DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B PARTICULAR.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (SAE) CHEMUYIL

CAPÍTULO I

ABRIL 2026

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. I-1

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

I.1.1. Nombre del proyecto. I-1

I.1.2. Ubicación del proyecto. I-1

I.1.3. Duración del proyecto. I-3

I.2. Datos generales del promovente. I-4

I.2.1. Nombre o razón social. I-4

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes. I-4

I.2.3. Datos del Representante Legal. I-4

I.2.4. Dirección del promovente para oír y recibir modificaciones. I-4

I.3. Responsable de la elaboración del Documento Técnico Unificado. I-4

I.3.1. Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental. I-4

I.3.2. Cédula profesional. I-5

I.3.3. Registro Federal de Contribuyentes. I-5

I.3.4. Dirección del Responsable Técnico del documento. I-5

I.3.5. Datos de inscripción en el registro del prestador de servicios forestales que haya elaborado el estudio. I-5

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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

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

I.1.1. Nombre del proyecto.

El proyecto se trata de un *Sistema de Almacenamiento de Energía* eléctrica por lo que, considerando el acrónimo correspondiente, de aquí en adelante, en este documento será denominado **SAE Chemuyil**.

I.1.2. Ubicación del proyecto.

El proyecto se localiza en el [redacted] ubicándose en la población y municipio de Tulum, Quintana Roo.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de la única obra que comprende:

Tabla I.1. Coordenadas del proyecto.

[redacted]

En la **Figura I.1.** se presenta la ubicación general del proyecto:



Figura I.1. Localización general del proyecto.

[redacted]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En complemento a lo anterior, en el respaldo digital que acompaña al presente documento se incluyen los archivos vectoriales del proyecto SAE Chemuyil (*SAE Chemuyil.kmz*, en la carpeta *SIG* > *KMZ*).

I.1.3. Duración del proyecto.

Para su ejecución, el proyecto requerirá de actividades de preparación del sitio, así como construcción de obra civil y electromecánica en un plazo de aproximado de **12 meses**, los cuales incluyen su puesta en servicio, a partir de la cual iniciará su etapa operativa, la cual se considera que ocurrirá por un **tiempo indeterminado**.

En la tabla que se muestra a continuación se presenta la programación de las actividades relativas a la construcción de la obra:

Tabla I.2. Cronograma de actividades de la construcción del proyecto.

ACTIVIDADES	MESES												AÑOS		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	X...
SAE Chemuyil.															
Trazo y nivelación del proyecto.															
*Limpieza del terreno (**desmonte** y **despalme**).															
Excavación.															
Terracerías.															
Cimentaciones															
Caseta de control.															
Trincheras y ductos para cables.															
Cerca perimetral.															
Montaje de equipos eléctricos.															
Puesta en marcha															
Operación															

*Esta actividad implica la remoción de vegetación forestal.

Obra civil. Obra electromecánica. Operación.

[redacted]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.2. Datos generales del promovente.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.3. Responsable de la elaboración del Documento Técnico Unificado.

I.3.1. Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Se precisa que la profesionista citada, como prestador de servicios técnicos forestales acreditada por la SEMARNAT, **únicamente avalará lo referente a los muestreos forestales realizados para la elaboración del presente estudio, así como el cálculo de los volúmenes estimados** y que, una vez autorizado el proyecto, se notificará a la DGIRA el nombre de la persona que estará a cargo de supervisar la ejecución del CUSTF, de manera anterior al inicio de las acividades.

[redacted]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

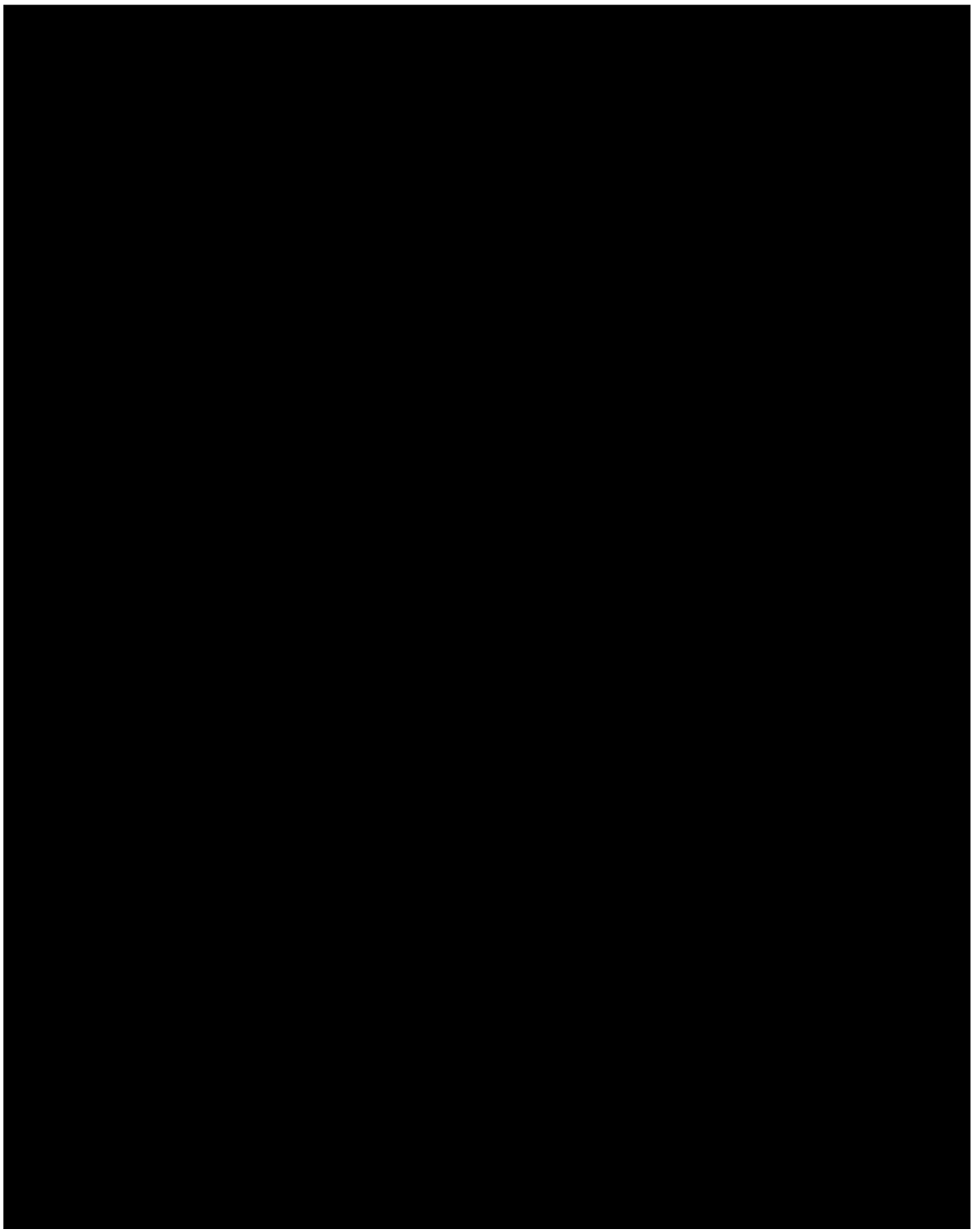
I.3.2. Cédula profesional.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Como parte de los anexos del presente documento se adjunta en formato físico copia de la inscripción del prestador de servicios técnicos forestales a cargo de su elaboración ante el Registro Forestal Nacional, pero no de la ejecución del cambio y uso de suelo en terrenos forestales, una vez se inicie las actividades de remoción será avisado a la dependencia correspondiente el nombre del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.

[redacted]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CARTA BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD.

Documento Técnico Unificado, modalidad B-Regional del proyecto denominado "**SAE Chemuyil**".

Los abajo firmantes, declaran bajo protesta de decir verdad que, en cuanto a su elaboración, el Documento Técnico Unificado, modalidad B-Regional de la "**SAE Chemuyil**", proyecto con pretendida ubicación en el municipio de Tulum, Quintana Roo, se ajusta a lo establecido en el Artículo 35 Bis-1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como al Artículo 36 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, toda vez que los resultados fueron obtenidos a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, además de que las medidas de prevención y mitigación sugeridas se consideran las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

ATENTAMENTE

Representante Legal **Representante Legal**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B PARTICULAR.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (SAE) CHEMUYIL

CAPÍTULO II

ABRIL 2026

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. II-1

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

II.1.1. Información general del proyecto. II-1

II.1.2. Naturaleza del proyecto. II-2

II.1.3. Sector Económico al que pertenece el Proyecto. II-3

II.1.4. Objetivo del proyecto. II-3

II.1.5. Ubicación física. II-4

II.1.6. Inversión requerida. II-5

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. II-7

II.2.1. Programa de trabajo. II-7

II.2.2. Etapas del proyecto. II-8

II.2.2.1. Preliminares. II-8

II.2.2.1.1. Trazo y nivelación del proyecto. II-8

II.2.2.1.2. Limpieza del terreno. II-9

II.2.2.2. Obra civil. II-11

II.2.2.2.1. Excavación a cielo abierto. II-11

II.2.2.2.2. Terracerías. II-12

II.2.2.2.3. Cimentaciones. II-12

II.2.2.2.4. Caseta de control. II-13

II.2.2.2.5. Trincheras y ductos para cables. II-15

II.2.2.2.6. Cerca perimetral. II-16

II.2.2.3. Obra electromecánica. II-16

II.2.2.3.1. Montaje de equipos eléctricos. II-16

II.2.2.3.2. Puesta en marcha. II-18

II.2.2.4. Operación. II-18

II.2.3. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo. II-20

II.2.3.1. Metodología para la estimación del volumen. II-21

II.2.3.1.1. Diseño de muestreo II-21

II.2.3.1.2. Levantamiento de Información. II-23

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.2.3.1.4. Forma y tamaño de muestreo..... II-26

II.2.3.1.5. Delimitación de las Unidades de Muestreo en el área de CUSTF del proyecto. II-29

II.2.3.1.6. Estrato arbóreo..... II-30

II.2.3.1.7. Estrato arbustivo. II-30

II.2.3.1.8. Estrato herbáceo. II-31

II.2.3.1.9. Análisis del cálculo de Tamaño de Muestreo..... II-32

II.2.3.1.10. Variables dasométricas..... II-32

II.2.3.1.11. Aplicación de la fórmula del Sistema Biométrico. II-37

II.2.3.1.12. Número de individuos que pretende removerse por el CUSTF. II-38

II.2.3.1.13. Estimación de existencias volumétricas resultado del (CUSTF). II-43

II.2.3.1.14. Estimación de materiales primas forestales maderables por propietario. II-48

II.2.4. Residuos. II-52

II.2.4.1. Disposición final de residuos generados en la construcción. II-54

II.2.5. Emisiones y descargas..... II-55

II.2.5.1. Emisiones..... II-55

II.2.5.2. Descargas. II-58

II.2.5.2.1. Generación, manejo y disposición final de residuos líquidos. II-58

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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

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

II.1.1. Información general del proyecto.

En este capítulo se realiza la descripción de las actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto, las cuales serán tomadas como base para realizar el análisis de las interacciones que tendrá con los diferentes componentes ambientales. Se consideran las etapas de preparación del sitio, construcción, pruebas preoperativas y puesta en servicio. Como primer paso, se mencionan las características de las obras que conforman el proyecto son las que se listan a continuación.

Tabla II.1. Obras que conforman el proyecto.

SAE Chemuyil	
Característica	**Descripción**
Superficie total:	20,076.00 m^2 (2.0076 ha).
Capacidad nominal:	Relación de transformación 20 MW/72 MWh.
Transformador principal:	16/21/27 MVA, ONAN/ONAF/ONAF2. 115Y/34.5Y-13.2Δ kV
Power Conversión System (PCS) Skids	3 x 8 MVA (Sineng), 0.690 V/34.5 kV con 4 módulos de 2,000 MVA c/u.
Contenedores Battery Energy Storage System (BESS)	12 x CATL EnerS, 6,017 kWh c/u.
Capacidad de almacenamiento	72 MWh
Energía útil entregada en el punto de interconexión	20 MW
Tasa máxima de Carga/Descarga	0.33 C
Potencia auxiliar estimada	900 kW a 480 VAC
Sistemas de control y SCADA	Incluye RTAC, protecciones, comunicación Modbus TCP/Fiber

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.1.2. Naturaleza del proyecto.

Dado que las obras que comprende el proyecto concuerdan con aquellas para las que es necesaria la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental señaladas en las fracciones II, VII del Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**), al igual que en los incisos K y O del Artículo 5º del reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**RLGEEPA-MEIA**) y, siendo que requiere realizarse la remoción de vegetación forestal correspondiente a selva mediana subperennifolia, se realiza la solicitud, en un solo procedimiento administrativo, de los trámites correspondientes a la Autorización en Materia de Impacto Ambiental (**AMIA**) y de la Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (**ACUSTF**), a través de un Documento Técnico Unificado modalidad B (**DTU-B**); ya que el proyecto que se presenta se trata de una única obra, se entiende que coincide con lo establecido en el último párrafo del Artículo 11 del **RLGEEPA-MEIA**, de manera que se ha determinado que corresponde a la modalidad Particular.

Como se ha mencionado, el proyecto se trata de uno de tipo eléctrico, que comprende la construcción de una Sistema de Almacenamiento de Energía (el **SAE Chemuyil)**, la cual ocupará una superficie total aproximada de **2.0076 ha**, siendo que el total de esta superficie se trata de *vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia* que sería removida. Al tratarse de una obra nueva, ocupará una superficie en la que se removerá el total de la vegetación existente, método conocido como matarrasa.

Una vez descritas de manera general el proyecto, a continuación, se presenta la superficie en la que se realizará la remoción de vegetación forestal:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II. 2. Obras del proyecto que involucran la remoción de vegetación forestal.

Obra	No. Polígono Forestal	Superficie	
		m²	Ha
SAE Chemuyil	Polígono 1	20,076.00	2.0076
	TOTAL =	**20,076.00**	**2.0076**

Como puede verse el CUSTF se realizaría en 1 polígono, sumando una superficie total de **2.0076 ha**, estos valores serán empleados en todos los capítulos. Como puede verse, la superficie forestal a remover corresponde al **100.00%** de la superficie del Área del Proyecto.

El acceso al predio se realizará desde la [redacted] donde se puede tomar la vialidad existente denominada como [redacted] que comunica hacia la localidad de Chemuyil, siguiendo por esta vía se llega al polígono del **SAE Chemuyil**, por lo que el ingreso al predio del proyecto será realizado por esta.

II.1.3. Sector Económico al que pertenece el Proyecto.

El proyecto está clasificado en el Sector económico que define el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de la forma siguiente:

Tabla II.4. Sector económico del proyecto (SCIAN 2023).

Código	Título	Descripción
221123	Comercialización de energía eléctrica	Unidades económicas dedicadas principalmente a realizar transacciones de compraventa en el Mercado Eléctrico Mayorista.

Fuente: https://www.inegi.org.mx/scian/

II.1.4. Objetivo del proyecto.

El objetivo del proyecto **SAE Chemuyil** es implementar un sistema de almacenamiento de energía en sitio (BESS) con capacidad de 20 MW / 72 MWh, destinado a rasurar picos de demanda y optimizar el consumo eléctrico en el punto de interconexión (POI) de 115 kV.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Este SAE contribuye a:

- Reducir costos de demanda máxima en el sitio de operación.
- Proporcionar flexibilidad operativa al sistema eléctrico local.
- Apoyar la integración de fuentes renovables.
- Mejorar la calidad y continuidad del suministro eléctrico.

Si bien, el proyecto ocasionará impactos ambientales inherentes a su construcción, por lo mencionado, no se vislumbra que se ocasionen impactos sinérgicos a nivel regional, sobre todo, considerando la implementación de medidas preventivas y de mitigación adecuadas.

Es importante mencionar que la ubicación del proyecto estuvo supeditada a la cercanía con infraestructura eléctrica existente, de donde se tomaría la energía que será almacenada, sin embargo, por las condiciones circundantes y sus dimensiones, se considera que no ocasionará afectaciones significativas, tomando como base los aspectos ambiental, arqueológico, indemnizatorio y técnico.

II.1.5. Ubicación física.

[redacted]

que comprende:

Tabla II.4. Coordenadas del proyecto.

[redacted]

Como parte del respaldo digital que acompaña al presente documento se incluye la tabla de coordenadas en formato Excel (nombre del archivo *Coordenadas SAE Chemuyil.xls*).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En la **Figura II.1** se presenta gráficamente la ubicación del polígono en el que se removería vegetación forestal, el cual corresponde a la propia ubicación de la obra, siendo que se removerá la totalidad de la vegetación existente para la implementación de la obra.

II.1.6. Inversión requerida.



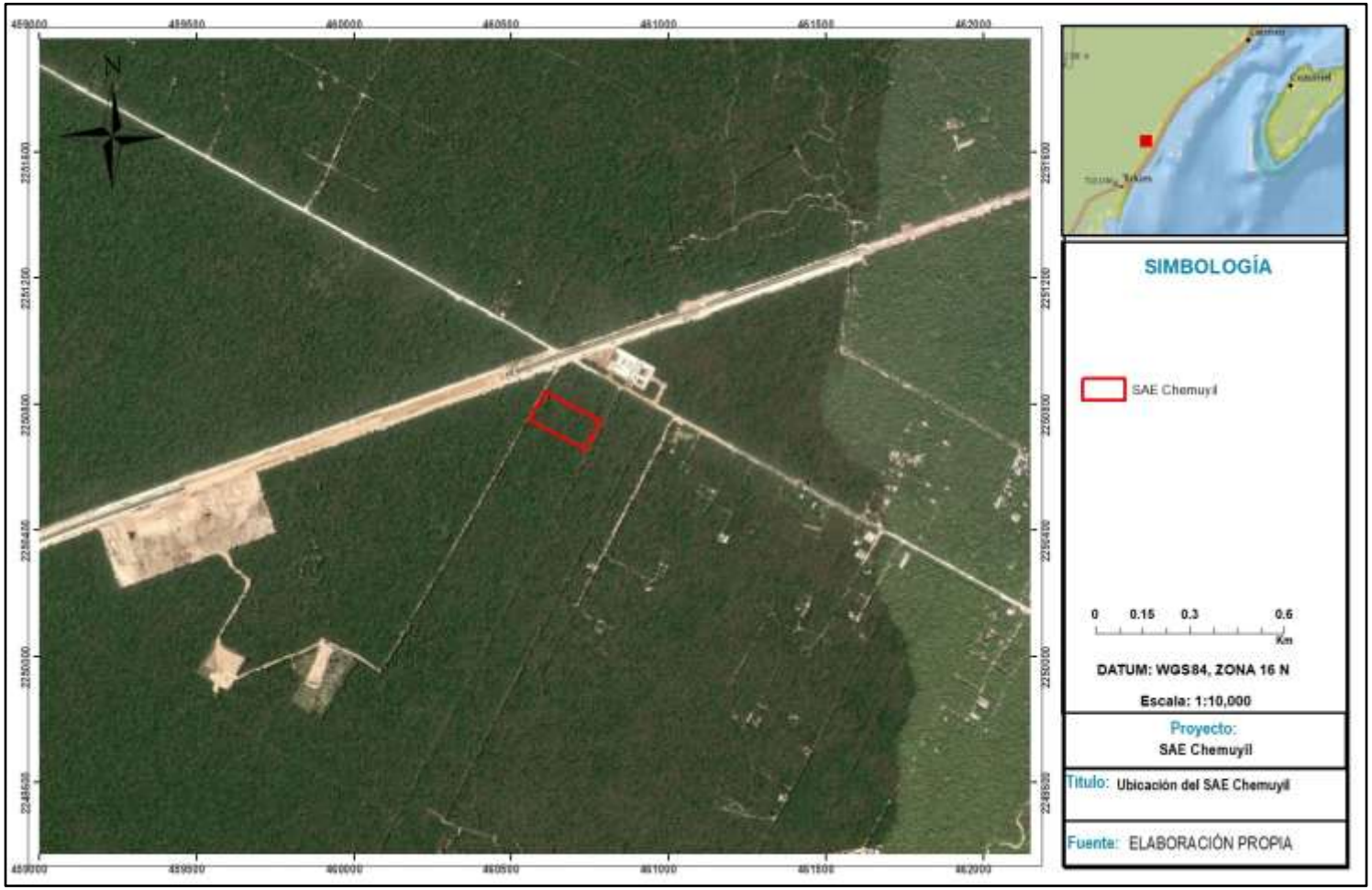


Figura I.1. Se muestra el polígono en el que se removerá vegetación forestal.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

A continuación, se realiza la descripción de las actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto, las cuales serán tomadas como base para realizar el análisis de las interacciones que tendrá con los diferentes componentes ambientales. Se consideran las etapas de preparación del sitio, construcción, pruebas y puesta en servicio.

