o que disminuyan sus poblaciones. En el entendido de que especie amenazada es equivalente a especie vulnerable.
- **Especie y subespecie en peligro de extinción:** Es una especie o subespecie cuyas áreas de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su rango de distribución por múltiples factores, tales como la destrucción

o modificación drástica de su hábitat, restricción severa de su distribución, sobreexplotación, enfermedades, y depredación, entre otros.

- **Especie y subespecie endémica:** Es aquella especie o subespecie, cuya área de distribución natural se encuentra circunscrita únicamente a la República Mexicana y aguas de jurisdicción federal.
- **Especie y subespecie rara:** Aquélla especie cuya población es biológicamente viable, pero muy escasa de manera natural, pudiendo estar restringida a un área de distribución reducida, o hábitats muy específicos.
- **Especie y subespecie sujeta a protección especial:** Aquélla sujeta a limitaciones o vedas en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica restringida, o para propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de especies asociadas.
- **Especies con estatus:** Las especies y subespecies de flora silvestre, catalogadas como en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001.
- **Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.
- **Esquisto de petróleo (Oil Shale):** Roca sedimentaria compacta impregnada de materiales orgánicos (principalmente querógeno) que rinde aceite al ser calentada.
- **Estación de compresión (Compressor station):** Utilizada durante el transporte de gas. El gas pierde presión al recorrer grandes distancias; para asegurar un flujo uniforme debe ser recomprimido en estaciones localizadas cada 60 a 80 Km. a lo largo de la ruta.
- **Estación de recompresión (Booster station):** Una plataforma sobre una sección de un gasoducto submarino diseñada para incrementar el flujo de gas.
- **Explosivos primarios:** Son materiales que presentan facilidad para que se les haga detonar ya sea por calor, chispa, fuego o fricción, por lo que se utilizan como disparadores y en la mayoría de los casos son poco estables.
- **Explosivos secundarios:** Son materiales que requieren de un explosivo primario o agente de detonación para que se inicien.
- **Formas de toxicidad:** Algunos agentes pueden tener una acción aguda, subagudao crónica o todas sucesivamente. La toxicidad aguda y subaguda dependerá fundamentalmente de la dosis y vía de penetración. La crónica, también denominada a plazos más o menos largos, por absorción repetida, es la forma mas frecuente en el riesgo laboral o profesional. Cada día se le otorga más importancia, ya que está demostrado que dosis mínimas repetidas, actúan como verdaderos venenos.
- **Fraccionamiento (Fractionation):** Nombre genérico del proceso de separación de una mezcla en sus componentes o fracciones. Ver también: absorción, adsorción, destilación.
- **Fracciones ligeras (Light fractions):** Las fracciones de bajo peso molecular y bajo punto de ebullición que emergen de la parte superior de la columna de fraccionamiento durante la refinación del aceite.
- **Fracciones pesadas (Heavy fractions):** También conocidas como productos pesados, estos son los aceites formados de moléculas grandes que emergen del fondo de una columna fraccionadora, durante la refinación del aceite.
- **Fuentes fijas:** Todo tipo de industria, máquinas con motores de combustión, terminales y bases de autobuses y ferrocarriles, aeropuertos, clubes cinegéticos y polígonos de tiro; ferias, tianguis, circos y otras semejantes.
- **Fuentes móviles:** Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares.
- **Gas licuado de petróleo (Liquefied Petroleum Gas- LPG):** El LPG está compuesto de propano, butano, o una mezcla de los dos, la cual puede ser total o parcialmente licuada bajo presión con objeto de facilitar su transporte y almacenamiento. El LPG puede utilizarse para cocinar, para calefacción o como combustible automotriz.

- **Gas Natural (Natural gas):** a)- Una mezcla de hidrocarburos, generalmente gaseosos presentes en forma natural en estructuras subterráneas. El gas natural consiste principalmente de metano (80%) y proporciones significativas de etano, propano y butano. Habrá siempre alguna cantidad de condensado y/o aceite asociado con el gas.
  El término también es usado para designar el gas tratado que se abastece a la industria y a los usuarios comerciales y domésticos y tiene una calidad especificada.
- **Gas natural crudo (Raw natural gas):** Gas natural que contiene impurezas y sustancias indeseables tales como: agua, nitrógeno, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico gaseoso y helio. Estos se remueven antes de que el gas se venda.