II.2.1. Programa de trabajo.

Para su ejecución, el proyecto requerirá de actividades de obra civil y electromecánica en un plazo de aproximadamente 12 meses, los cuales incluyen la puesta en servicio de las obras que lo componen, a partir de la cual iniciará la etapa operativa, la cual se considera que ocurrirá por un tiempo indeterminado.

En la tabla siguiente, a diferencia de la presentada en el **Capítulo I**, se presentan no sólo las actividades propias de la construcción del proyecto, sino, también aquellas actividades consideradas para prevenir y mitigar los impactos que pudieran ocurrir por la remoción de vegetación forestal:

Tabla II.6. Cronograma de actividades de la construcción del proyecto.

ACTIVIDADES	MESES												AÑOS		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	X...
SAE Chemuyil.															
Implementación de un reglamento interno.															
Difusión y concienciación sobre temas ambientales.															
Trazo y nivelación del proyecto.															
Ahuyentamiento de especies de fauna.															
Programa de rescate, reubicación y preservación de fauna silvestre.															
Delimitación del área sujeta a derribo y despalme.															
Programa de rescate y reubicación de flora silvestre.															
*Limpieza del terreno (**desmonte** y **despalme**).															
Recuperación de tierra fértil y revegetación natural.															

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.6. Cronograma de actividades de la construcción del proyecto.

ACTIVIDADES	MESES												AÑOS		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	X...
Derribo dirigido de vegetación de forma paulatina															
Picado y esparcido de residuos de desmonte.															
Programa de reforestación.															
Excavación.															
Terracerías.															
Cimentaciones															
Tapado de cepas de excavaciones.															
Caseta de control.															
Trincheras y ductos para cables.															
Cerca perimetral.															
Montaje de equipos eléctricos.															
Utilización de colores neutros y acabados no reflectantes en instalaciones.															
Puesta en marcha															
Operación															

*Esta actividad implica la remoción de vegetación forestal.

Obra civil. Obra electromecánica. Operación.

Medidas preventivas y de mitigación.

II.2.2. Etapas del proyecto.

II.2.2.1. Preliminares.

II.2.2.1.1. Trazo y nivelación del proyecto.

Estas actividades tienen como objetivo principal acondicionar el terreno para la ejecución de las obras que componen el proyecto, para lo cual se utilizan equipo topográfico de precisión y, como base, los planos del proyecto.

Primero, con base a las coordenadas plasmadas en los planos de proyecto se delinean los límites de las obras, marcando os puntos, distancias, ángulos y cotas de los elementos que conforman el proyecto (incluyendo ejes y polígonos), los cuales son indicados físicamente en el terreno por medio de estacas (*trazo*); por otra parte, con

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

apoyo del equipo topográfico (estación total) se establecen puntos de control cada determinada distancia, los cuales sirven para establecer el nivel del terreno y poder determinar alturas, elevaciones y/o inclinación (*nivelación*) de acuerdo con la obra de que se trate.

II.2.2.1.2. Limpieza del terreno.

Previo a la realización de esta actividad, se ejecutarán el **Programa de rescate, reubicación y preservación de fauna silvestre** y **el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre**, medidas de mitigación que se describen con mayor detalle en el capítulo correspondiente.

Cabe señalar que esta actividad es básicamente por la cual se considera la remoción de vegetación que implica el *Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales*.

Para esta actividad se consideran dos pasos: **desmonte y despalme**.

El *desmonte* consiste en la limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto que se encuentren cubiertas de vegetación, maleza, pastos, etc. El desmonte se realizará mediante el uso de maquinaria o herramienta manual (motosierras, machetes, etc.), según sea requerido. El derribo se realizará de forma direccional, siempre hacia adentro del polígono con vegetación a remover, para evitar afectar vegetación fuera de éstos, cuya remoción no estaría autorizada. El material resultante de las actividades de desmonte, principalmente maderable, podrá ser utilizado para consumo de los pobladores cercanos al proyecto que así lo requieran.

Para el caso del proyecto pretendido el único tipo de vegetación que se removería corresponde a **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)**.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Figura II. 2. Ejemplificación de las actividades de desmonte durante la etapa preparación del sitio.

El despalme consiste en la remoción de una capa superficial del terreno de 20 a 30 cm, aproximadamente, el cual, por sus características, es inadecuada para la conformación de plataformas para el equipamiento, edificios e instalaciones auxiliares. Se utilizará maquinaria pesada (retroexcavadora) para el retiro de la capa vegetal (principalmente raíces) y la materia orgánica del suelo. El material sobrante, principalmente tierra vegetal, será enviado a sitios de disposición adecuados; de manera previa, se realizará la consulta al ayuntamiento del municipio de que se trate sobre los sitios de disposición para este tipo de residuos existentes y, en su caso, se obtendrá el permiso que sea requerido para su utilización y se pagará el derecho que correspondiese. En caso de que la legislación municipal lo indicase, se contratarán los servicios de prestadores de servicios autorizados para el manejo y disposición final de estos residuos.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Figura II. 3. Ejemplificación de actividades de despalme durante la etapa preparación del sitio.

II.2.2.2. Obra civil.

Es la parte de la construcción que involucra la conformación de los elementos que constituyen la estructura física, como cimentaciones, bases, muros, etc.

II.2.2.2.1. Excavación a cielo abierto.

La excavación a cielo abierto en cualquier tipo de material es la que se efectúa para formar la sección de desplante de las cimentaciones de las estructuras, equipos, edificios, muros divisorios, transformador, caminos, cimentaciones y cualquier otra subestructura que sea requerido. La excavación se puede realizar en forma manual con pico y pala o, preferentemente, con maquinaria como perforadoras, retroexcavadoras, rompedoras hidráulicas, neumáticas, entre otra.

Durante el proceso de excavación, el material producto de esta podrá depositarse alrededor, dejando cuando menos 1 metro libre entre los límites de excavación y el pie de talud del borde formado, con el fin de evitar el derrumbe del material al interior de la excavación. Para suelos inestables, tales como arenas sueltas o suelos con nivel de aguas freáticas se deberán utilizar ademes como protección de las paredes y/o bombeo de achique. Una vez alcanzado el nivel de desplante se limpiará el fondo de la excavación con la herramienta apropiada evitando siempre sobreexcavación. Así mismo, se realiza el afine, corrección y acabado de las laderas de las excavaciones, además, de ser requerido, puede realizarse su estabilización, por ejemplo, entibándolas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.2.2.2.2. Terracerías.

Son trabajos que consisten en la realización de cortes y/o rellenos, conformación y revestimiento de taludes y muros de contención, plataformas y terraplenes compactados donde se construirá la instalación, de acuerdo con cotas de nivel y dimensiones establecidas en los planos de proyecto. Su construcción puede realizarse en cualquier tipo de material, dependiendo de la topografía y de las condiciones ambientales de cada sitio en particular.

Antes de iniciar las terracerías, se removerán todos los materiales inestables, frágiles o inadecuados que existan en la zona y se saneará el terreno, mediante drenaje o estabilización de suelos, según se requiera. Con la finalidad de verificar el grado de compactación de las terracerías, se practican pruebas efectuadas por un laboratorio acreditado.

II.2.2.2.3. Cimentaciones.

En primer lugar, se realiza localización puntual del área donde está proyectada la construcción, para luego trazar las zonas donde se excavarán las cimentaciones para los equipos eléctricos (ver actividad *II.2.2.1.1. Trazo y nivelación*), y demás las instalaciones requeridas. Generalmente, el trazo y nivelación se realiza encima de la terracería realizada con antelación.

En sí, esta actividad agrupa una serie de subactividades necesarias para la construcción de la infraestructura que recibirá las cargas muertas y vivas de los elementos que conformarán la instalación:

Plantilla. Se trata de la implementación de una capa de concreto resultante de la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos en las proporciones adecuadas, que al endurecerse adquiere una resistencia mecánica y características especificadas para uniformar la superficie de desplante de las cimentaciones (también se le conoce como losa de cimentación). Se instala por debajo de las cimentaciones con el objetivo de dividir el suelo del acero o cimiento, La plantilla protege a la zapata para que su resistencia no sea afectada por las reacciones que se producen en el suelo, como la sedimentación, erosión, etc. Generalmente, tiene un espesor aproximado de 5 a 7 cm, según sea el tipo de cimentación.

Cimbra. Son los moldes prefabricados o hechos en sitio, ya sean metálicos o de madera, que dan forma al elemento de concreto de acuerdo con el diseño y que,

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

entre otros aspectos, deben cumplir con los requisitos de apariencia, resistencia y hermeticidad para garantizar la calidad del elemento de concreto.

Acero. Son las varillas de acero corrugado que quedarán ahogadas en los elementos estructurales de concreto para resistir los esfuerzos de tensión cuyo habilitado e instalación debe cumplir con los planos de proyecto, las cuales son cortadas y dobladas de acuerdo con las especificaciones de diseño.

Anclajes para cimentaciones en roca. Son los elementos que se construirán, donde lo requiera el proyecto, con objeto de dar a las cimentaciones de concreto reforzado la fijación requerida al suelo rocoso. Los anclajes en roca se efectúan, de ser necesario, en sitios en los que no sea posible efectuar una excavación y servirá para desplantar una cimentación, zapata, dado, etc.

Concreto. Es la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos necesarios que, de acuerdo con el diseño de la mezcla, proporcionan al concreto las características mecánicas, físicas y químicas indicadas en los planos de proyecto con el cual se realiza el colado de las cimbras.

II.2.2.2.4. Caseta de control.

Este concepto se refiere a la construcción de las estructuras que tienen la finalidad de proteger de agentes ambientales y aislar a los equipos electromecánicos, electrónicos y de comunicaciones que forman parte de la instalación. Esta estructura debe de garantizar la estabilidad e integridad ante fuerzas mecánicas.

De manera similar a lo descrito en el apartado de cimentaciones, para la construcción de la infraestructura de la caseta de control se requerirá de las siguientes subactividades:

Plantilla. Se trata de la implementación de una capa de concreto resultante de la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos en las proporciones adecuadas, que al endurecerse adquiere una resistencia mecánica y características especificadas para uniformar la superficie de desplante de las cimentaciones (también se le conoce como losa de cimentación). Se instala por debajo de las cimentaciones con el objetivo de dividir el suelo del acero o cimiento, La plantilla protege a la zapata para que su resistencia no sea afectada por las reacciones que se producen en el suelo, como la sedimentación, erosión, etc. Generalmente, tiene un espesor aproximado de 5 a 7 cm, según sea el tipo de cimentación.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Cimbra. Son los moldes prefabricados o hechos en sitio, ya sean metálicos o de madera, que dan forma al elemento de concreto de acuerdo con el diseño y que, entre otros aspectos, deben cumplir con los requisitos de apariencia, resistencia y hermeticidad para garantizar la calidad del elemento de concreto.

Acero. Son las varillas de acero corrugado que quedarán ahogadas en los elementos estructurales de concreto para resistir los esfuerzos de tensión cuyo habilitado e instalación debe cumplir con los planos de proyecto, las cuales son cortadas y dobladas de acuerdo con las especificaciones de diseño.

Concreto. Se refiere al vertido in situ de una mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos necesarios, que, de acuerdo con el diseño de la mezcla, proporcionan al concreto las características mecánicas, físicas y químicas indicadas en los planos de proyecto con el cual se realiza el colado de las cimbras.

Así mismo se complementará con lo siguiente:

Losa de vigueta y bovedilla. Consiste en la colocación de elementos prefabricados (vigueta pretensada y bovedillas) de concreto hidráulico con una capa de compresión armada con malla electrosoldada para la construcción de la losa de azotea, de acuerdo con las dimensiones, niveles, detalles en apoyos y de volados indicados en el diseño.

De manera posterior a la construcción de los elementos estructurales que sirven de apoyo a la losa de azotea se procede a la construcción de esta de acuerdo con el siguiente procedimiento: el primer paso consiste en el cimbrado de los elementos que quedaran embebidos en la losa de azotea (trabes, castillos, etc.). Posteriormente se procede a la colocación de las viguetas de acuerdo con la dirección indicada en los planos de proyecto con la separación necesaria para la recibir de las bovedillas. Antes de proceder al colado de la capa de concreto debe instalarse la malla de acero como se indica en los planos de proyecto, así como los ductos de la instalación eléctrica que quedarán embebidos en la losa. La capa de compresión de concreto debe contar con el espesor indicado en los planos de proyecto y debe ser colada de forma continua, acomodando, con la ayuda de vibradores, el concreto en las calles que forman las viguetas y en los elementos estructurales embebidos en la losa. Por último, la parte superior e inferior de la losa recibirán los acabados que indiquen los planos y especificaciones del proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Muro de block. Es aquel que se construye con bloques vibrocomprimidos huecos, macizos o vitroblock, con las características indicadas en el diseño y sirve para soportar cargas, dividir o delimitar una zona de otra impidiendo el tránsito y la visibilidad.

Los bloques se asentarán y juntearán a plomo y nivel con mortero fresco y se acomodarán sin dar tiempo a que el mortero endurezca. A menos que sea inevitable, no se permitirá el uso de fragmentos de block.

El espesor de las juntas de mortero entre bloques deberá ser de mínimo un centímetro y se ajustará de acuerdo con la altura del muro requerida, recortando el mortero sobrante. Las juntas de asiento en los bloques deberán formar hiladas horizontales y las juntas verticales quedarán cuatrapeadas y a plomo.

Por último, la parte interior y exterior de los muros de block recibirán los acabados que indiquen los planos y especificaciones del proyecto.

Acabados. Esta actividad se refiere a los trabajos para la instalación de los elementos finales de la edificación de la caseta de control, entre los que se encuentran pisos, pintura, carpintería, herrería y cancelería, entre otros, para lo cual se utilizarán materiales prefabricados que serán dispuestos según lo indicado en los planos y especificaciones del proyecto.

Instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y aire acondicionado. Éstas se realizarán con materiales prefabricados y en función de las memorias de cálculo e ingeniería requeridos para la edificación. Las instalaciones hidrosanitarias estarán ocultas en los elementos de concreto y/o muros de block mientras de las eléctricas y de aire acondicionado están izadas a través de charolas de aluminio por la parte interna y superior de la losa de azotea y los compresores de los equipos de aire acondicionado en la parte superior de la losa, respectivamente. Todo lo anterior deberá apegarse a lo indicado en los planos y especificaciones del proyecto.

II.2.2.2.5. Trincheras y ductos para cables.

Son canalizaciones que son recubiertas con losas y muros de concreto, las cuales albergarán los ductos, consistentes en tuberías de PVC dieléctrico que son finalmente encofrados en concreto simple. Estos sirven para alojar los cables eléctricos de control y fuerza. Los ductos unirán a las trincheras con los registros eléctricos. Las

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

trincheras y ductos pueden ser dispuestas en las orillas de los caminos interiores, para albergar cableado subterráneo de los equipos a instalar.

El proceso constructivo de los ductos, en términos generales, se constituye por la excavación de las canalizaciones con el ancho, longitud y profundidad que se indique en los planos y especificaciones del proyecto y la instalación de la tubería de PVC dieléctrico, la cual va inserta en estas; su número, diámetro y longitud es indicada en los planos de proyecto. A la tubería de PVC se le colocará un encofrado de concreto simple de f'c= 9.81 MPa 100 kg/cm^2. El trazo y excavación para las trincheras se hace de acuerdo con lo establecido en los planos de proyecto.

Se construirá una plantilla de 5.0 cm de espesor a base de concreto simple f'c=100 Kg/cm^2, teniendo en consideración lo indicado en el proyecto y las especificaciones correspondientes. La losa inferior y muros laterales de las trincheras se deberán de construir con concreto armado f'c= 200 kg/cm^2 o lo que indique el proyecto, las tapas serán fabricadas a base de un marco de ángulo de acero estructural galvanizado y de concreto armado, de acuerdo con lo establecido en los planos del proyecto.

II.2.2.2.6. Cerca perimetral.

Consiste en la instalación de un cerco formado por apoyos metálicos galvanizados que servirán de soporte de la malla de alambre hexagonal galvanizado con altura de 2.00 - 2.50 m, rematada con tres filas de alambre de púas. El cerco perimetral evitará el ingreso de personal no autorizado a las instalaciones, así como de especies de fauna mayor que pudieran ponerse en riesgo en caso de interactuar con una instalación eléctrica.

II.2.2.3. Obra electromecánica.

II.2.2.3.1. Montaje de equipos eléctricos.

Esta actividad se refiere al montaje de los elementos que permiten propiamente el almacenamiento de energía, así como la entrada y salida de esta desde y hacia la Red Nacional de Transmisión y la que proveerá a los servicios propios.

Prácticamente, estos serán colocados sobre las cimentaciones conformadas durante las actividades de obra civil. A saber, se considera lo siguiente:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Sistema BESS

- Instalación y montaje de 4 skids PCS (Power Conversion System) de 1.5 MW cada uno, los cuales permiten la conversión de la energía de corriente directa a corriente alterna y a la inversa, funcionando como inversor.
- Instalación y montaje de 12 contenedores BESS (Baterry Energy Storage System) CATL EnerS, que son en los que se realiza como tal el almacenamiento de energía, cada uno con 6,017 kWh de capacidad nominal. Estas baterías están integradas dentro de un contenedor robusto.
- -Instalación y montaje de celda principal de media tensión del sistema BESS. Este equipo se trata de una Subestación de Media Tensión para servicio interior (de la propia instalación) modelo XTRAN XGN-80 asilada en hexafloruro de azufre (SF6), con una operación a voltaje nominal de 34.5 kV, corriente nominal de 630 A y capacidad de interrupción de fallas de cortocircuito de 20kA; esto último es mediado por un relevador que monitorea los parámetros eléctricos y, ante una falla (sobrecorriente o sobretensión), activa un disyuntor para aislar el equipo o la sección del sistema afectada. Su función es garantizar la seguridad, estabilidad y continuidad del suministro eléctrico al detectar y aislar fallas rápidamente.
- -Instalación y montaje de trasformador de servicios propios, para la provisión de energía a la propia instalación.
- -Instalación y montaje de gabinete de distribución de servicios propios.
- -Instalación y construcción de red de media tensión.
- Montaje del sistema de control y comunicaciones (SCADA, BMS, RTAC, medidores ISO/QSE).

Subestación de alta tensión BESS

- -Instalación y montaje de la subestación elevadora con transformador principal de 16/21/27 MVA, 115 kV/34.5 kV-13.2Δ.
- -Instalación y montaje de equipos secundarios de alta tensión.
- Construcción de red de alta tensión desde sistema de almacenamiento a subestación de alta tensión (maniobras, montaje, ECT.).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.2.2.3.2. Puesta en marcha.

Básicamente, esto se trata de pruebas que aseguren que la instalación entrará en condiciones de operación óptimas, consistiendo en:

- Revisión de equipos.
- Configuración de equipos.
- Puesta en funcionamiento de comunicaciones.
- Plan de mantenimiento preventivo y correctivo para PCS y BESS.

II.2.2.4. Operación.

Como lo indica su nombre, esta etapa se refiere a cuando la obra se encuentra operando de manera regular. En esta etapa, con la finalidad de garantizar la continuidad de la instalación y la conservación adecuada de los elementos que la conforman, se ejecutan ***acciones de mantenimiento***, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla II.7. Descripción de las actividades de mantenimiento.

No.	Actividad	Periodicidad
1	Inspección mayor. Esta revisión se realizará detalladamente en cada elemento componente de la parte electromecánica de las instalaciones, poniendo especial atención a aquella infraestructura que se considere puede estar expuesta a factores externos capaces de ocasionar fallas como cruzamientos con cuerpos de agua, zonas de contaminación, vandalismo y áreas de incendio.	Cada 6 meses
2	Inspección menor. Podrán realizarse hasta dos inspecciones de este tipo a las instalaciones por año.	Cada 6 meses
3	Medición de resistencia de tierras. Esta actividad se realiza antes de la puesta en servicio de una instalación eléctrica (se hace durante las pruebas preoperativas) y, posteriormente, cada 4 años a partir de la entrada en operación. Se realiza para corroborar que los sistemas de tierras físicas funcionen adecuadamente, de manera que se evite la salida de operación de la instalación por la pérdida de corriente. El equipo más recomendable para medir resistencia de tierras es el de alta frecuencia, el cual no requiere de conexión. La medición de tierra se ejecuta preferentemente en las épocas del año en el que el terreno permanece seco.	Cada 4 años
4	Medición de corrosión: Esta actividad consiste en la inspección visual de estructuras y otros elementos para evaluar su afectación por corrosión debida a factores ambientales como el viento, la humedad o la salinidad. La medición de la corrosión en cimentaciones incluye la obtención de la resistividad del terreno y del potencial a piso.	Cada 6 meses

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.7. Descripción de las actividades de mantenimiento.

No.	Actividad	Periodicidad
5	Cambio de aislamiento con instalación energizada. La inspección de elementos estructurales permite determinar su estado y sopesar la necesidad de cambiar sus elementos aislantes, lo cual se hace sin interrumpir la operación normal de la instalación, es decir, se realizan trabajos en vivo, utilizando el equipo de protección adecuado, realizando un análisis de seguridad en el trabajo previo.	Cada 6 meses
6	Cambio de aislamiento con instalación desenergizada: Esta actividad es similar a la anterior, sólo que, como puede entenderse del nombre, se trabaja con elementos desenergizados; en este caso, la actividad se programada con antelación a su ejecución, de manera que se utilice una alternativa para seguir suministrando el servicio de energía eléctrica. Desde luego, esta actividad no implica alto riesgo para el personal, pues no existe exposición a energías peligrosas.	Cada 6 meses
7	Reapriete de herrajes. Incluye la corrección de conexiones deficientes por tornillería floja en clemas de suspensión y de remate, puente de cables de guarda y estructura en general.	Cada 6 meses
8	Sustitución de conectores. Se efectúa cuando se observan conectores dañados, lo cual es detectado mediante inspección visual durante el recorrido a las instalaciones, razón por la que no tienen una periodicidad definida.	Según sea requerido
9	Sistema de puesta a tierra Corrección de sistema de tierras. Esta actividad se efectúa cuando las mediciones realizadas a los sistemas de tierra de las instalaciones arrojan valores de resistencia altos, mayores a 10 OHMS; se utilizan principalmente electrodos para ello.	Cada 4 años
10	Corrección de corrosión. En caso en que durante la actividad de medición de la corrosión se encuentre afectación importante por efecto de la corrosión, se realiza la sustitución de elementos estructurales; de otra forma, se efectúa la aplicación de recubrimientos a las piezas que lo requieran, como parte del mantenimiento. Se aplicará el criterio del manual CFE MMAOO-01. Para efectos de esta actividad, previa preparación de superficies, tanto para la parte aérea, interfaz y enterrada.	Cada 6 meses
11	Mantenimiento de equipo y herramientas. Esta actividad se programará para efectuarse dos veces al año, debiéndose incluir equipo, personal de maniobra y de seguridad.	Cada año

Se hace notar que estas actividades se realizan una vez terminada la construcción de la obra y que haya ocurrido su entrada en operación, razón por la que no son plasmadas en un cronograma, ya que la vida útil de estas se considera permanente, siendo que en el cronograma presentado en la **Tabla II.6** del presente documento se representa la etapa de operación una vez terminada la etapa de construcción, considerando hasta

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

el año *X*, es decir, durante un número indeterminado de años, lo cual se considera alcanzable con la realización del mantenimiento pertinente.

II.2.3. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.

Los inventarios forestales suelen considerarse como sinónimos de estimaciones de la cantidad y calidad de la madera de un bosque, aunque también es conveniente pensar en otros factores, ya que cualquier estimación de las cantidades de madera de un bosque tiene poco significado si no se considera con relación a la zona en donde se encuentran los árboles. Así, debemos reconocer que un bosque no es simplemente una acumulación de madera, sino una asociación de organismos vivos que puede y debe tratarse como una riqueza renovable (Romahn *et al*., 2010). Específicamente, un inventario forestal consta de un estudio del sector forestal y la ejecución de muestreos en campo para la medición de variables cuantitativas y cualitativas con la finalidad de recabar información dasométrica del sitio de interés establecido. En el caso del presente estudio, las zonas con vegetación corresponden a un único tipo: Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ).

Para la estimación del número de individuos y de los volúmenes de las especies que son susceptibles de algún uso como materias primas forestales en la superficie sujeta a Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales se realizó un inventario forestal de tipo estratificado aleatorio.

La superficie requerida del proyecto donde se construirán las obras y se ejecutarán los trabajos de Cambio y uso de suelo es de 1.5 ha. En la cual se identificó únicamente el tipo de vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ).

El área que se requiere para el proyecto, así como la requerida para el cambio de uso de suelos en terrenos forestales (CUSTF) es una superficie de **2.0076 ha**, la cual se encuentra ocupada por un único tipo de vegetación: *Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia* (**VSA/SMQ**).

Tabla II.9. Resumen del predio a afectar por el CUSTF a realizar en la ejecución del proyecto.

Obras	Superficie (ha)	Tipo de vegetación
SAE Chemuyil	2.0076	VSA/SMQ

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.2.3.1. Metodología para la estimación del volumen.

II.2.3.1.1. Diseño de muestreo

Con la finalidad de obtener las características dasonómicas de las materias primas forestales existentes en la superficie de CUSTF, se llevó a cabo un Inventario estratificado aleatorio a través de 5 unidades o sitios de muestreo de forma rectangular de 10 x 50 m (500 m^2 por cada sitio) dentro del predio, dando una superficie total a muestrear de **2,500 m^2** (**0.25 ha**) para los cinco sitios realizados.

El inventario estratificado aleatorio es una técnica de muestreo probabilístico donde la población se divide en subgrupos homogéneos (estratos) según características relevantes (edad, tipo de bosque, etc.) y luego se selecciona una muestra aleatoria simple dentro de cada estrato, asegurando una representación precisa y reduciendo el error para estimaciones más eficientes y económicas, como en inventarios forestales, usando a menudo variables auxiliares para optimizar el tamaño de la muestra.

De igual manera, en la imagen se observa la representación esquemática la UM utilizada en los muestreos de la vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en área del proyecto **SAE Chemuyil**.

Los sitios rectangulares son recomendables principalmente el muestreo de vegetación en clima cálido-húmedo derivado de la gran cantidad de vegetación que se presenta por lo que establecer un sitio circular el muestreo de vegetación sería muy tardado, siendo que en términos generales, podemos decir que las UM circulares se recomiendan para la gran mayoría de los bosques templados y fríos del país, mientras que los rectangulares son los recomendados los tipos de vegetación de zonas con clima cálido-húmedo, siempre que su anchura no sea superior a 20 m (Romahn de la Vega *et al*, 2010).

En el área del Cambio de Uso de Uso de Suelo de Terrenos Forestales el tipo de vegetación que se encontró en el sitio **derivado de los muestreos realizados** fue Vegetación Secundaria **Arbórea** de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ), si bien, la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI indica la presencia de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ) (como se muestra en la imagen que se presenta a continuación); cabe señalar que dicha capa de información está hecha en escala 1:250,000, por lo que no se espera que sea especialmente precisa.

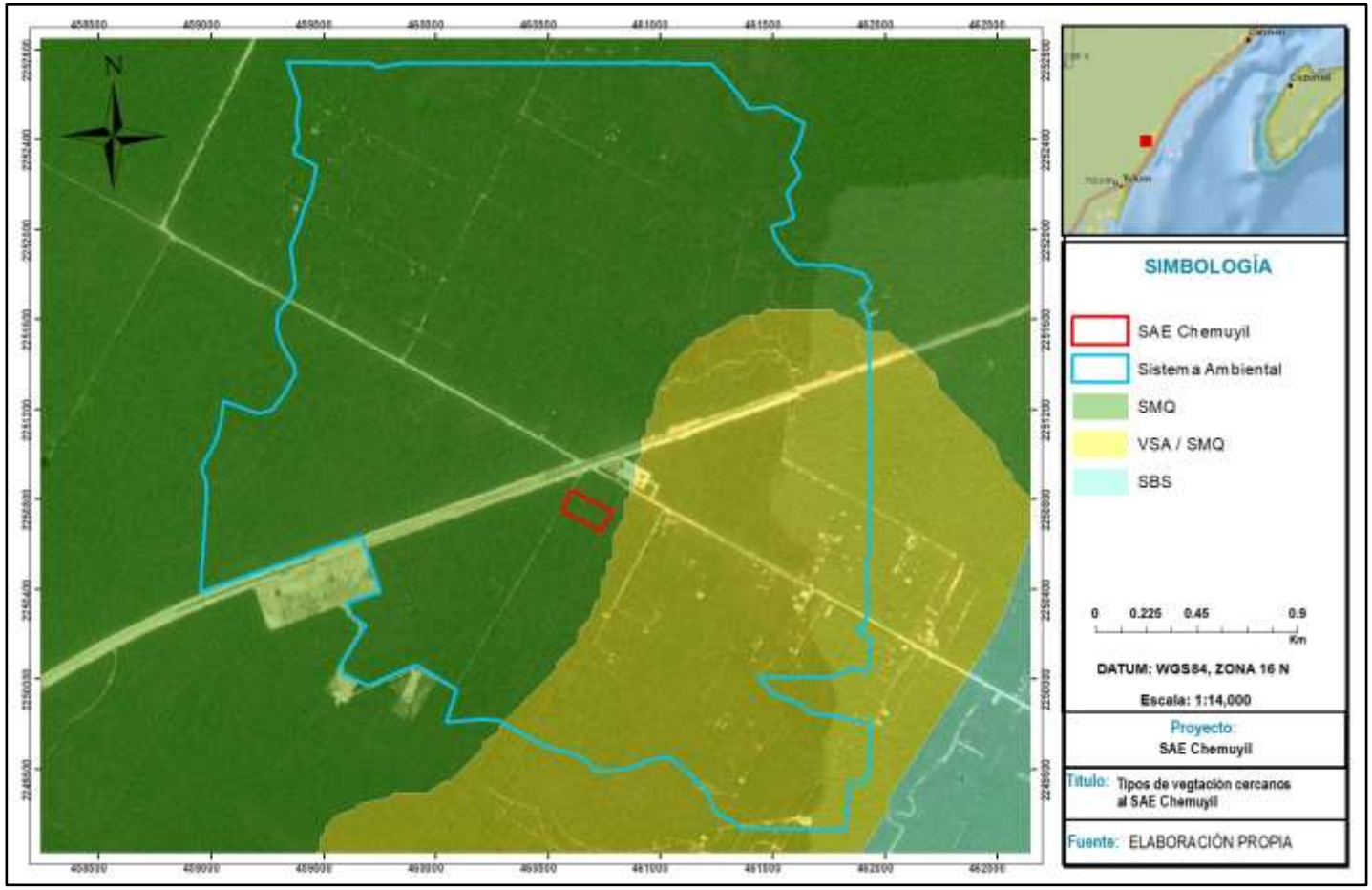


Figura II.4. Mapa del tipo de vegetación en el área de CUSTF.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.10. Resumen del predio a afectar por el CUSTF a realizar en la ejecución del proyecto.

Predio	Obra	Superficie ha	Tipo Vegetación
XXXXXXXXXXXX	SAE Chemuyil	2.0076	VSA/SMQ
	Total =	**2.0076**	**VSA/SMQ**

En las siguientes imágenes se ilustra el esquema de muestreo de vegetación realizado:

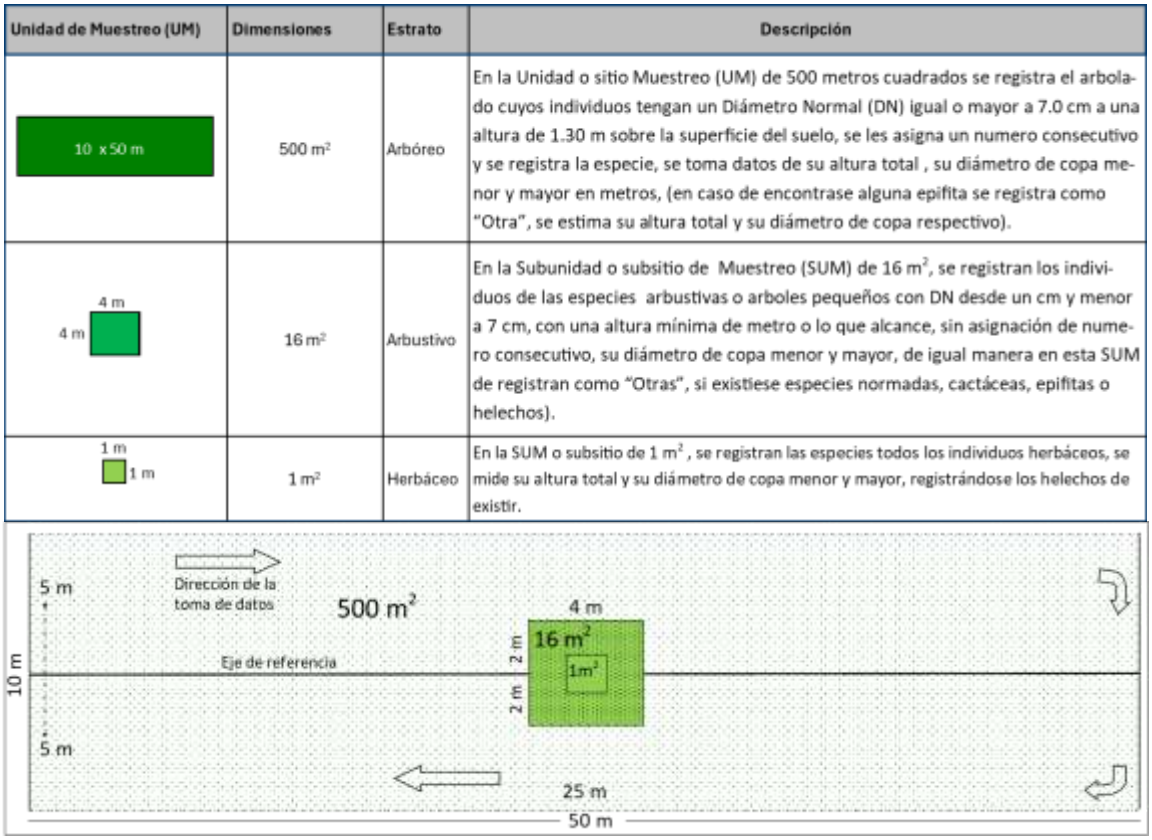


Figura II.5. Esquemas ilustrativos de la UM (parcelas de muestreo) y procedimiento de la toma de datos del arbolado, arbustivo y herbáceo en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) en el área CUSTF.

II.2.3.1.2. Levantamiento de Información.

El levantamiento de la información se clasifica por estratos de la vegetación presente en donde la altura y el diámetro son información determinante en la diferenciación de los diferentes estratos presentes en el área de estudio, generalmente se dividen en estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo, así como registrar otra forma de vida que se encuentre. A este procedimiento, por sus características, se le denomina

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

"reconocimiento forestal Lineal" (Carrillo, 2008). La ubicación de cada uno de los sitios de muestreo se realizó distribuyéndolos de manera aleatoria, el fin de obtener una apreciación general y representativa de las condiciones que presenta la vegetación en el área del proyecto; y con la opción de verificar el uso de suelo en las áreas clasificadas como no forestales en caso de encontrarse.

II.2.3.1.3. Etapas y desarrollo de las Actividades de muestreo de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el área del proyecto y su sistema ambiental.

El muestreo es una herramienta de mucha utilidad en la toma de variables y parámetros poblacionales de una comunidad vegetal, que por razones económicas y de tiempo, aunado a que la población objeto de estudio es normalmente demasiado grande (SA) y en menor proporción para el AP del proyecto, para ser enumeradas completamente o para censarlas, razón por la cual es conveniente recurrir al muestreo, misma que proporciona la información necesaria a un costo mucho menor y con mayor rapidez, al tomar parámetros de los elementos florísticos (árboles, arbustos, herbáceas y "otras") que conforman la cobertura vegetal de la VSA/SMQ en el área de estudio mediante unidades de muestreo (UM) en el cual se registran las variables para la descripción de la estructura y composición florística del área del proyecto (AP).

A fin de conocer la Intensidad de Muestreo (IM) referida como relación porcentual de la superficie muestreada con respecto a superficie total con VSA/SMQ del AP, se utilizó la siguientes formula.

$$IM=n/N*100$$

Donde:

IM = Intensidad del Muestreo en %.
n= Número de UM.
N= Número de UM de toda la población.

Tomando en cuenta la superficie de **2.0076 ha** para la implementación del proyecto (AP) con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), la IM para el AP será de 12.65 %, como se puede apreciar en el cuadro siguiente.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.10. Intensidad de muestreo para vegetación de SMQ.

Área de Estudio	No. de UM (500 m^2)	Superficie muestreada		Intensidad del muestreo
		m^2	ha	
Área del Proyecto (AP)	5	2,500	0.25	12.45 %

Una vez estimado el número de UM para el AP, se utilizó el software ArcGIS 10.4.1 for Desktop, de la plataforma geoespacial de Esri, generándose un Grid de 100 m, ubicándose aproximadamente a cada 200 m cada una de las UM. Como referencia del tipo de vegetación existente en el área del proyecto y el sistema ambiental se utilizó el Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, escala 1:250 000 en su Serie VII del INEGI 2018, distribuyéndose las UM en el AP, se consideró únicamente el área con VSA/SMQ respectivamente.

Los muestreos de la vegetación en área del proyecto fueron realizados por una Brigada en los periodos comprendidos entre el 14 al 21 de noviembre de 2025, con el apoyo del GPS Garmin Modelo GPSMAP 66i, una vez cargadas las coordenadas UTM Z16Q en el GPS se ubicó el centro de la UM, siendo marcado con pintura en espray o cinta de señalización, tomando una fotografía al equipo GPSMAP 66i con los datos de ubicación de la UM correspondiente.