- **Gas natural licuado (Liquefied Natural Gas- LNG):** Gas natural que para facilidad de transportarlo ha sido licuado mediante enfriamiento a aproximadamente menos 161 °C a presión atmosférica. El gas natural es 600 veces más voluminoso que el gas natural licuado (LNG),
- **Gas pobre o gas seco (Lean gasor dry gas):** Gas con relativamente pocos hidrocarburos diferentes al metano. El poder calorífico es típicamente alrededor de 1,000 Btu/pié cúbico estándar, a menos que esté presente una proporción significativa de gases que no sean hidrocarburos.
- **Gas rico (Rich gas):** Gas predominantemente con metano, pero con una proporción relativamente alta de otros hidrocarburos. Muchos de estos hidrocarburos normalmente se separan como líquidos del gas natural.
- **Gas seco (Dry gas):** a) Lo mismo que gas pobre, o sea que no contiene hidrocarburos que se licuarán a temperatura y presión ambiente;
  Gas que no contiene vapor de agua, o sea gas sin agua.
- **Gas sintético (Synthetic gas):** Gas rico en metano producido a partir de aceite o carbón que tiene las mismas características básicas y composición química que el gas natural. Después de tratamiento para eliminar bióxido de carbono es adecuado para servicio doméstico, como gas de bajo poder calorífico.
- **Gasificación (Gasification):** La producción de combustible gaseoso a partir de combustible sólido o líquido.
- **Gasificación de aceite (Oil Gasification):** La conversión del petróleo en gas para usarse como combustible.
- **Gravedad API (API/ gravity):** La escala utilizada por el Instituto Americano del Petróleo para expresar la gravedad específica de los aceites.
- **Gravedad específica (Specific Gravity):** La relación de la densidad de una sustancia a determinada temperatura con la densidad de agua a 4 °C.
- **Hidrocarburo (Hydrocarbon):** Cualquier compuesto o mezcla de compuestos, sólido, líquido o gas que contiene carbono e hidrógeno (por ejemplo: carbón, aceite crudo y gas natural).
- **Hidrocarburos aromáticos:** Hidrocarburos con estructura cíclica que generalmente presentan un olor característico y poseen buenas propiedades como solventes.
- **Hidrodesintegración (Hydrocracking):** Ver craqueo.
- **Hidrodesulfuración (Hydrodesulphurisation-HDS):** Proceso parare mover azufre de las moléculas, utilizando hidrógeno bajo presión y un catalizador.
- **Hidrodesulfuración:** Proceso para remover el azufre de moléculas.
- **Humedales costeros:** Las zonas de transición entre aguas continentales y marinas cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación halófita-hidrófita con presencia permanente o estacional, en áreas de inundación temporal o permanente sujetas o no a la influencia de mareas, tales como bahías, playas, estuarios, lagunas costeras, pantanos, marismas y embalses en general.
- **Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- **Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

- **Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- **Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- **Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto con junto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
- **Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:
  La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
  La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
  La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
  La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
  El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.
- **Índice de viscosidad (Viscosity Index):** Medida de la relación entre la temperatura y la viscosidad de un aceite.
- **Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.
- **Kilocaloría (Kilocalorie):** Mil calorías. Unidad de calor que se usa en la industria química de proceso.
- **Kilowatt-hora (kWh):** Unidad de medida en la industria eléctrica. Un kilowatt-hora es equivalente a 0.0949 metros cúbicos de gas.
- **Líquidos del gas natural NGL (Natural Gas Liquids):** No existe definición precisa. Los líquidos del gas natural son esencialmente los hidrocarburos que se pueden extraer en forma líquida del gas natural tal como se produce. Típicamente, los componentes predominantes son etano, GLP y pentanos, aunque habrá también algunos hidrocarburos pesados.
- **Lixiviado:** Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, componentes que se encuentran en los mismos residuos.
- **Lodos aceitosos:** Desechos sólidos con contenido de hidrocarburos.
- **Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.
- **Manglar:** Vegetación arbórea de las regiones tropicales y subtropicales, con especies de plantas halófitas localizadas principalmente en los humedales costeros. La vegetación es cerrada e intrincada en que al fuste de troncos y ramas se añade una complicada columna de raíces aéreas y respiratorias.
- **Maquinaria y equipo:** Es el conjunto de mecanismos y elementos combinados destinados a recibir una forma de energía, para transformarla a una función determinada.