Son aceptables las intensidades de muestreo que van de 1 a 10 %; las de notable preferencia se encuentran entre 2 y 4 %. Para el caso del diseño se consideró lo referido por Romahn de la Vega y Ramírez Maldonado (2010). De acuerdo con información de la Universidad Autónoma Chapingo, En inventarios forestales para vegetación de Selva mediana se han utilizado intensidades de muestreo de 3 a 4 %, el valor que se tome de referencia está en función de: superficie a inventariar, recursos financieros, precisión requerida, tiempo para realizar las actividades del inventario, entre otras variantes. La intensidad de muestreo para este proyecto se realizó tomando como referencia la superficie total del tipo de vegetación y/o comunidad vegetal y la superficie donde se levantaron los sitios muestra, para el presente proyecto se encontró un solo tipo de vegetación, los sitios para la toma de muestra fueron de diseño rectangular de aproximadamente 50 m. x 10 m (500.00 m^2) siendo un total de 5 sitios distribuidos y representativos para la obra que se pretenden realizar en el proyecto para la remoción del CUSTF, en una superficie de 2.5 ha.

La distribución para el número de sitios de muestreo se realizó con base a la superficie del proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.2.3.1.4. Forma y tamaño de muestreo.

Las UM en el sistema ambiental (SA) fueron establecidos aleatoriamente en lugares que presentaban cobertura de vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ), de manera que pudiera tenerse una mejor representación de la estructura y composición de comunidad vegetal. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de la UM:

Tabla II.11. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo para inventario forestal.

Sitio	Vértices	Coordenadas UTM (WGS84, Zona 16N)		Dimensiones (m)	Superficie (m^2)	Tipo vegetación
		X	Y			
1	V1	460,613	2,250,790	10 x 50	500.00	VSA/SMQ
	V2	460,603	2,250,790			
	C	460,607	2,250,760			
	V3	460,601	2,250,730			
	V4	460,611	2,250,730			
2	V1	460,650	2,250,760	10 x 50	500.00	VSA/SMQ
	V2	460,640	2,250,760			
	C	460,645	2,250,782			
	V3	460,640	2,250,810			
	V4	460,650	2,250,810			
3	V1	460,655	2,250,690	10 x 50	500.00	VSA/SMQ
	V2	460,646	2,250,690			
	C	460,644	2,250,718			
	V3	460,633	2,250,740			
	V4	460,642	2,250,740			
	V1	460,675	2,250,730	10 x 50	500.00	VSA/SMQ
	V2	460,665	2,250,730			
	C	460,670	2,250,759			
	V3	460,665	2,250,780			
	V4	460,675	2,250,780			
	V1	460,727	2,250,690	10 x 50	500.00	VSA/SMQ
	V2	460,717	2,250,690			
	C	460,725	2,250,719			
	V3	460,723	2,250,750			
	V4	460,733	2,250,740			
				TOTAL =	**2,500.00**	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En el respaldo electrónico que acompaña el presente documento se incluye estas coordenadas en el archivo *Coordenadas Sitios Muestreos AP SAE Chemuyil.xls*.

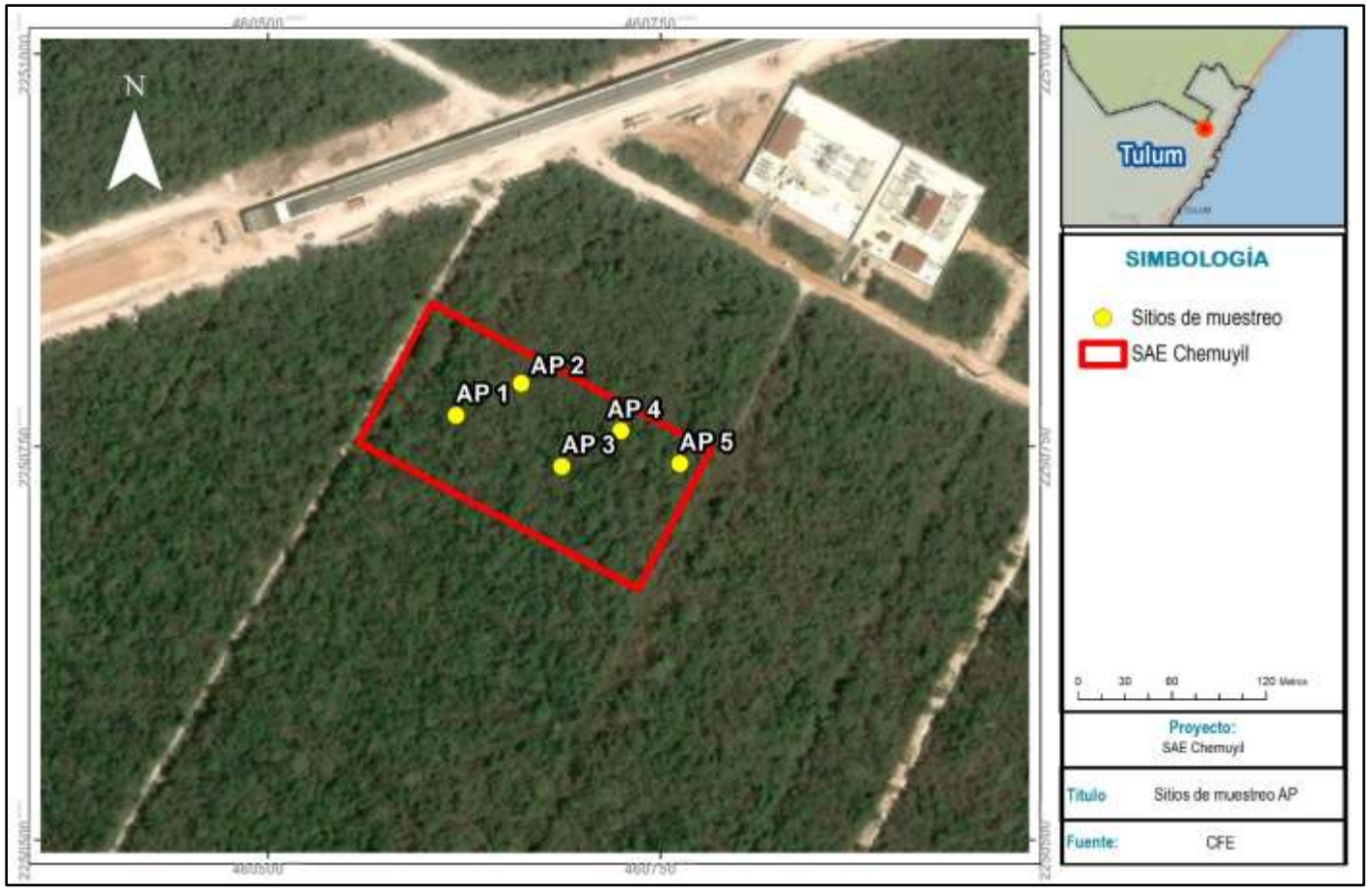


Figura II.6. Se muestran los sitios de muestreo de vegetación en el AP con Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (se hace la referencia de su ubicación con los centroides de sus polígonos).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.2.3.1.5. Delimitación de las Unidades de Muestreo en el área de CUSTF del proyecto.

Para el establecimiento de la UM y SUM, una vez determinada la ubicación, se marca el punto de inicio del transecto de 50 m, se delimita a 5 m los límites a partir del eje de referencia (cinta métrica de 50m), se extiende la cinta métrica hasta los 25 m definiéndose como el centro de la unidad de muestreo, se toma una captura fotográfica del GPS cuidando que se aprecie las coordenadas UTM de ubicación, se delimitan las SUM de 16 m^2 y un metro cuadrado respectivamente, es marcado con pintura espray o cinta de señalización (flagging), se continua con la extensión de la cinta métrica hasta los 50 m, marcándose el centro final y se delimitan los vértices correspondientes del final de la unidad de muestreo (ver imagen esquemática de la UM).



Figura II.7. Toma de datos de las variables dasométricas en cada UM en la VSA/SMQ en el AP.

Una vez delimitada la UM y las SUM, se procede al levantamiento de las variables dasométricas (DN en cm, Altura total (H m), Diámetro de copa (Cmn y Cmy) mayor y menor en metros, el estrato (ArHo), numero de árbol (No.) e individuos (Ind), el área de estudio correspondiente (APS),la unidad de muestreo (UM) y el tipo de vegetación (TpVeg), en la imagen siguiente se aprecia el formato empleado para el levantamiento de las variables dasométricas y las coordenadas de ubicación (centro de la UM), la fecha, exposición, etc, previamente cargado en una hoja de Excel en un dispositivo móvil, para su posterior “vaciado diario en otro archivo en una unidad CPU o laptop.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Clave	No.	DN(cm)	H(m)	Cmn(m)	Cmy(m)	Ind	ArHo	APS	UM	TpVeg

Coordenadas UTM	
X	Y
Fecha	Exposición
MSNM	Tipo Suelo
Alt Max Dosel	Cobertura
Fisiografía	Pendiente

Figura II.8. Formato empleado en el muestreo de vegetación en el área de estudio del proyecto (AP, SA) para la toma de datos de las variables dasométricas en cada UM en la VSA/SMQ.

II.2.3.1.6. Estrato arbóreo.

El procedimiento del levantamiento de datos dasométricos se realiza en dirección a las manecillas del reloj, (500.0 m^2), se registrándose en la UM de aproximadamente 10 x 50 m todos los individuos arbóreos con un Diámetro Normal (DN) igual o mayor a 7.00 cm a 1.30 m a nivel de suelo, su altura total (H), el diámetro de copa menor (Cmn) y mayor (Cmy) en metros, asignándole un numero consecutivo (No.), por ejemplo 1, 2, 3, etc.; el número de individuos (Ind.), el área de estudio (APS, AP o SA) la unidad de muestreo correspondiente y el tipo de vegetación, se realiza la identificación de la especie 1, 2, 3... *in situ*, en caso de no realizarse se toman fotografías de la corteza, hojas, flores o frutos de existir, (cabe señalar que el responsable de la brigada es especialista en vegetación de la zona de estudio) para su posterior identificación con ayuda del portal[1] de la CONABIO, del CICY, The wordl flora online (WFO), Integrated Taxonomic Information System (ITIS).

II.2.3.1.7. Estrato arbustivo.

En la SUM de 16 m^2 (4 x 4 m), son registrados todos los individuos arbóreos, arbustivos, o lianas (bejucos) con DN menor a 7.0 hasta un cm, con una su altura mínima de un metro o hasta donde alcance, sus diámetros de copa menor y mayor, el número de individuos y de existir se registran las especies de epifitas, helechos o cactáceas categorizados como "*Otras*", determinándose las especies in situ o se toman fotografías para su posterior determinación en gabinete.

[1] https://enciclovida.mx/, https://www.cicy.mx/, https://www.worldfloraonline.org/, https://www.itis.gov/,

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.2.3.1.8. Estrato herbáceo.

En la SUM de 1 x 1 m (1 m^2), son registradas todas aquellas especies herbáceas, incluyendo su altura total, su diámetro de copa menor y mayor, así como el número de individuos; las especies que no pudiesen ser determinarse in situ, se fotografiaron para su posterior determinación en gabinete.

En cada unidad y subunidad de muestreo se registró el nombre de cada una de las especies (determinándose la especie correspondiente in situ, o en su caso en gabinete con apoyo del herbario virtual de la CONABIO, el herbario y/o Catalogo de Flora Etnobotánica de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) o del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY); en el caso de las especies con DN mayor o igual a 7.0 cm, se le asignó un numero consecutivo de referencia, mientras que para las especies con DN de 1 cm hasta los 6.9 cm y de las herbáceas, se registró el número de individuos de ser el caso, de igual manera, se registraron características físicas y ecológicas del sitio (ver la imagen de ejemplo de formato de campo); en el caso de aquellas especies que no se hayan identificado in situ, fueron fotografiadas para su posterior determinación en gabinete.



Figura II.9. Levantamiento de parámetros dendrométricos en las UM ubicadas en el área del proyecto durante los muestreos de vegetación en el área de estudio (AP, SA) en la vegetación VSA/SMQ.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.2.3.1.9. Análisis del cálculo de Tamaño de Muestreo.

Los factores que determinan y calculan el tamaño de muestra son la varianza de la variable en estudio, precisión y confiabilidad. El primer factor es inherente a la población estadística en estudio, los dos últimos se prefijan de acuerdo con los objetivos del muestreo. De la fórmula de error de muestreo se desprende que el tamaño de la muestra está en función de la variabilidad del ecosistema en este caso VSA/SMQ (coeficiente de variación %) y del error de muestreo requerido.

Para el caso de poblaciones finitas (N= tamaño de población conocido), la fórmula para estimar el tamaño de muestra se deriva de la ecuación para calcular el error de muestreo de la media en poblaciones finitas. Aprovechando las ventajas de la información obtenida de los rodales y estratos, el tamaño de muestra se determinó para un inventario estratificado. Así mismo, el tamaño de muestra se calculó en función del error de muestreo máximo requerido, conforme a la normatividad forestal, no mayor del 10%.

El tamaño de muestra se refiere al área total por inventariar, expresado en número de sitios de muestreo de un tamaño definido. De la fórmula de error de muestreo se desprende que el tamaño de la muestra está en función de la variabilidad del bosque (coeficiente de variación %) y del error de muestreo requerido.

II.2.3.1.10. Variables dasométricas.

A) Diámetro. El diámetro de un árbol es uno de los parámetros de mayor uso para los estudios de ecología vegetal. El diámetro consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia del individuo arbóreo. (Romahn de la Vega *et al*., 1994).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

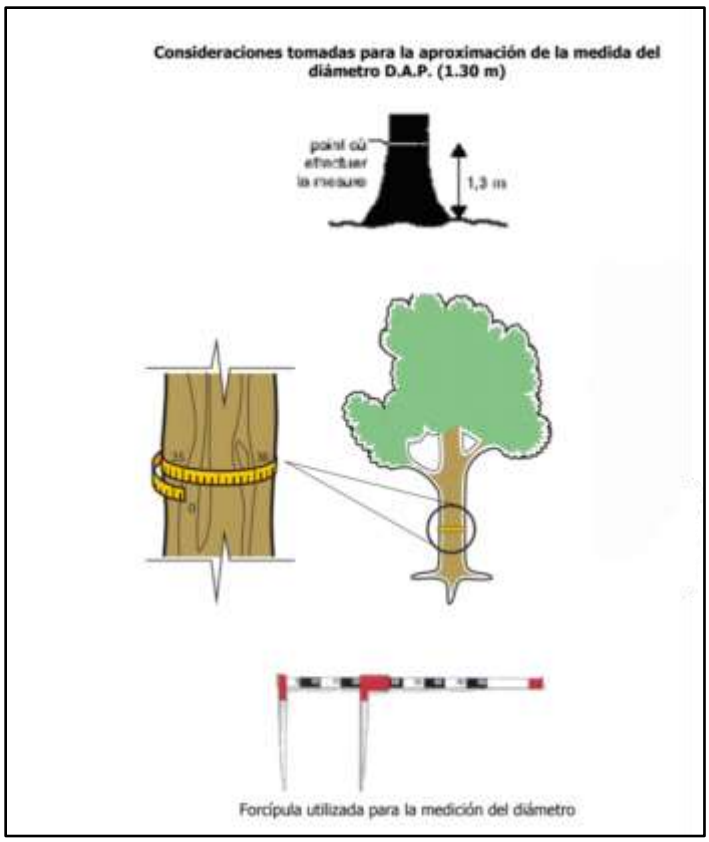


Figura II.10. Se muestra la forma correcta de tomar el DAP para ejemplares de estrato arbóreo y arbustivo.

B) Altura. La altura es uno de los principales datos que se toman en campo para conocer la vegetación o especie de un sitio. La altura se mide de acuerdo con el interés que se tenga y puede ser de manera cualitativa o cuantitativa (BOLFOR; Mostacedo, *et al*. 2000).

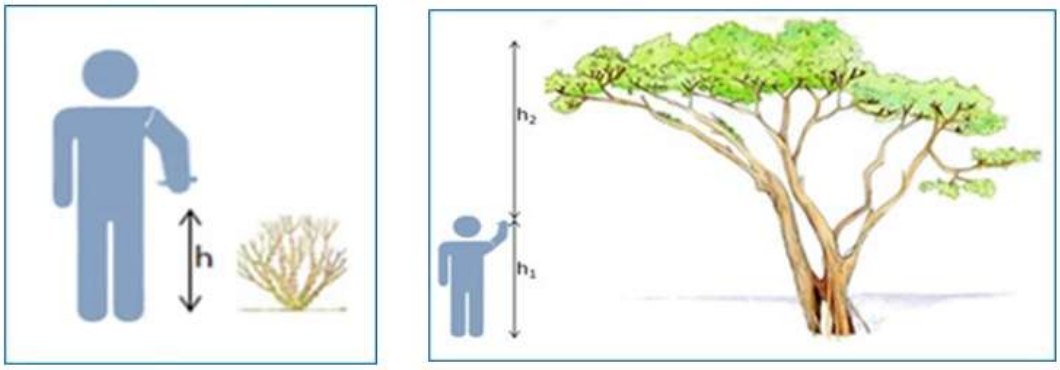


Figura II.11. Forma correcta de tomar la altura en individuos para los distintos estratos

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

C) Cobertura. Es posible estimar el porcentaje de cobertura arbórea mediante la medición directa en campo (Williams et al., 2003). La estrategia que se realizó en campo fue la toma de dos datos y se representaron como: Longitud de copa 1 y Longitud de copa 2, para una vez capturados los datos del sitio, se pueda obtener un promedio más acertado de la variable, el diámetro de la copa se estimó midiendo con cinta métrica la distancia entre ambos extremos en direcciones perpendiculares de Norte a sur y Este a Oeste.

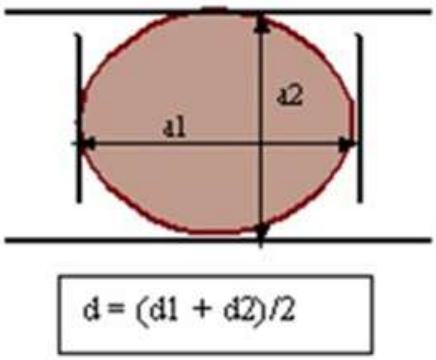


Figura II.11. Esquema para la toma de información y estimación de diámetro de copas.

D) Número de árboles por hectárea.

Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$NHA = \frac{Num\ Arboles}{Superficie\ (ha)}$$

Donde:

NHA = Número de árboles por hectárea.

Núm. Arboles = Número de árboles encontrados en los sitios de muestreo.

Superficie = Superficie que ocupan los sitios muestreados expresada en hectáreas

E) Área Basal.

El área basal es el parámetro que sirve para estimar el volumen de especies arbóreas o arbustivas. Es la superficie de una sección trasversal del tallo o tronco de un árbol a una determinada altura del suelo. (Matteucci y Colma, 1982).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Para las estimaciones del área basal se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB=0.7854*(DN/100)^2$$

Donde:

AB = Área Basal.
0.7854 = Coeficiente para el cálculo de área basal.
DN = Diámetro normal expresado en centímetros (cm).

El siguiente procedimiento fue la forma en la que se realizó la captura de información en el programa Excel para la obtención del Área Basal en las bases de datos para estrato Arbóreo y Arbustivo:

a) Para obtener el Área Basal (**AB**), se utilizó la fórmula **AB=0.7854*(DN/100)2**, la cual fue insertada en cada una de las filas con los registros de los individuos muestreados, como se muestra en la siguiente figura:

En la siguiente figura se puede apreciar cómo fueron obtenidos los resultados relativos a esta variable:

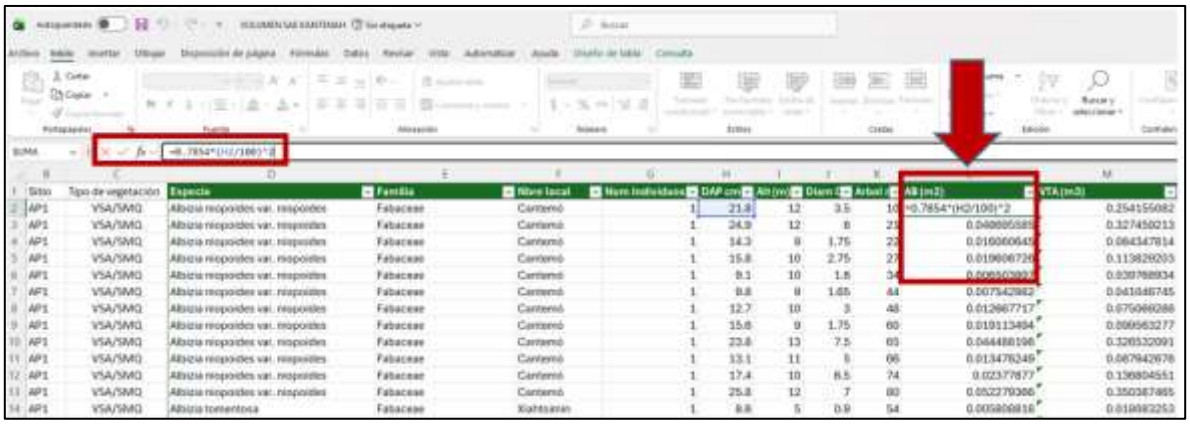


Figura II.12. Procedimiento para la estimación del área basal en el programa Excel.

b) Una vez obtenido el resultado del AB para cada individuo, se filtraron los datos por tipo de especie, Número de Individuos, Diámetro y Altura total utilizando una tabla dinámica; posteriormente, se realizó el mismo procedimiento extrapolando los datos obtenidos a una superficie de 1 ha. ("*Hectárea Tipo*") para después proyectarlos a la superficie total de CUSTF.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

F) Volumen Total árbol (VTA).

Las especies arbóreas y arbustivas que se estima serían afectadas por la construcción del proyecto, en primer término, por la cantidad de volumen a afectarse son: *Manilkara zapota, Lysiloma latisiliquum, Ceiba schottii, Cordia alliodora, Diospyros tetrasperma, Metopium brownie, Nectandra salicifolia, Gyrocarpus jatrophifolius, Myrcianthes fragans,* entre otros

Para el cálculo del Volumen Total Árbol (**VTA**) de las especies forestales se utilizaron fórmulas y ecuaciones de las publicaciones del Inventario Nacional Forestal (INF) 2015-2020, Ecuaciones con los parámetros para la estimación de volumen rollo total árbol con corteza (VRTAcc) en metros cúbicos, CONAFOR 2022 (los cálculos se incluyen en el archivo **EcuacionesAsignadas_volumen_vrtacc_2015-2020**).

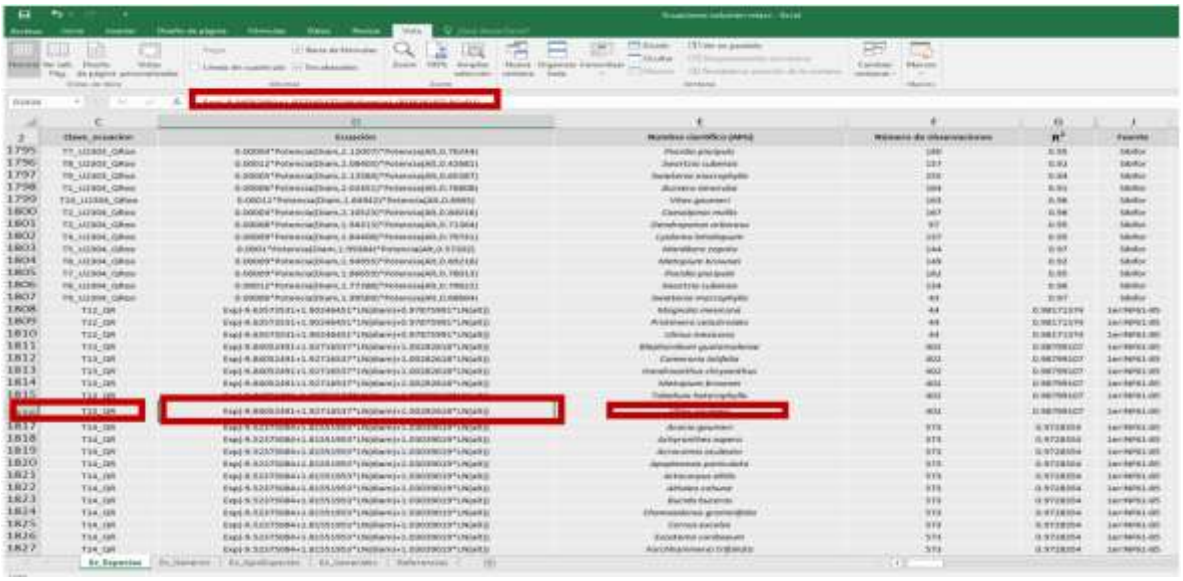


Figura II.13. Utilización del sistema Biométrico para la planeación y el manejo Forestal.

En el caso de los géneros y especies para los cuales no se encontraron modelos matemáticos en los documentos mencionados se utilizó un modelo matemático general del Sistema Biométrico para el estado de Quintana Roo, el cual es el **T14_QR = Exp(-9.52375084+1.81551953*LN(diam)+1.03039019*LN(alt))**. Para el caso de otras especies se utilizó el de Yucatán, considerando la cercanía de dicho estado.

En la memoria de cálculo en formato Excel denominada **Volumen SAE Chemuyil.xlsx** pueden verse los modelos utilizados para cada especie.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En la siguiente tabla se muestran los datos de regresión para las especies que se utilizan en las fórmulas del Biométrico utilizado.

Tabla II.12. Coeficientes de regresión del sistema Biométrico del estado de Quintana Roo

Grupo	Coeficientes	Especies
I	C_0 = -9.64583328; C_1 = 1.79389367; C_2 = 1.03915044	*Hyperbaena winzerlingii*
II	C_0 = -10.6001321; C_1 = 1.98160359; C_2 = 1.03695598	*Swetenia macrophylla*
III	C_0 = -9.53415154; C_1 = 1.85980581; C_2 = 0.96989346	*Brosimum alicastrum*
IV	C_0 = -9.84923104; C_1 = 1.91175328; C_2 = 1.04455238	*Manilkara zapota*
V	C_0 = -9.988284891 C_1 = 1.92178549; C_2 = 1.04714889	*Bursera simaruba*
VI	C_0 = -10.09141259 C_1 = 1.93246219; C_2 = 1.06194865	*Annona primigenia, Spondias mombin*
VIII	C_0 = -8.81312542 C_1 = 1.56449274; C_2 = 1.08361129	*Metopium brownei, Zuelania guidonia, Nectandra spp, etc.*
IX	C_0 = -9.60981068 C_1 = 1.82854720; C_2 = 1.01082458	*Caesalpinia mollis*
X	C_0 = -9.56438150 C_1 = 1.82330413; C_2 = 1.01741981	*Havardia albicans, Acacia pennatula, Gliricidia maculata, Platimyscium yucatanum, Swartzia cubensis, Acacia gaumeri, Acacia collinsi, Lysiloma latisiliquum, etc*
XI	C_0 = -9.52774573 C1 = 1.76329569; C2 = 1.0816879	*Cascabela gaumeri, Cochlospermum vitifolium, Ficus, etc.*
XII	C_0 = -9.83322527; C_1 = 1.92412457; C_2 = 1.00970142	*Thouinia paucidentata, Coccoloba spp., Chloroleucon manguense, etc.*
XIII	C_0 = -9.41737421; C_1 = 1.76385327; C_2 = 1.04067809	*Piscidia piscipula, Mimosa bahamensis, Gymnopodium floribundum, Lonchocarpus xuul, Senna racemosa, etc.*

(Fuente: SARH Yucatán, 1985)[12]

II.2.3.1.11. Aplicación de la fórmula del Sistema Biométrico.

Para el cálculo del volumen de las especies forestales existentes en el área de CUSTF se utilizaron primeramente las ecuaciones del sistema Biométrico para la planeación del manejo Forestal del fondo sectorial CONACYT-CONAFOR, puesto que este es más extenso en cuanto a modelos y especies registradas de vegetación por Entidad Federativa; cuando no se encontraban especies forestales en el mencionado sistema se recurría al SB del Estado de Quintana Roo. Se utilizó la fórmula general del mismo

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Sistema para este estado el cual es **Exp(-9.52375084+1.81551953*LN(diam)+1.03039019*LN(alt))** para las siguientes especies: *Ottoschulzia pallida, Amyris elemifera, Carlowrightia yucatanensis, Neea psychotrioides, entre otras*.

Los valores de los Modelos matemáticos utilizados por especies según el Sistema Biométrico del estado de Quintana Roo se representan en la tabla siguiente. Estos valores fueron integrados basándose en el tipo de especie y para el cálculo del VTA, los resultados se expresan en m^3.

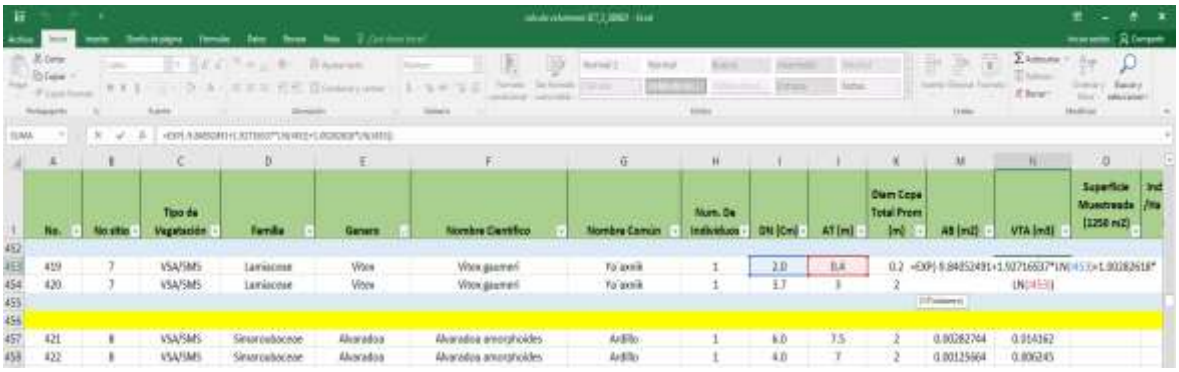


Figura II.14. Procedimiento para el ingreso de Ecuaciones en Excel para la estimación del VTA(m^3).

II.2.3.1.12. Número de individuos que pretende removerse por el CUSTF.

De acuerdo con el muestreo realizado para el CUSTF solicitado se registraron 61 especies forestales para el estrato arbóreo y 24 especies forestales para el estrato arbustivo para el tipo de vegetación VSA/SMQ, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla II.13. Número de Individuos por hectárea por especie en el estrato arbóreo (VSA/SMQ).

Estrato	No.Spp. registradas	No. Ind.	Sup. muestreada	Ind./ha (10,000 m^2)	Ind. a remover CUSTF (15,000 m^2)
Arbóreo	61	583	2,500	2,332	4,682
Arbustivo	24	86	2,500	344	691
Otras	12	173	2,500	699	1,389
Herbáceas	5	64	2,500		514
TOTAL	---	906	----	3,375	7,276

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Ahora bien, para determinar el número de individuos a remover para el CUSTF se contabilizó el número de ejemplares de cada especie registradas en el inventario forestal, valores que fueron extrapolados posteriormente para obtener el número de individuos para cada especie por hectárea y, luego, estos valores se multiplicaron por la superficie de CUSTF de 1.500 ha de VSA/SMQ.

Realizado este análisis, se obtuvieron los resultados siguientes:

Tabla II.14. Número de Individuos por hectárea por especie en el estrato arbóreo para (VSA/SMQ).

No.	Tipo de Vegetación	Nombre Científico	Nombre Común	No. Ind. muestreo (2,500 m^2)	Ind/ha (10,000 m^2)	Ind. por remover CUSTF (20,076 m^2)
Estrato arbóreo (mayor o igual a 7.5 cm de DAP)						
1	VSA/SMQ	*Acaciella angustissima var. angustissima*	Waaxim	11	44	88
2	VSA/SMQ	*Amyris elemifera*	K'an chan	2	8	16
3	VSA/SMQ	*Ardisia revoluta*	Arrayan	1	4	8
4	VSA/SMQ	*Bauhinia divaricata*	Ts'uruntook'	1	4	8
5	VSA/SMQ	*Beaucarnea pliabilis*	Despeinada	26	104	209
6	VSA/SMQ	*Bursera simaruba*	Chacaj	11	44	88
7	VSA/SMQ	*Caesalpinia gaumeri*	Kitanche	3	12	24
8	VSA/SMQ	*Callophyllum brasiliensis*	Barillo	4	16	32
9	VSA/SMQ	*Carlowrightia yucatanensis*	SNLC	1	4	8
10	VSA/SMQ	*Cascabela gaumeri*	Akitz	4	16	32
11	VSA/SMQ	*Casearia corymbosa*	Ix iim che'	31	124	249
12	VSA/SMQ	*Casearia emarginata*	Am che'	6	24	48
13	VSA/SMQ	*Casearia thamnia*	Ch'aw che'	1	4	8
14	VSA/SMQ	*Ceiba schottii*	K'inim	24	96	193
15	VSA/SMQ	*Chloroleucon mangense var. leucospermum*	Yax ek'	1	4	8
16	VSA/SMQ	*Coccoloba acapulcensis*	Tohyub	11	44	88
17	VSA/SMQ	*Coccoloba barbadensis*	Bob che	7	28	56
18	VSA/SMQ	*Coccoloba spicata*	Bob	1	4	8
19	VSA/SMQ	*Cordia alliodora*	Bohom	11	44	88
20	VSA/SMQ	*Croton schiedeanus*	K'okche	7	28	56
21	VSA/SMQ	*Diospyros tetrasperma*	Kakalche	32	128	257
22	VSA/SMQ	*Eugenia acapulcensis*	Sakpichi che	2	8	16
23	VSA/SMQ	*Eugenia axillaris*	Ich'huh	1	4	8
24	VSA/SMQ	*Eugenia biflora*	Pichi che'	4	16	32

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.14. Número de Individuos por hectárea por especie en el estrato arbóreo para (VSA/SMQ).

No.	Tipo de Vegetación	Nombre Científico	Nombre Común	No. Ind. muestreo (2,500 m^2)	Ind/ha (10,000 m^2)	Ind. por remover CUSTF (20,076 m^2)
25	VSA/SMQ	*Exostema mexicanum*	Sabak che'	37	148	297
26	VSA/SMQ	*Ficus cotinifolia*	Kopo'	1	4	8
27	VSA/SMQ	*Ficus maxima*	Higuerilla	1	4	8
28	VSA/SMQ	*Gliricidia maculata*	Sak ya'ab	18	72	145
29	VSA/SMQ	*Godmania aesculifolia*	X'hookab	1	4	8
30	VSA/SMQ	*Guettarda combsii*	Taasta'ab	1	4	8
31	VSA/SMQ	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	1	4	8
32	VSA/SMQ	*Gymnopodium floribundum*	Sakts'its'ilche	71	284	570
33	VSA/SMQ	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Chak kiis	1	4	8
34	VSA/SMQ	*Ixora coccinea*	Cocinera	1	4	8
35	VSA/SMQ	*Jatropha gaumeri*	Pomolche	5	20	40
36	VSA/SMQ	*Licaria peckii*	Pimientillo	1	4	8
37	VSA/SMQ	*Lonchocarpus xuul*	Xuul	5	20	40
38	VSA/SMQ	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	3	12	24
39	VSA/SMQ	*Malpighia lundelii*	Wayacte	16	64	128
40	VSA/SMQ	*Manilkara zapota*	Chak ya'	45	180	361
41	VSA/SMQ	*Melicoccus oliviformis ssp. oliviformis*	Waya	5	20	40
42	VSA/SMQ	*Metopium brownei*	Chechem	6	24	48
43	VSA/SMQ	*Myrcianthes fragans*	Guayabillo	7	28	56
44	VSA/SMQ	*Myrsine guianensis*	Cucharo	9	36	72
45	VSA/SMQ	*Nectandra coriacea*	Aguacatillo	17	68	137
46	VSA/SMQ	*Nectandra salicifolia*	Aguacatillo	38	152	305
47	VSA/SMQ	*Neea psychotrioides*	Tadzi	2	8	16
48	VSA/SMQ	*Ottoschulzia pallida*	Uvas che'	16	64	128
49	VSA/SMQ	*Parathesis cubana*	Chaamalche	7	28	56
50	VSA/SMQ	*Piscidia piscipula*	Jabín	2	8	16
51	VSA/SMQ	*Platymiscium yucatanum*	Chak subinche	13	52	104
52	VSA/SMQ	*Plumeria obtusa*	Sak nicte	12	48	96
53	VSA/SMQ	*Pouteria campechiana*	k'aniste'	4	16	32
54	VSA/SMQ	*Randia longiloba*	Aak'aax	1	4	8
55	VSA/SMQ	*Semialarium mexicanum*	Chum loob	2	8	16
56	VSA/SMQ	*Senna racemosa var. racemosa*	K'an puhuruz	1	4	8

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.14. Número de Individuos por hectárea por especie en el estrato arbóreo para (VSA/SMQ).

No.	Tipo de Vegetación	Nombre Científico	Nombre Común	No. Ind. muestreo (2,500 m^2)	Ind/ha (10,000 m^2)	Ind. por remover CUSTF (20,076 m^2)
57	VSA/SMQ	*Sideroxylon americanum*	Puuts' mukuy	2	8	16
58	VSA/SMQ	*Swartzia cubensis var. cubensis*	Katalox	3	12	24
59	VSA/SMQ	*Thouinia paucidentata*	Xk'an chuunup	19	76	153
60	VSA/SMQ	*Thrinax radiata*	X'chit	4	16	32
61	VSA/SMQ	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	2	8	16
			TOTALES =	**583**	**2,332**	**4,682**

Tabla II.15. Número de Individuos por hectárea por especie en el estrato arbustivo para (VSA/SMQ).

No.	Tipo de Vegetación	Nombre Científico	Nombre Común	No. Ind. muestreo (1,500 m^2)	Ind/ha (10,000 m^2)	Ind. por remover CUSTF (15,000 m^2)
Estrato arbustivo (menor a 7.5 cm DAP)						
1	VSA/SMQ	*Bauhinia jenningsii*	Tsimin	2	8	16
2	VSA/SMQ	*Bunchosia swartziana*	Kibche	6	24	48
3	VSA/SMQ	*Calyptranthes pallens*	Murta	3	12	24
4	VSA/SMQ	*Carlowrightia yucatanensis*	SNLC	1	4	8
5	VSA/SMQ	*Casearia corymbosa*	Ix iim che'	18	72	145
6	VSA/SMQ	*Casearia emarginata*	Am che'	2	8	16
7	VSA/SMQ	*Chamaedorea seifrizii*	Kabxyat	2	8	16
8	VSA/SMQ	*Diospyros tetrasperma*	Kakalche	4	16	32
9	VSA/SMQ	*Eugenia acapulcensis*	Sakpichi che	1	4	8
10	VSA/SMQ	*Eugenia axillaris*	Ich'huh	1	4	8
11	VSA/SMQ	*Exostema mexicanum*	Sabak che'	1	4	8
12	VSA/SMQ	*Forchhammeria trifoliata*	K'olok'ma'ax	2	8	16
13	VSA/SMQ	*Gymnopodium floribundum*	Sakts'its'ilche	4	16	32
14	VSA/SMQ	*Hampea trilobata*	Hol	1	4	8
15	VSA/SMQ	*Hybanthus yucatanensis*	Sakbakel can	1	4	8
16	VSA/SMQ	*Manilkara zapota*	Chak ya'	2	8	16
17	VSA/SMQ	*Mosannona depressa*	Elemuy	3	12	24
18	VSA/SMQ	*Nectandra coriacea*	Aguacatillo	2	8	16

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.15. Número de Individuos por hectárea por especie en el estrato arbustivo para (VSA/SMQ).