- **Material peligroso:** Elementos, substancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas
- **Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- **Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- **Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

- **Nivel freático:** Nivel superior de la zona saturada, en el cual el agua contenida en los poros se encuentra sometida a la presión atmosférica.
- **Óxidos de azufre (SOx):** Compuestos generados por los procesos de combustión de energéticos que contengan azufre en su composición. Contribuyen al fenómeno de la lluvia ácida.
- **Óxidos de nitrógeno (NOx):** Término genérico para los gases de óxido de nitrógeno. Compuestos generados durante los procesos de combustión.
- **Ozono:** Forma alotrópica del oxígeno muy reactiva, presente de manera natural en la atmósfera en diversas cantidades. Entre los 15 y 40 Km. De altura sobre el nivel del mar constituye una capa protectora(ozonósfera) contra las radiaciones ultravioleta que provienen del sol.
- **Partículas M_{10} y $PM_{2.5}$:** Son componentes de la contaminación atmosférica producidas, entre otros, por la utilización de combustibles en vehículos o de industrias. Se clasifican según su diámetro en micras (por ejemplo, PM_{10} = diámetro de 10 micras). Aquellas de menor diámetro suelen ser más riesgosas para la salud humana, ya que pueden penetrar más profundamente en el sistema respiratorio.
- **Partículas sólidas o líquidas**: Fragmentos de materiales que se emiten a la atmósfera en fase sólida o líquida;
- **Partículas suspendidas totales (PST):** Término utilizado para designar la materia particulada en el aire.
- **Petróleo (Petroleum):** Nombre genérico para hidrocarburos, incluyendo petróleo crudo, gas natural y líquidos del gas natural. El nombre se deriva del latín, oleum, presente en forma natural en rocas, petra.
- **Petroquímico (Petrochemical):** Producto químico derivado del petróleo o gas natural (por ejemplo: benceno, etileno).
- **Plataforma (Platform):** Estructura fija o flotante, costa afuera, desde la cual se perforan pozos. Las plataformas de perforación pueden convertirse en plataformas de producción una vez que los pozos produzcan.
- **Plataforma continental (Continental shelf):** La orilla de un continente que yace en mares poco profundos(menos de 200 metros de profundidad).
- **Pozo (Well):** Agujero perforado en la roca desde la superficie de un yacimiento a efecto de explorar o para extraer aceite o gas.
- **Pozo de aforo (Appraisal well):** Un pozo que se perfora como parte de un programa para determinar el tamaño y la producción de un campo de aceite o de gas.
- **Pozo de exploración o de prueba (Wildcat well):** Pozo exploratorio perforado sin conocimiento detallado de la estructura rocosa subyacente.
- **Pozo de gas(Gaswell):** Un agujero hecho en la tierra con el objetivo de extraer gas natural y llevarlo hasta la superficie.
- **Pozo desviado (Deviation well):** Un pozo perforado en ángulo con la vertical (perforación desviada), para cubrir el área máxima de un yacimiento de aceite o de gas, o para librar el equipo abandonado en el agujero original.
- **Pozo seco (dry hole):** Un pozo que no tuvo éxito, perforado sin haber encontrado cantidades comerciales de aceite o de gas.
- **ppm:** Partes por millón.
- **Protección catódica (Cathodic protection):** Un método empleado para minimizar la corrosión electroquímica de estructuras tales como las plataformas de perforación, tuberías y tanques de almacenamiento.
- **Punto de escurrimiento (Pour point):** Temperatura debajo de la cual un aceite tiende a solidificarse y a no fluir libremente.
- **Punto de toma (Offtake):** El punto en un sistema de distribución donde el gas es derivado en tubería de suministro a un consumidor mayor.

- **Químicos básicos (Base chemicals):** Compuestos básicos para la industria química, los cuales son convertidos a otros productos químicos (ejemplo: aromáticos y olefinas que son convertidos en polímeros).
- **Recuperación mejorada EOR (Enhanced Oil Recovery):** La recuperación de aceite de un yacimiento utilizando otros medios aparte de la presión natural del yacimiento. Esto puede ser incrementando la presión (recuperación secundaria), o por calentamiento, o incrementando el tamaño de los poros en el yacimiento (recuperación terciaria). Ver también: acidificación.
- **Recuperación primaria (Primary recovery):** La recuperación de aceite y gas de un yacimiento empleando sólo la presión natural del yacimiento para forzar la salida del aceite o gas. Ver también recuperación secundaria y terciaria.