No.	Tipo de Vegetación	Nombre Científico	Nombre Común	No. Ind. muestreo (1,500 m^2)	Ind/ha (10,000 m^2)	Ind. por remover CUSTF (15,000 m^2)
19	VSA/SMQ	*Nectandra salicifolia*	Aguacatillo	2	8	16
20	VSA/SMQ	*Neomillspaughia emarginata*	Sakits'a	3	12	24
21	VSA/SMQ	*Ottoschulzia pallida*	Uvas che'	7	28	56
22	VSA/SMQ	*Psychotria horizontalis*	SNLC	2	8	16
23	VSA/SMQ	*Thouinia paucidentata*	Xk'an chuunup	2	8	16
24	VSA/SMQ	*Thrinax radiata*	X'chit	14	56	112
			TOTALES =	**86**	**344**	**691**

Tabla II.16. Número de Individuos por hectárea por especie en el estrato Otras (lianas, cactáceas, orquídeas, etc.) para (VSA/SMQ).

No.	Tipo de Vegetación	Nombre Científico	Nombre Común	No. Ind. muestreo (1,500 m^2)	Ind/ha (10,000 m^2)	Ind. por remover CUSTF (15,000 m^2)
			Estrato Otras			
1	VSA/SMQ	*Arrabidaea floribunda*	Anikab	13	52	104
2	VSA/SMQ	*Cohniella ascendens*	Puutsche	15	60	120
3	VSA/SMQ	*Microgramma nitida*	Tiibte'ak'	4	16	32
4	VSA/SMQ	*Myrmecophila christinae var. christinae*	Xk'ubenba	50	200	402
5	VSA/SMQ	*Philodendron hederaceum*	Taabkanil	5	20	40
6	VSA/SMQ	*Rhyncholaelia digbyana var. digbyana*	Piita	31	124	249
7	VSA/SMQ	*Serjania caracasana*	SNLC	2	8	16
8	VSA/SMQ	*Serjania yucatanensis*	K'an sep aak'	2	8	16
9	VSA/SMQ	*Strophocactus testudo*	Pitaya de tortuga	11	44	88
10	VSA/SMQ	*Tillandsia variabilis*	Mulix	30	120	241
11	VSA/SMQ	*Anthurium schlechtendalii ssp. schlechtendalii*	Boobtúum	3	12	24
12	VSA/SMQ	*Bromelia pinguin*	Cham	7	28	56
			TOTALES =	**10**	**40**	**80**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.17. Número de Individuos por hectárea por especie en el estrato Herbáceas para (VSA/SMQ).

No.	Tipo de Vegetación	Nombre Científico	Nombre Común	No. Ind. muestreo (1,500 m^2)	Ind/ha (10,000 m^2)	Ind. por remover CUSTF (15,000 m^2)
Estrato Otras						
1	VSA/SMQ	*Dichanthelium dichotomum var. dichotomum*	SNC	8	32	64
2	VSA/SMQ	*Justicia cobensis*	SNC	4	16	32
3	VSA/SMQ	*Justicia lundelli*	Xtok'xiu	26	104	209
4	VSA/SMQ	*Lasiacis rugelii var. rugelli*	Sit	21	84	169
5	VSA/SMQ	*Tragia yucatanensis*	P'op'ox	5	20	40
			TOTALES =	**64**	**256**	**514**

II.2.3.1.13. Estimación de existencias volumétricas resultado del (CUSTF).

De acuerdo con el Artículo 7 Fracción XLVIII de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable se describe a los recursos forestales maderables como "*los constituidos por vegetación leñosa susceptibles de aprovechamiento o uso*".

En los trabajos del inventario forestal que se realizó para los cinco sitios de muestreo levantados en campo, se obtuvo el registro de 61 especies del estrato arbóreo, (individuos que tienen un DAP Igual o mayor a 7.5 cm. de Diámetro) Para el estrato arbustivo (menores a 7.5 cm. de DAP) se registró un número de 24 especies forestales, mientras que para el estrato otras se registraron 12 especies y 5 especies para el estrato herbáceo, estos estratos del mismo tipo de vegetación (VSA/SMQ).

Siendo así, mediante el cálculo de variables dasométrica y formulas anteriormente descritas, se contó el número de individuos de cada especie forestal maderable en los sitios de muestreo, se estimaron los volúmenes por individuo y se concentraron por especie, valores que se ponderaron a los valores x ha. finalmente, los valores obtenidos se extrapolaron a la superficie en la que se pretende realizar el CUSTF, obteniendo los m^3TA (metros cúbicos total árbol) a remover por especie en el tipo de vegetación.

A continuación, se presenta el resultado del inventario Forestal levantado y que corresponde a los individuos registrados para el estrato arbóreo (mayor a 7.5 cm. De DAP) el cual se presenta como archivo Excel como parte del respaldo electrónico que acompaña al presente documento (*Volumen SAE Chemuyil.xlsx*).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.18. Resultado de la estimación de Volúmenes Forestales para el Estrato Arbóreo.

No.	Tipo de Vegetación	*Nombre Científico*	Nombre Común	No. Ind.	VTA (m^3)	VTA m^3/ha (10,000 m^2)	VTA m^3 a remover CUSTF (20,076 m^2)
Estrato arbóreo (mayor o igual a 7.5 cm DAP)							
1	VSA/SMQ	*Acaciella angustissima var. angustissima*	Waaxim	44	1.1456	4.5822	9.1993
2	VSA/SMQ	*Amyris elemifera*	K'an chan	8	0.0823	0.3291	0.6606
3	VSA/SMQ	*Ardisia revoluta*	Arrayan	4	0.0967	0.3866	0.7762
4	VSA/SMQ	*Bauhinia divaricata*	Ts'uruntook	4	0.0208	0.083	0.1667
5	VSA/SMQ	*Beaucarnea pliabilis*	Despeinada	104	1.408	5.6319	11.3066
6	VSA/SMQ	*Bursera simaruba*	Chacaj	44	1.2498	4.9991	10.0362
7	VSA/SMQ	*Caesalpinia gaumeri*	Kitanche	12	0.0982	0.3929	0.7887
8	VSA/SMQ	*Callophyllum brasiliensis*	Barillo	16	0.1891	0.7563	1.5183
9	VSA/SMQ	*Carlowrightia yucatanensis*	SNLC	4	0.0195	0.078	0.1567
10	VSA/SMQ	*Cascabela gaumeri*	Akitz	16	0.3757	1.5029	3.0172
11	VSA/SMQ	*Casearia corymbosa*	Ix iim che'	124	1.0167	4.067	8.1648
12	VSA/SMQ	*Casearia emarginata*	Am che'	24	0.4578	1.831	3.676
13	VSA/SMQ	*Casearia thamnia*	Ch'aw che'	4	0.0828	0.3312	0.6649
14	VSA/SMQ	*Ceiba schottii*	K'inim	96	3.3137	13.2549	26.6106
15	VSA/SMQ	*Chloroleucon mangense var. leucospermum*	Yax ek'	4	0.6949	2.7796	5.5803
16	VSA/SMQ	*Coccoloba acapulcensis*	Tohyub	44	0.5553	2.221	4.4589
17	VSA/SMQ	*Coccoloba barbadensis*	Bob che	28	1.0812	4.325	8.6828
18	VSA/SMQ	*Coccoloba spicata*	Bob	4	0.273	1.0921	2.1924
19	VSA/SMQ	*Cordia alliodora*	Bohom	44	2.6765	10.7059	21.4931
20	VSA/SMQ	*Croton schiedeanus*	K'okche	28	0.1787	0.7148	1.435
21	VSA/SMQ	*Diospyros tetrasperma*	Kakalche	128	2.5908	10.3631	20.805
22	VSA/SMQ	*Eugenia acapulcensis*	Sakpichi che	8	0.1711	0.6846	1.3744
23	VSA/SMQ	*Eugenia axillaris*	Ich'huh	4	0.0218	0.0872	0.1751
24	VSA/SMQ	*Eugenia biflora*	Pichi che'	16	0.3465	1.3862	2.7829
25	VSA/SMQ	*Exostema mexicanum*	Sabak che'	148	0.6232	2.4928	5.0046
26	VSA/SMQ	*Ficus cotinifolia*	Kopo'	4	0.5497	2.1988	4.4143
27	VSA/SMQ	*Ficus maxima*	Higuerilla	4	0.0745	0.298	0.5982
28	VSA/SMQ	*Gliricidia maculata*	Sak ya'ab	72	0.5996	2.3985	4.8152
29	VSA/SMQ	*Godmania aesculifolia*	X'hookab	4	0.1425	0.5702	1.1446
30	VSA/SMQ	*Guettarda combsii*	Taasta'ab	4	0.0594	0.2375	0.4768

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.18. Resultado de la estimación de Volúmenes Forestales para el Estrato Arbóreo.

No.	Tipo de Vegetación	*Nombre Científico*	Nombre Común	No. Ind.	VTA (m^3)	VTA m^3/ha (10,000 m^2)	VTA m^3 a remover CUSTF (20,076 m^2)
31	VSA/SMQ	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	4	0.0247	0.0986	0.198
32	VSA/SMQ	*Gymnopodium floribundum*	Sakts'its'ilc he	284	0.5105	2.0422	4.0999
33	VSA/SMQ	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Chak kiis	4	1.4829	5.9317	11.9085
34	VSA/SMQ	*Ixora coccinea*	Cocinera	4	0.0932	0.3728	0.7485
35	VSA/SMQ	*Jatropha gaumeri*	Pomolche	20	0.1424	0.5697	1.1438
36	VSA/SMQ	*Licaria peckii*	Pimientillo	4	0.0224	0.0895	0.1796
37	VSA/SMQ	*Lonchocarpus xuul*	Xuul	20	0.7939	3.1755	6.3751
38	VSA/SMQ	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	12	3.5583	14.2333	28.5748
39	VSA/SMQ	*Malpighia lundelii*	Wayacte	64	0.7801	3.1206	6.2649
40	VSA/SMQ	*Manilkara zapota*	Chak ya'	180	14.1924	56.7697	113.9708
41	VSA/SMQ	*Melicoccus oliviformis ssp. oliviformis*	Waya	20	0.5769	2.3075	4.6325
42	VSA/SMQ	*Metopium brownei*	Chechem	24	2.1758	8.7032	17.4725
43	VSA/SMQ	*Myrcianthes fragans*	Guayabillo	28	1.4653	5.8611	11.7668
44	VSA/SMQ	*Myrsine guianensis*	Cucharo	36	1.0258	4.103	8.2372
45	VSA/SMQ	*Nectandra coriacea*	Aguacatillo	68	0.5151	2.0606	4.1368
46	VSA/SMQ	*Nectandra salicifolia*	Aguacatillo	152	2.0994	8.3977	16.8592
47	VSA/SMQ	*Neea psychotrioides*	Tadzi	8	0.2157	0.8629	1.7323
48	VSA/SMQ	*Ottoschulzia pallida*	Uvas che'	64	0.3196	1.2784	2.5664
49	VSA/SMQ	*Parathesis cubana*	Chaamalch e	28	0.6696	2.6785	5.3773
50	VSA/SMQ	*Piscidia piscipula*	Jabín	8	0.9871	3.9485	7.927
51	VSA/SMQ	*Platymiscium yucatanum*	Chak subinche	52	1.2124	4.8497	9.7364
52	VSA/SMQ	*Plumeria obtusa*	Sak nicte	48	0.3731	1.4923	2.996
53	VSA/SMQ	*Pouteria campechiana*	k'aniste'	16	0.2342	0.9367	1.8805
54	VSA/SMQ	*Randia longiloba*	Aak'aax	4	0.0633	0.2532	0.5083
55	VSA/SMQ	*Semialarium mexicanum*	Chum loob	8	0.2988	1.1952	2.3996
56	VSA/SMQ	*Senna racemosa var. racemosa*	K'an puhuruz	4	0.3095	1.2382	2.4858
57	VSA/SMQ	*Sideroxylon americanum*	Puuts' mukuy	8	0.1856	0.7423	1.4903
58	VSA/SMQ	*Swartzia cubensis var. cubensis*	Katalox	12	1.0329	4.1317	8.2949
59	VSA/SMQ	*Thouinia paucidentata*	Xk'an chuunup	76	1.2339	4.9356	9.9088
60	VSA/SMQ	*Thrinax radiata*	X'chit	16	0.0317	0.1267	0.2544

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.18. Resultado de la estimación de Volúmenes Forestales para el Estrato Arbóreo.

No.	Tipo de Vegetación	*Nombre Científico*	Nombre Común	No. Ind.	VTA (m^3)	VTA m^3/ha (10,000 m^2)	VTA m^3 a remover CUSTF (20,076 m^2)
61	VSA/SMQ	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	8	0.9062	3.6249	7.2774
			TOTALES =	**2,332**	**57.72**	**230.9128**	**463.5806**

En la tabla siguiente, se presenta el resultado del inventario Forestal levantado y que corresponde a los individuos registrados para el estrato arbustivo (mayor a 2.0 cm. Hasta 7.5 cm de DAP).

Tabla II.19. Resultado de la estimación de Volúmenes Forestales para el Estrato Arbustivo.

No.	Tipo de Vegetación	Nombre Científico	Nombre Común	No. Ind.	VTA (m^3)	VTA m^3/ha (10,000 m^2)	VTA m^3 a remover CUSTF (15,000 m^2)
Estrato arbustivo (menor a 7.5 cm DAP)							
1	VSA/SMQ	*Bauhinia jenningsii*	Tsimin	8	0.0050	0.0200	0.0402
2	VSA/SMQ	*Bunchosia swartziana*	Kibche	24	0.0009	0.0035	0.0071
3	VSA/SMQ	*Calyptranthes pallens*	Murta	12	0.0002	0.0010	0.0020
4	VSA/SMQ	*Carlowrightia yucatanensis*	SNLC	4	0.0002	0.0006	0.0012
5	VSA/SMQ	*Casearia corymbosa*	Ix iim che'	72	0.0478	0.1911	0.3836
6	VSA/SMQ	*Casearia emarginata*	Am che'	8	0.0016	0.0066	0.0132
7	VSA/SMQ	*Chamaedorea seifrizii*	Kabxyat	8	0.0006	0.0024	0.0048
8	VSA/SMQ	*Diospyros tetrasperma*	Kakalche	16	0.0140	0.0562	0.1128
9	VSA/SMQ	*Eugenia acapulcensis*	Sakpichi che	4	0.0003	0.0011	0.0022
10	VSA/SMQ	*Eugenia axillaris*	Ich'huh	4	0.0004	0.0016	0.0031
11	VSA/SMQ	*Exostema mexicanum*	Sabak che'	4	0.0134	0.0535	0.1075
12	VSA/SMQ	*Forchhammeria trifoliata*	K'olok'ma'a x	8	0.0048	0.0194	0.0389
13	VSA/SMQ	*Gymnopodium floribundum*	Sakts'its'ilc he	16	0.0028	0.0112	0.0224
14	VSA/SMQ	*Hampea trilobata*	Hol	4	0.0039	0.0157	0.0316
15	VSA/SMQ	*Hybanthus yucatanensis*	Sakbakel can	4	0.0002	0.0010	0.0020
16	VSA/SMQ	*Manilkara zapota*	Chak ya'	8	0.0010	0.0039	0.0079
17	VSA/SMQ	*Mosannona depressa*	Elemuy	12	0.0053	0.0212	0.0426
18	VSA/SMQ	*Nectandra coriacea*	Aguacatillo	8	0.0035	0.0140	0.0280
19	VSA/SMQ	*Nectandra salicifolia*	Aguacatillo	8	0.0031	0.0124	0.0249
20	VSA/SMQ	*Neomillspaughia emarginata*	Sakits'a	12	0.0032	0.0127	0.0255

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.19. Resultado de la estimación de Volúmenes Forestales para el Estrato Arbustivo.

No.	Tipo de Vegetación	Nombre Científico	Nombre Común	No. Ind.	VTA (m^3)	VTA m^3/ha (10,000 m^2)	VTA m^3 a remover CUSTF (15,000 m^2)
21	VSA/SMQ	*Ottoschulzia pallida*	Uvas che'	28	0.0064	0.0256	0.0513
22	VSA/SMQ	*Psychotria horizontalis*	SNLC	8	0.0015	0.0059	0.0119
23	VSA/SMQ	*Thouinia paucidentata*	Xk'an chuunup	8	0.0002	0.0010	0.0020
24	VSA/SMQ	*Thrinax radiata*	X'chit	56	0.0306	0.1226	0.2461
			TOTALES =	**344**	**0.151**	**0.604**	**1.213**

Tabla II.20. Resultado de la estimación de Volúmenes Forestales para el Estrato Otras

No.	Tipo de Vegetación	*Nombre Científico*	Nombre Común	No. Ind.	VTA (m^3)	VTA m^3/ha (10,000 m^2)	VTA m^3 a remover CUSTF (15,000 m^2)
Estrato Otras							
1	VSA/SMQ	*Arrabidaea floribunda*	Anikab	52	0.0020	0.0079	0.0158
2	VSA/SMQ	*Cohniella ascendens*	Puutsche	60	NA	NA	NA
3	VSA/SMQ	*Microgramma nitida*	Tiibte'ak'	16	NA	NA	NA
4	VSA/SMQ	*Myrmecophila christinae var. christinae*	Xk'ubenba	200	NA	NA	NA
5	VSA/SMQ	*Philodendron hederaceum*	Taabkanil	20	NA	NA	NA
6	VSA/SMQ	*Rhyncholaelia digbyana var. digbyana*	Piita	124	NA	NA	NA
7	VSA/SMQ	*Serjania caracasana*	SNLC	8	NA	NA	NA
8	VSA/SMQ	*Serjania yucatanensis*	K'an sep aak'	8	NA	NA	NA
9	VSA/SMQ	*Strophocactus testudo*	Pitaya de tortuga	44	NA	NA	NA
10	VSA/SMQ	*Tillandsia variabilis*	Mulix	120	NA	NA	NA
11	VSA/SMQ	*Anthurium schlechtendalii ssp. schlechtendalii*	Boobtúum	12	NA	NA	NA
12	VSA/SMQ	*Bromelia pinguin*	Cham	28	NA	NA	NA
			TOTALES =	692	0.002	0.0079	0.0158

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.21. Resultado Existencias reales totales para el Estrato herbáceas.

No.	Nombre de la especie		Densidad	ER en 2.0 ha
	Nombre Científico	Nombre Común	Ind/ha	Indi.
1	*Dichanthelium dichotomum var. dichotomum*	SNLC	32	64
2	*Justicia cobensis*	SNLC	16	32
3	*Justicia lundelli*	Xtok'xiu	104	209
4	*Lasiacis rugelii var. rugelli*	Sit	84	169
5	*Tragia yucatanensis*	P'op'ox	20	40
		Totales =	**256**	**514**

II.2.3.1.14. Estimación de materiales primas forestales maderables por propietario.

El área que se solicita para realizar el CUSTF del proyecto corresponde a una superficie de 20,076 m^2, conformada por 1 polígono con un solo propietario (cedidos legalmente al promovente para el desarrollo del proyecto) con régimen de propiedad ejidal, ubicado en el municipio de Tulum, en el estado de Quintana Roo. A partir de los resultados obtenidos en la estimación de las existencias volumétricas en el tipo de vegetación existente y para ambos estratos identificados se realizó la estimación del total de m^3 VTA por cada una de las especies forestales que se registraron y esta información fue extrapolada a una superficie de 1 ha. ("*Hectárea Tipo*"), para posteriormente estimar las existencias volumétricas por especie que se extraerán de cada uno de los predios por propietario que integran la superficie del CUSTF que se pretende realizar con la construcción del presente proyecto.

Los resultados obtenidos de la estimación de materias primas forestales maderables (VTA m^3) por propietario, por obra, por especie y por estrato se describe en las tablas que se muestran a continuación:

Tabla II.22. Tabla resumen de los Predios a afectar, superficie y m^3VTA por el CUSTF a realizar en la ejecución del proyecto.

Polígono	Superficie (ha)	Tipo de Vegetación	Estrato	No. Ind. a Remover CUSTF	Vol. Forestal maderable por predio (m^3VTA)	Propietario	Régimen de Propiedad
1	2.0076	VSA/SMQ	Arbóreo, Arbustivo y Otros	6,761	464.80	Everardo Hernández Soriano	Propiedad privada

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.22. Tabla resumen por Propietario, por Obra, del número de individuos y el volumen forestal en m^3VTA con motivo del CUSTF pretendido.

N° de Polígono:	**01**
Predio afectado:	**Lote T-Y, Ejido Jacinto Pat**
Obra:	**SAE Chemuyil**

Municipio: Tulum Tipo de vegetación: VSA/SMQ Superficie CUSTF(m^2): 20,076

Especie	Nombre Común	No. Ind.	Vol. m^3 VTA
Estrato Arbóreo			
Acaciella angustissima var. angustissima	Waaxim	88	9.1993
Amyris elemifera	K'an chan	16	0.6606
Ardisia revoluta	Arrayan	8	0.7762
Bauhinia divaricata	Ts'uruntook'	8	0.1667
Beaucarnea pliabilis	Despeinada	209	11.3066
Bursera simaruba	Chacaj	88	10.0362
Caesalpinia gaumeri	Kitanche	24	0.7887
Callophyllum brasiliensis	Barillo	32	1.5183
Carlowrightia yucatanensis	SNLC	8	0.1567
Cascabela gaumeri	Akitz	32	3.0172
Casearia corymbosa	Ix iim che'	249	8.1648
Casearia emarginata	Am che'	48	3.676
Casearia thamnia	Ch'aw che'	8	0.6649
Ceiba schottii	K'inim	193	26.6106
Chloroleucon mangense var. leucospermum	Yax ek'	8	5.5803
Coccoloba acapulcensis	Tohyub	88	4.4589
Coccoloba barbadensis	Bob che	56	8.6828
Coccoloba spicata	Bob	8	2.1924
Cordia alliodora	Bohom	88	21.4931
Croton schiedeanus	K'okche	56	1.435
Diospyros tetrasperma	Kakalche	257	20.805
Eugenia acapulcensis	Sakpichi che	16	1.3744
Eugenia axillaris	Ich'huh	8	0.1751
Eugenia biflora	Pichi che'	32	2.7829
Exostema mexicanum	Sabak che'	297	5.0046
Ficus cotinifolia	Kopo'	8	4.4143
Ficus maxima	Higuerilla	8	0.5982
Gliricidia maculata	Sak ya'ab	145	4.8152
Godmania aesculifolia	X'hookab	8	1.1446
Guettarda combsii	Taasta'ab	8	0.4768

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.22. Tabla resumen por Propietario, por Obra, del número de individuos y el volumen forestal en m^3VTA con motivo del CUSTF pretendido.

N° de Polígono:	**01**
Predio afectado:	**Lote T-Y, Ejido Jacinto Pat**
Obra:	**SAE Chemuyil**

Municipio: Tulum Tipo de vegetación: VSA/SMQ Superficie CUSTF(m^2): 20,076

Especie	Nombre Común	No. Ind.	Vol. m^3 VTA
Guettarda gaumeri	Boox kibche'	8	0.198
Gymnopodium floribundum	Sakts'its'ilche	570	4.0999
Gyrocarpus jatrophifolius	Chak kiis	8	11.9085
Ixora coccinea	Cocinera	8	0.7485
Jatropha gaumeri	Pomolche	40	1.1438
Licaria peckii	Pimientillo	8	0.1796
Lonchocarpus xuul	Xuul	40	6.3751
Lysiloma latisiliquum	Tzalam	24	28.5748
Malpighia lundelii	Wayacte	128	6.2649
Manilkara zapota	Chak ya'	361	113.9708
Melicoccus oliviformis ssp. oliviformis	Waya	40	4.6325
Metopium brownei	Chechem	48	17.4725
Myrcianthes fragans	Guayabillo	56	11.7668
Myrsine guianensis	Cucharo	72	8.2372
Nectandra coriacea	Aguacatillo	137	4.1368
Nectandra salicifolia	Aguacatillo	305	16.8592
Neea psychotrioides	Tadzi	16	1.7323
Ottoschulzia pallida	Uvas che'	128	2.5664
Parathesis cubana	Chaamalche	56	5.3773
Piscidia piscipula	Jabín	16	7.927
Platymiscium yucatanum	Chak subinche	104	9.7364
Plumeria obtusa	Sak nicte	96	2.996
Pouteria campechiana	k'aniste'	32	1.8805
Randia longiloba	Aak'aax	8	0.5083
Semialarium mexicanum	Chum loob	16	2.3996
Senna racemosa var. racemosa	K'an puhuruz	8	2.4858
Sideroxylon americanum	Puuts' mukuy	16	1.4903
Swartzia cubensis var. cubensis	Katalox	24	8.2949
Thouinia paucidentata	Xk'an chuunup	153	9.9088
Thrinax radiata	X'chit	32	0.2544
Vitex gaumeri	Ya'axnik	16	7.2774
	TOTAL =	**4,672**	**463.5807**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.22. Tabla resumen por Propietario, por Obra, del número de individuos y el volumen forestal en m^3VTA con motivo del CUSTF pretendido.

N° de Polígono:	**01**
Predio afectado:	**Lote T-Y, Ejido Jacinto Pat**
Obra:	**SAE Chemuyil**

Municipio: Tulum Tipo de vegetación: VSA/SMQ Superficie CUSTF(m^2): 20,076

Especie	Nombre Común	No. Ind.	Vol. m^3 VTA
Estrato Arbustivo			
Bauhinia jenningsii	Tsimin	16	0.0402
Bunchosia swartziana	Kibche	48	0.0071
Calyptranthes pallens	Murta	24	0.002
Carlowrightia yucatanensis	SNLC	8	0.0012
Casearia corymbosa	Ix iim che'	145	0.3836
Casearia emarginata	Am che'	16	0.0132
Chamaedorea seifrizii	Kabxyat	16	0.0048
Diospyros tetrasperma	Kakalche	32	0.1128
Eugenia acapulcensis	Sakpichi che	8	0.0022
Eugenia axillaris	Ich'huh	8	0.0031
Exostema mexicanum	Sabak che'	8	0.1075
Forchhammeria trifoliata	K'olok'ma'ax	16	0.0389
Gymnopodium floribundum	Sakts'its'ilche	32	0.0224
Hampea trilobata	Hol	8	0.0316
Hybanthus yucatanensis	Sakbakel can	8	0.002
Manilkara zapota	Chak ya'	16	0.0079
Mosannona depressa	Elemuy	24	0.0426
Nectandra coriacea	Aguacatillo	16	0.028
Nectandra salicifolia	Aguacatillo	16	0.0249
Neomillspaughia emarginata	Sakits'a	24	0.0255
Ottoschulzia pallida	Uvas che'	56	0.0513
Psychotria horizontalis	SNLC	16	0.0119
Thouinia paucidentata	Xk'an chuunup	16	0.002
Thrinax radiata	X'chit	112	0.2461
	TOTAL =	**689**	**1.213**
Estrato Otros			
Arrabidaea floribunda	Anikab	104	0.0158
Cohniella ascendens	Puutsche	120	NA
Microgramma nitida	Tiibte'ak'	32	NA
Myrmecophila christinae var. christinae	Xk'ubenba	402	NA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.22. Tabla resumen por Propietario, por Obra, del número de individuos y el volumen forestal en m^3VTA con motivo del CUSTF pretendido.

N° de Polígono:	**01**
Predio afectado:	**Lote T-Y, Ejido Jacinto Pat**
Obra:	**SAE Chemuyil**

Municipio: Tulum Tipo de vegetación: VSA/SMQ Superficie CUSTF(m^2): 20,076

Especie	Nombre Común	No. Ind.	Vol. m^3 VTA
Philodendron hederaceum	Taabkanil	40	NA
Rhyncholaelia digbyana var. digbyana	Piita	249	NA
Serjania caracasana	SNLC	16	NA
Serjania yucatanensis	K'an sep aak'	16	NA
Strophocactus testudo	Pitaya de tortuga	88	NA
Tillandsia variabilis	Mulix	241	NA
Anthurium schlechtendalii ssp. schlechtendalii	Boobtúum	24	NA
Bromelia pinguin	Piñuela	56	NA
TOTAL =		**1,388**	**0.0158**

Tabla II.23. Volumen forestal total por afectar con el CUSTF pretendido.

Propietario	No. Ind.	Volumen m^3 (VTA)
Everardo Hernández Soriano	6,762	464.83
TOTAL FINAL =	**6,762**	**464.83**

II.2.4. Residuos.

En general, durante la construcción, operación y mantenimiento de la obra se generan residuos sólidos no peligrosos, los cuales pueden agruparse en: residuos sólidos domésticos, residuos de excavaciones y despalme, residuos vegetales, residuos reutilizables y residuos reciclables.

Residuos sólidos domésticos. Los residuos sólidos domésticos serán colocados en contenedores debidamente rotulados provistos de tapa, los cuales serán colocados en forma visible y estratégica, en los lugares de generación y llevados a los almacenes de la contratista, en donde serán separados por categorías (papel, plástico, metal, vidrio y materia orgánica). Estos contenedores serán almacenados temporalmente para su posterior disposición final. Se realizará la consulta al gobierno municipal sobre la existencia de sitios de disposición de estos residuos y, en su caso, se gestionará el permiso que correspondiese.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Residuos de excavaciones y despalme. Los residuos producto de las excavaciones del proyecto que no sean utilizados en el relleno de cepas, serán mantenidos en el área y en medida de lo posible será utilizado en los trabajos subsecuentes de la obra o podrán ser distribuidos dentro de los sitios o en el caso que no se factible se solicitara a los municipios que designe sitios autorizados para su depósito final. Se realizará la consulta al gobierno estatal sobre la existencia necesidad de disponer estos residuos a través de prestadores de servicio autorizado o, en su caso, si fuese necesario obtener algún permiso para realizar su manejo y transporte de manera directa.

Residuos vegetales. Los residuos vegetales producto del desmonte en el proyecto se trozarán y se enviarán a fuera del área de generación, para depositarlos en los sitios que designen las autoridades competentes, al igual que el material producto del despalme. En el caso de trozas (troncos y ramas mayores) de madera aprovechable (medida mínima: 1.20m de longitud y 10 cm de diámetro sin incluir corteza), éstos se pondrán a disposición de los dueños de los predios o ejidatarios de la zona, quienes podrán aprovecharlos para uso doméstico; en caso de que el propietario del predio desee realizar la comercialización de estos, requerirá de la aprobación de las autoridades competentes.

Residuos reutilizables y reciclables. Los residuos sólidos reutilizables y reciclables como: papel, plástico, latas de aluminio, vidrio, metal y madera, serán separados de acuerdo con su tipo de material y al uso que se les haya dado y depositados donde indiquen las autoridades de los centros de población.

Una vez identificados y separados los residuos sólidos no peligrosos, se verificará que los que no sean reutilizados y/o reciclados se dispongan finalmente en los sitios que designen las autoridades municipales.

Se consideran residuos peligrosos los aceites que accidentalmente pueden ser derramados por la maquinaria y vehículos utilizados durante la construcción, los envases y estopas impregnadas con esmaltes, solventes, pinturas y grasas, así como acumuladores y baterías inservibles.

Para el manejo en general de los residuos sólidos peligrosos, se efectuarán acciones encaminadas a la sensibilización del personal contratado y se capacitará a dicho personal respecto a la manera de cómo deben colectarse, separarse y disponerse.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Para el manejo de los aceites se consideran como medidas preventivas para evitar derrames las siguientes:

- Utilizar únicamente vehículos y máquinas en buen estado.
- Verificar durante la ejecución de la obra el mantenimiento de estos.
- Evitar realizar mantenimiento de los vehículos y maquinaria dentro del área considerada para el proyecto.

En caso de que ocurra algún derrame accidental dentro de las zonas de construcción, se procederá al retiro del material vegetal y/o suelo contaminado, para lo que será necesario excavar hasta la profundidad afectada y posteriormente se rellenarán los sitios con el tipo de suelo predominante en la zona y libre de contaminantes. Tanto la tierra impregnada con el aceite derramado, como todos los demás residuos sólidos peligrosos, se almacenarán temporalmente en los sitios que la contratista prepare para tales situaciones dentro de sus almacenes, para disponerlos de acuerdo con lo especificado en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos y demás normativa aplicable.

II.2.4.1. Disposición final de residuos generados en la construcción.

Residuos no peligrosos. Los residuos sólidos no peligrosos serán recolectados diariamente de los frentes de trabajo y sacados del área del proyecto, para posteriormente ser transportados a los sitios de disposición municipales existentes, previo permiso del ayuntamiento respectivo; estos serán almacenados temporalmente en recipientes adecuados y en caso de que se cuente con el servicio de recolección, se entregarán a una empresa concesionada para su disposición final, obteniendo evidencia de la prestación del servicio.

Para la disposición de los residuos sólidos no peligrosos considerados por su volumen como Residuos de Manejo Especial, como puede ser material vegetal o tierra producto de excavación, se utilizarán los sitios de acopio que para tal efecto existan en los municipios y centros de población en donde se ubica el proyecto. Cabe señalar que podrá disponerse este tipo de residuos en varios sitios, de acuerdo con su existencia y a la indicación de la autoridad que los maneje, eso sí, prefiriendo aquellos que se encuentren más cercano al área de generación. Cabe señalar que, en primera instancia, se procurará utilizar el material que sea extraído de excavaciones en actividades de relleno para la misma obra y sólo se dispondría de esta manera lo sobrante; en el caso del material vegetal, esto será similar, pues las ramas que puedan

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ser picadas y la tierra vegetal producto del despalme podrá ser utilizada en áreas aledañas a la que ocuparía la obra. De la vista de imágenes satelitales del sitio de la obra se han atisbado algunas áreas desprovistas de vegetación o con cobertura vegetal escasa, donde podría disponerse residuos vegetales.

Residuos peligrosos. Estos residuos serán almacenados temporalmente, según lo establecido en la normativa ambiental aplicable, en los sitios que se habiliten para tal fin, los cuales se establecerán fuera del área del proyecto; dado que la construcción de una obra como la que se pretenden no implica la generación de un volumen importante de este tipo de residuos ni de una amplia variedad de estos, se habilitará un espacio ya sea en el campamento o almacén de la empresa constructora, los cuales se establecerán en áreas urbanas únicamente (fuera del área del proyecto), procurando que cuenten con las condiciones mínimas para el acopio temporal (no mayor a 6 meses) de este tipo de residuos. Principalmente, se espera generar materiales impregnados con sustancias como solventes, pinturas o hidrocarburos, o bien, los recipientes de estos. Para su disposición final se contratarán los servicios de empresas especializadas en el manejo de residuos peligrosos que cuenten con autorización de la SEMARNAT en la materia.

Otros. No se considera la generación de otros tipos de residuos a los antes mencionados.

II.2.5. Emisiones y descargas.

II.2.5.1. Emisiones.

En general, los proyectos de transformación de energía eléctrica como el que se pretende no son considerados generadores de emisiones (LGCC, Art. 3, XVI), puesto que una vez operando, estas se consideran nulas, toda vez que no se consumen combustibles fósiles para el funcionamiento de la instalación, como ocurre con aquellas dedicadas a la generación de energía eléctrica, siendo que durante el proceso constructivo estas sólo serán generadas por la utilización de vehículos y maquinaria que utiliza combustibles fósiles, es decir, durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Las emisiones inherentes a la obra pretendida serán producidas por la operación de maquinaria, vehículos y equipo que se empleará, ya que funcionan mediante motores de combustión interna, usando principalmente diésel como combustible.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En la tabla siguiente puede verse un resumen de la maquinaria y equipo que sería empleado durante la etapa de preparación del sitio:

Tabla II.24. Equipos y maquinaria que será utilizada durante la etapa de preparación del sitio.

Equipo	Cantidad	Meses Utilizados en la Obra	Horas de Trabajo Diario	Decibeles Emitidos (dB)	Emisiones a la Atmósfera (g/s)	Tipo de Combustible
Retro excavadora	2	8	8	No mayor a 92	HC 0.8 CO 3.4 NOx 0.47	Diésel
Camión de volteo	4	8	8	No mayor a 92	HC 0.9 CO 15.0. NOx 3.0	Diésel
Buldócer	2	12	8	No mayor a 92	HC 0.4 CO 0.18 NOx 0.14	Diésel
Bomba de concreto	1	6	8	No mayor a 92	No Disponible	Diésel
Compactador vibratorio autopropulsado	2	12	8	No mayor a 92	HC 0.8 CO 0.19 NOx 0.46	Diésel

HC = Hidrocarburos; CO = Monóxido de carbono; NOx = Óxidos de nitrógeno.

Las emisiones generadas en la etapa de construcción serán producidas por fuentes móviles que operan bajo el principio de combustión interna, usando como combustible diésel y gasolina.

Las emisiones estimadas de estos equipos se presentan en la tabla siguiente.

Tabla II.25 Equipos y maquinaria que será utilizada durante la etapa de preparación de construcción.

Equipo	Cantidad	Meses Utilizados en la Obra	Horas de Trabajo Diario	Decibel s Emitidos (dB)	Emisiones a la Atmósfera (g/s)	Tipo de Combustible
Motocon-formadora	2	8	8	3	HC 0.9 CO 0.19 NOx 0.5	Gasolina
Camioneta de estacas	3	18	8	No mayor a 86	HC 0.41 CO 7.0 NOx 2.0	Gasolina

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla II.25 Equipos y maquinaria que será utilizada durante la etapa de preparación de construcción.

Equipo	Cantidad	Meses Utilizados en la Obra	Horas de Trabajo Diario	Decibels Emitidos (dB)	Emisiones a la Atmósfera (g/s)	Tipo de Combustible
Camión de volteo	5	10	8	No mayor a 86	HC 0.8 CO 10.0 NOx 2.3	Diésel
Camión pipa para agua	5	15	8	No mayor a 86	HC 0.41 CO 7.0 NOx 2.0	Gasolina
Compactador vibratorio autopropulsado	5	12	8	(3)	HC 0.8 CO 0.19 NOx 0.46	Diésel
Grúa de 55 t	3	10	8	No mayor a 99	No Disponible	Diésel
Grúa sobre camión de 120 t	3	10	8	No mayor a 99	HC 0.8 CO 10.0 NOx 2.3	Diésel
Máquina soldadora	5	18	8	No Aplica	No Aplica	No Aplica

HC = Hidrocarburos; CO = Monóxido de carbono; NOx = Óxidos de nitrógeno

Con la finalidad de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites permitidos, tanto vehículos como maquinaria será sometida a mantenimientos periódicos que aseguren su funcionamiento adecuado, para lo cual se implantará un programa de mantenimiento, que considerará mantenimientos tanto preventivos como correctivos.