- **Recuperación secundaria (Secondary recovery):** La recuperación secundaria de hidrocarburos de un yacimiento incrementando la presión del yacimiento mediante la inyección de gas o agua en la roca del yacimiento.
- **Recuperación terciaria (Tertiary recovery):** Recuperación de hidrocarburos de un yacimiento por encima de lo que se puede recuperar por medio de recuperación primaria o secundaria. Normalmente implica un método sofisticado tal como el calentamiento del yacimiento o el ensanchamiento de los poros empleando productos químicos. Ver: acidificación.
- **Red de gas (Gasgrid):** Término usado para la red de transmisión de gas y de tuberías de distribución en una región o país, a través de las cuales se transporta el gas hasta los usuarios industriales, comerciales y domésticos.
- **Refinería (Refinery):** Complejo de instalación es en el que el petróleo crudo se separa en fracciones ligeras y pesadas, las cuales se convierten en productos aprovechable o insumos.
- **Región ecológica:** La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.
- **Registro acústico: (Acousticlog):** Un registro del tiempo que toma una onda acústica (sonido) para viajar cierta distancia a través de formaciones geológicas. También es llamado registro sónico.
- **Relación gas/condensado (Gas/condensate ratio):** a). - Para un yacimiento de gas / condensado esta es la relación del condensado al gas. En cuanto al aceite, lar elación puede medirse en pies cúbicos estándar/barril. Alternativamente se utiliza la inversa y las unidades típicas son barriles/millón de pies cúbicos estándar.
  Para campos de gas seco solo se usa la inversa normalmente. Las unidades típicas son otra vez barriles/ millón de pies cúbicos estándar, pero puede usarse gramos/metro cúbico.
- **Relación reservasa producción (Reserves-to-production ratio):** Para un determinado pozo, campo o país. El período durante el cual alcanzan las reservas si la producción se mantiene a su ritmo actual y bajo el actual nivel de tecnología.
- **Relleno sanitario:** Sitio para el confinamiento controlado de residuos sólidos municipales.
- **Reservas (Reserves):** Ver: reservas probadas, reservas probables, reservas posibles y reservas recuperables.
- **Reservas posibles (Posible reserves):** Estimado de reservas de aceite o gas en base a datos geológicos o de ingeniería, de áreas no perforadas o no probadas.
- **Reservas probables (Probable reserves):** Estimado de las reservas de aceite y/o gas en base a estructuras penetradas, pero requiriendo confirmación más avanzada para podérseles clasificar como reservas probadas.
- **Reservas probadas (Proven reserves):** La cantidad de aceite y gas que se es- tima recuperable de campos conocidos, bajo condiciones económicas y operativas existentes.
- **Reservas recuperables (Recoverable reserves):** La proporción de hidrocarburos que se puede recuperar de un yacimiento empleando técnicas existentes.
- **Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

- **Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- **Sarta de perforación (Drill string):** Tuberías de acero de aproximadamente 10 metros de largo que se unen para formar un tubo desde la barrena de perforación hasta la plataforma de perforación. El conjunto se gira para llevar a cabo la operación de perforación y también sirve de conducto para el lodo de perforación.
- **Sistema ambiental:** Esla interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.
- **Sistema de recolección de gas (Gas gathering system):** Un punto central de colección del gas de los campos costa afuera con tuberías provenientes de un número de campos, cuyos propietarios son a menudo distintas compañías. De ahí el gas es transportado a un sistema central de procesamiento, en tierra.
- **Sumación de efectos:** Vinculado a la teoría de los efectos cancerígenos, se comprobó que habría sumación de efectos tóxicos irreversibles, por mínima quesea la dosis.
- **Sustancias tóxicas:** Son aquéllas en estado sólido, líquido o gaseoso pueden causar trastornos estructurales o funcionales que provocan daños a la salud o la muerte si son absorbidas, aun en cantidades relativamente pequeñas por el trabajador.
- **Tanque:** Estructura cerrada o abierta, que se utiliza en los diferentes procesos de los Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, destinada a contener agua a la presión atmosférica.
- **Terminal (Terminal):** Instalación marítima que recibe y almacena petróleo crudo y productos de producción costa afuera vía ductos y/o buques tanque.
- **Terminal de gas natural licuado (LNG terminal):** Una estación para recibir embarques de LNG, típicamente con instalaciones para almacenamiento y regasificación.
- **Torre de perforación (Derrick):** Estructura de acero montada sobre la boca del pozo para soportar la tubería de perforación y otros equipos que son descendidos y elevados durante las operaciones de perforación.
- **Trampa (Trap):** Estructura geológica en la cual se acumulan hidrocarburos para formar un campo de aceite o gas. Ver también: Trampa estructural.
- **Trampa de líquido (Slug catcher):** Planta instalada en un sistema de gasoductos para atrapar líquidos.
- **Trampa estratigráfica (Stratigraphic trap):** Trampa de hidrocarburos formada durante la sedimentación y en la cual los hidrocarburos fueron encapsulados como resultado del cambio de roca de porosa a no porosa, en lugar del plegamiento o falla de los estratos de roca.
- **Trampa estructural (Structural trap):** Trampa de hidrocarburos formada por ladis- torsión de estratos de roca por movimientos de la corteza terrestre.
- **Transmisión (Transmission):** El transporte de grandes cantidades de gas a altas presiones, frecuentemente a través de sistemas nacionales o regionales de transmisión. Para los últimos, el gas se transfiere a centros locales de distribución a los consumidores a presiones más bajas.
- **Transportación común (Common carriage):** 1). - El transporte de gas a través de un sistema de tuberías para un tercero.
  La obligación de una compañía de transmisión o de distribución para entregar gas a clientes sobre la base de prorrateo, sin discriminación entre clientes existentes y nuevos.
- **Transportador combinado (Combined carrier):** Barco que puede transportar carga de aceite o carga seca.
- **Transportador de LNG (LNG carrier):** Un buque tanque especialmente diseñado para transportar gas natural licuado, dotado con recipientes para presión, con aislamiento, fabricados con acero inoxidable o con aluminio. La carga es refrigerada a -162 °C.

- **Transportador muy grande de crudo (VLCCVery large crude carrier):** Buque tanque de gran tamaño, arriba de 200,000 toneladas métricas de peso muerto que se emplea para el transporte de petróleo crudo.
- **Transportador ultra grande de crudo (ULCCUltra-large crude carrier):** Buque tanque extremadamente grande, arriba de 300,000 toneladas de peso muerto, que se emplea para transportar petróleo crudo.
- **Unidad flotante de almacenamiento (Floating Storage Unit):** Un depósito grande en el cual se almacena el aceite proveniente de una plataforma de producción costa afuera, antes de ser transferido a un buquetanque. Ver también: Boya individual ancla- da (SBM-Single Buoy Mooring).
- **Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.
- **Uso agrícola:** La utilización de agua nacional destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.
- **Uso agroindustrial:** La utilización de agua nacional para la actividad de transformación industrial de los productos agrícolas y pecuarios.
- **Uso doméstico:** Utilización del agua nacional destinada al uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de sus árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de sus animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa.
- **Uso industrial:** La utilización de agua nacional en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como la que se utiliza en parques industriales, en calderas, en dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de substancias y el agua aún en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación.
- **Uso pecuario:** La utilización de agua nacional para la actividad consistente en la cría y engorda de ganado, aves de corral y animales, y su preparación para la primera enajenación, siempre que no comprendan la transformación industrial.
- **Uso público urbano:** La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, a través de la red municipal.
- **Usos múltiples:** La utilización de agua nacional aprovechada en más de uno de los usos definidos en párrafos anteriores, salvo el uso para conservación ecológica, el cual está implícito en todos los aprovechamientos.
- **Valoración de un campo (Field appraisal):** El proceso de cuantificación de los niveles de reservas y de potencial de producción de un nuevo yacimiento de petróleo descubierto, usualmente mediante perforación de un pozo de delimitación.
- **Yacimiento (Reservoir):** Acumulación de aceite y/o gas en roca porosa tal como arenisca. Un yacimiento petrolero normalmente contiene tres fluidos (aceite, gas y agua) que se separan en secciones distintas debido a sus gravedades variantes. El gas siendo el más ligero ocupa la parte superior del yacimiento, el aceite la parte intermedia y el agua la parte inferior.
- **Yacimiento de gas/condensado (Gas/condensate reservoir):** Un yacimiento en el cual ni el gas natural ni el aceite crudo son las corrientes de producción predominantes. Para incrementar la recuperación del condensado, el gas debe ser recirculado durante los primeros años y producido en una fecha posterior.