Cabe resaltar que tanto la **NOM-041-SEMARNAT-2015** *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible* como la **NOM-045-SEMARNAT-2017** *Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición*, excluyen de su cumplimiento a la maquinaria utilizada para la industria de la construcción.

Por otro lado, se realizará la consulta a la autoridad estatal respecto a la existencia de centros de verificación y sobre la existencia de un programa estatal de cumplimiento obligatorio, en cuyo caso, se obtendrán los certificados que correspondan para las unidades sujetas a este.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.2.5.2. Descargas.

Los proyectos de almacenamiento de energía eléctrica como el que se pretende no son considerados generadores de aguas residuales, siendo que una vez iniciada su operación estas podrían considerarse nulos; durante la etapa de construcción las únicas aguas residuales que se generarían serían aquellas correspondientes a la utilización de servicios sanitarios.

II.2.5.2.1. Generación, manejo y disposición final de residuos líquidos.

Las únicas descargas serían los líquidos residuales, que se generarán durante el desarrollo del proyecto, por los servicios sanitarios para los trabajadores, principalmente de aquellos que se ubiquen en los almacenes y/o campamentos que la compañía constructora instale en las poblaciones cercanas al área del proyecto.

Como medida de prevención se dispondrá en el sitio de la obra, sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores (en una proporción no menor de 1:25), a los cuales se les realizará mantenimiento y limpieza periódica, evitándose que los residuos sanitarios por infiltración al suelo lleguen al manto freático y lo contaminen, adicionalmente, se prohibirá el fecalismo o el orinar al aire libre. Se contratará a un prestador de servicios autorizado en la materia para la realización del mantenimiento y disposición final de estos residuos. Adicionalmente, se establecerán pláticas de concienciación relativas a los efectos negativos del fecalismo al aire libre, siendo impartidas a todo el personal que labore en la construcción de la obra.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B PARTICULAR.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (SAE) CHEMUYIL

CAPÍTULO III

ABRIL 2026

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES. III-1

III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES. III-1

III.1.1. Instrumentos generales. III-1

III.1.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). III-1

III.1.1.2. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (PND). III-1

III.1.1.3. Programa Sectorial de Energía 2025-2030. ..... III-2

III.1.1.4. Estrategia Nacional de Cambio Climático. III-3

III.1.1.5. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2025-2030. ..... III-5

III.1.2. Leyes. III-6

III.1.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico la Protección al Ambiente (LGEEPA). III-6

III.1.2.2. Ley General de Vida Silvestre (LGVS). III-6

III.1.2.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). III-7

III.1.2.4. Ley de Aguas Nacionales (LAN). III-10

III.1.2.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).. III-11

III.1.2.6. Ley General de Cambio Climático.....III-13

III.1.2.7. Ley de Planeación y Transición Energética. III-13

III.1.2.8. Ley del Sector Eléctrico.....III-14

III.1.2.9. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. III-15

III.1.3. Reglamentos. III-17

III.1.3.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del impacto Ambiental (REIA). III-17

III.1.3.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósféra. III-21

III.1.3.3. Reglamento de la LGDFS.....III-22

III.1.3.4. Reglamento de la LGPGIR. III-23

III.1.3.5. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. III-26

III.1.3.6. Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico.....III-26

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

III.1.4.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. III-27

III.1.4.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMMC). III-37

III.1.4.2. Programas de Ordenamiento Local. III-70

III.1.4.3. Programas de Desarrollo Urbano (PDU). III-88

III.1.4.4. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas. III-91

III.1.4.4.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP). III-91

III.1.4.5. Regiones prioritarias. III-93

III.1.4.5.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). III-94

III.1.4.5.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias. III-94

III.1.4.5.3. Regiones Marinas Prioritarias (RMP). III-99

III.1.4.5.4. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). III-101

III.1.4.5.1. Sitios RAMSAR. III-102

III.1.4.6. Normas Oficiales Mexicanas (NOM´s). III-106

III.2. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS ESTATALES. III-108

III.2.1. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del estado de Quintana Roo. III-108

III.2.2. Ley de Vida Silvestre para el estado de Quintana Roo. III-110

III.2.3. Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del estado de Quintana Roo. III-110

III.2.4. Ley de Acción de Cambio Climático en el estado de Quintana Roo. III-112

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

Para determinar los diferentes instrumentos jurídicos que aplicarían previo, durante o después de las actividades de construcción del proyecto e identificar restricciones o limitaciones potenciales para su desarrollo se realiza un análisis de los instrumentos.

III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES.

III.1.1. Instrumentos generales.

III.1.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).

La Constitución Política funge como base del sistema jurídico mexicano, a partir de la cual se reconocen los derechos humanos de todas las personas en el país, derivan las diversas Leyes y establece los principios básicos que deben de orientar el desarrollo de la Nación; en este sentido, el análisis de vinculación entre el proyecto y la Carta Magna permite identificar si en éste se observan los lineamientos que orientan el sentir de la Nación.

Este instrumento, en su Artículo 4º, párrafo quinto menciona que "*Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar*". En cuanto a esto se menciona que para el proyecto pretendido considera la realización de una serie de medidas preventivas y de mitigación encaminadas a evitar y atenuar los impactos ambientales que se vislumbra serían provocados por su realización, de manera que no se comprometa el equilibro ecológico y se preserve el ambiente, impidiendo así coartar el derecho consagrado en el artículo mencionado,

III.1.1.2. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (PND).

En este caso, al tratarse de una obra desarrollada por un ente privado, este ordenamiento no resulta aplicable, puesto que el PND 2025-2030 asienta en el gobierno federal la dirección del desarrollo nacional y la garantía de sustentabilidad, sin embargo, se señala que esta obra coadyuvará al mejoramiento del Sistema Eléctrico Nacional, al permitir la continuidad del fluido eléctrico en condiciones de emergencia y, por otro lado, como se ha dicho, considera la realización de una serie de medidas preventivas y de mitigación encaminadas a evitar y atenuar los impactos ambientales que se vislumbra serían provocados por su realización, de manera que no

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

III.1.1.3. Programa Sectorial de Energía 2025-2030.

Este programa fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2025 (https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1058017/302_PROGRAMA_SECTORIAL_DE_ENERG_A__2025-2030.pdf). Se trata de un instrumento de planeación energética de carácter vinculante, sustentado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). A su vez, está alineado con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (PND), principalmente en lo correspondiente al Eje 4 Desarrollo Sustentable, y contribuye a los ejes transversales; 1 Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres; 2 Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional y 3 Derechos de los pueblos y las comunidades indígenas y afromexicanas. Su propósito es garantizar la seguridad y autosuficiencia energética, fortalecer la soberanía nacional en materia energética, consolidar a CFE, PEMEX, y los organismos públicos del sector energético, y robustecer las capacidades del Estado mediante el ejercicio de una planeación vinculante.

Por otra parte, se observa que en su objetivo 1 "*Fortalecer la autosuficiencia, soberanía y seguridad energética, a través de la planeación energética vinculante, así como el desarrollo sustentable para garantizar el acceso equitativo a la energía para la población, especialmente en regiones en rezago*", se menciona que "*La planeación del sector considera que el enfoque primordial de la política energética es contar con energía suficiente y a precios accesibles para sostener un desarrollo con bienestar para toda la población en el corto, mediano y largo plazos*".

En este sentido, si bien el pretendido se trata de un proyecto desarrollado por un ente privado, se puede asegurar que este coadyuvará al mejoramiento del Sistema Eléctrico Nacional, al permitir la continuidad del fluido eléctrico en condiciones de emergencia; al tratarse de un proyecto de almacenamiento de energía, esta estará disponible para cubrir la demanda excedente de temporada, o bien, emergente.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

política nacional en el mediano y largo plazos para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Este describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible del entorno presente y futuro, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomenta la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad con el objetivo de atender las prioridades nacionales y alcanzar el horizonte deseable para el país en el largo plazo

Al reconocer que para llegar a los objetivos de las dos vertientes fundamentales de adaptación y mitigación del cambio climático debe existir una política nacional robusta que apoye al desarrollo, la ENCC integra un tema propio sobre los pilares de la política nacional de cambio climático. En otras palabras, la política nacional de cambio climático sirve como sustento para los temas de adaptación y mitigación.

Es así como la Estrategia se integra por los siguientes tres temas:

Tabla III.1. Temas de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

No.	Tema	Nomenclatura
1	Pilares de política a nacional de cambio climático	P
2	Adaptación a los efectos del cambio climático	A
3	Desarrollo bajo en emisiones / Mitigación	M

Cada uno de los temas integra un breve diagnóstico de la situación en el país:

- Pilares de política y líneas de acción integra un breve análisis de la política en el país en cambio climático.
- Adaptación a los efectos del cambio climático incluye escenarios climáticos y una evaluación y diagnóstico de la vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el país.
- Mitigación incluye un panorama sobre las emisiones del país, las oportunidades de mitigación, el escenario y las emisiones de línea base y trayectoria objetivo de emisiones.

Posteriormente, cada uno de los temas contiene una sección en la que se describen los Pilares de la política o los Ejes Estratégicos y las líneas de acción. Estos Pilares y Ejes definen los objetivos deseados, de naturaleza más compleja pues requieren una variedad de actores, acciones, recursos y perspectivas para alcanzarse. La ENCC

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

emisiones.

Los Pilares y Ejes Estratégicos se integran a su vez por "*líneas de acción*". Estas últimas son directrices que involucran diferentes actividades que requieren participación, integración y continuidad de esfuerzos, además, procuran señalar aspectos críticos para su cumplimiento. El orden de las líneas de acción es también relevante pues busca presentar primero las líneas indispensables para el logro del Pilar o Eje.

Ahora bien, considerando el alcance de la ENCC, la cual no es exhaustiva y no pretende definir acciones concretas de corto plazo ni con entidades responsables de su cumplimiento. A nivel federal, el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) definirá los objetivos sexenales y acciones específicas de mitigación y adaptación cada seis años, mientras señala entidades responsables y metas. A nivel local de acuerdo con lo dispuesto en la LGCC y en sus respectivos ámbitos de competencia, serán los Programas de las Entidades Federativas en materia de cambio climático y los Programas Municipales de Cambio climático.

En cuanto a este instrumento, como se ha mencionado, el proyecto pretendido coadyuvará al mejoramiento del Sistema Eléctrico Nacional, al permitir la continuidad del fluido eléctrico en condiciones de emergencia; al tratarse de un proyecto de almacenamiento de energía, esta estará disponible para cubrir la demanda excedente de temporada, o bien, emergente.

Debe observarse que, debido a su naturaleza, durante su operación, el proyecto no emitirá directamente gases de efecto invernadero, pues para esta no es necesario el consumo de combustibles derivados de hidrocarburos; al tratarse de una instalación de almacenamiento, únicamente tomará de manera constante cierta cantidad de la energía que circula por la Red Nacional de Transmisión hasta llenar su capacidad total, reteniéndola para su posterior utilización, según sea requerido. Ahora bien, durante su construcción las emisiones que se vislumbran corresponderán a aquellas de vehículos automotores, maquinaria y equipos que se utilicen para las diferentes actividades constructivas, las cuales ocurrirán de manera intermitente, puntual y cesarán cuando se detenga la actividad de que se trate; con la finalidad de evitar emisiones excesivas durante esta etapa se dará mantenimiento periódico a los vehículos que sean utilizados y, de aplicar, se someterán al programa de verificaciones vehiculares municipal. Por lo dicho, es evidente que el proyecto no se trata de uno que pueda considerarte como emisor de gases de efecto invernadero.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

El PROMARNAT 2025-2030 se basa en el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, con el cual guarda especial congruencia con su Eje General 4 Desarrollo sustentable, específicamente en los objetivos 4.3, 4.5 y 4.6.

Este Programa se funda en una serie de objetivos que buscan, entre otras cosas, fomentar la conservación, protección y aprovechamiento sustentablemente de los ecosistemas, manteniendo su biodiversidad y los servicios ambientales que prestan, incentivar su restauración, realizar una gestión hídrica sustentable y fortalecer la acción climática.

Para dar una mejor idea, a continuación, se muestran los 5 objetivos del PROMARNAT 2025-2030:

- **Objetivo 1.** Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales, consolidándolos como un medio para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y fortalecer el tejido social, con respeto a los derechos humanos e igualdad, priorizando comunidades indígenas y afromexicanas.
- **Objetivo 2.** Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales, con enfoque interdisciplinario, intersectorial y con la participación de comunidades locales, indígenas y afromexicanas, basado en principios de igualdad, inclusión y justicia ambiental.
- **Objetivo 3.** Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos y fomentando la protección e integridad de las cuencas y acuíferos, los ecosistemas y su biodiversidad.
- **Objetivo 4.** Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando la prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población, ecosistemas, sistemas productivos y la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos.
- **Objetivo 5.** Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental, respaldada por una cultura ambiental e información relevante para la toma de decisiones, con enfoque territorial.

Considerando las diferentes estrategias que plantea este instrumento para los diferentes objetivos, se tiene que el proyecto pretendido considera la realización de una serie de medidas preventivas y de mitigación encaminadas a evitar y atenuar los

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

el rescate de especies de flora y de fauna o la reforestación con especies vegetales regionales, el mantenimiento de vehículos y maquinaria para reducir la cantidad de emisiones a la atmósfera; por otro lado, al incluir el presente documento la solicitud del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se asegurará el cumplimiento de los criterios de excepción que permiten su realización, a saber, la mitigación del aumento de la erosión, de la disminución de la captación de agua o el deterioro de su calidad, de la capacidad de almacenamiento de carbono y que se mantenga la biodiversas de los ecosistemas.

III.1.2. Leyes.

III.1.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Como establece el **Artículo 28** de la LGEEPA, quienes pretendan llevar a cabo alguna obra o actividad que pueda causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables requerirán previamente de la autorización en materia de impacto ambiental a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

En relación con esto, para el proyecto pretendido se considera la realización de una serie de medidas preventivas y de mitigación encaminadas a evitar y atenuar los impactos ambientales que se vislumbra serían provocados por su realización, de manera que no se comprometa el equilibro ecológico, las cuales son presentadas en el **Capítulo VII** del presente documento.

Adicionalmente, el Artículo mencionado establece los casos en los que debe solicitarse ante la SEMARNAT Autorización en Materia de Impacto Ambiental, siendo que al proyecto le resultan aplicables las fracciones II y VII mencionadas, razón por la que se presenta la solicitud correspondiente a través del presente documento.

III.1.2.2. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

La Ley General de Vida Silvestre, en su **Artículo 56**, establece que la Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies, la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo, la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En este sentido, al proyecto le es aplicable este instrumento por considerarse que durante su desarrollo podría afectarse especie incluidas en alguna categoría de riesgo. Desde luego, se plantean medidas preventivas y de mitigación encaminadas a evitar y atenuar los impactos que se esperan sobre los componentes flora y fauna, de manera que se conserve la biodiversidad existente. Tales medidas son presentadas en el **Capítulo VII** del presente documento.

III.1.2.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

El **Artículo 93** de esta Ley establece que "*La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal*.

Ya que como parte del proyecto se realizará la remoción de vegetación considerada como forestal, específicamente, de tipo selva mediana subperrenifolia, a través del presente documento, se realizará la solicitud correspondiente de Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Además, se implementarán medidas acordes a la magnitud de los impactos que se vislumbre ocasionar para evitar el detrimento de los recursos naturales y mantener la prestación de servicios ambientales relacionados a la vegetación forestal, las cuales son presentadas en el **Capítulo VII** del presente documento, además de que se asegurará el cumplimiento de los criterios de excepción establecidos en este instrumento, a saber, la mitigación del aumento de la erosión, de la disminución de la captación de agua o el deterioro de su calidad, de la capacidad de almacenamiento de carbono y que se mantenga la biodiversas de los ecosistemas..

Así mismo, el último párrafo del Artículo referido dice que "*Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas*".

De lo anterior puede atisbarse varias cosas:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

de manera que es la primera quien tendría la obligación de establecer las medidas de consulta previa, libre culturalmente adecuada y de buena fe, en todo caso, en su resolución, puesto que no se entiende obligatorio que estas sean propuestas en una solicitud (la realizada por el promovente) sobre una materia diferente. En su caso, ese tipo de medidas serían propuestas por este promovente en el documento que se presente para solicitar la autorización en la materia que, como se dijo, en el caso de los proyectos eléctricos, corresponde evaluar y dictaminar a la SENER.

- Se dice también que "*Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas*". En este caso, no se entiende que explícitamente se confiera a la SEMARNAT alguna facultad para solicitar a la promovente requisitos relacionados con aspectos sociales o concernientes a los pueblos indígenas (los cuales no son de su competencia), sino que claramente se menciona "*se coordinará*", para lo cual se esperaría que, en todo caso, esta ejerciera la facultad de solicitar opinión a otras dependencias según estime, como lo indican tanto el Artículo 4º y Artículo 24 del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental de la LGEEPA, como el Artículo 53 y Artículo 54 de la Ley Federal del Procedimiento Administrativo (**LFPA**). Es oportuno recordar que el Artículo 15 de la LFPA menciona que "*no podrá exigirse más formalidades que las expresamente previstas en la ley*", entendiendo entre estas formalidades los requisitos inherentes a un trámite, siendo que ni en la leyes ni en sus reglamentos en materia ambiental y forestal ni en la fichas CONAMER de los trámites de AMIA o ACUSTF o del que se realiza de manera conjunta mediante un DTU se establece como requisito, por ejemplo, la presentación de resoluciones en materia social para la obtención de autorizaciones en materia de impacto ambiental o de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Cabe resaltar que, como lo señala el Artículo 35 de la LGEEPA, así como en el Artículo 49 de su Reglamento en Materia de EIA, las autorizaciones en materia ambiental sólo se refieren a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate; si bien, esto no está dicho en la Ley ni su Reglamento en materia forestal, se entienden en sentido similar.
- Por último, si bien se menciona textualmente que la SEMARNAT se coordine con el INPI para el caso en que los proyectos afectan pueblos indígenas, como se ha mencionado, *de iure*, en el caso de los proyectos eléctricos, esta coordinación deberá hacerse con la SENER quien, como mencionan la Ley del

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

se trata de una ley GENERAL, como lo dice su mismo nombre, siendo que la LSE se trata de una Ley especial que regula una materia específica. En cuanto a jerarquía normativa, una ley especial prevalece frente a una ley general. La prelación de la LSE y su Reglamento se hace evidente de sólo leer el Artículo 1 de cada una, donde se muestra su objeto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

> *"La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable*."

A su vez, su **Artículo 113**, fracción III, incluido en el Título Noveno referente a bienes nacionales a cargo de "*la Comisión*", se establece que la administración de los cauces de las corrientes de aguas nacionales quedará a cargo de la Comisión Nacional del Agua. Con base en la definición de "*Permiso*" señalada en el inciso a de la fracción XL del artículo 3, que a letra señala que *son los que otorga el ejecutivo Federal a través de la Comisión o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la construcción y obras de infraestructura hidráulica y otras de índole diversa relacionadas con el agua y los bienes nacionales*.

En cuanto a este articulado, se tiene que el proyecto presentado para su autorización mediante el presente documento no se encuentra en coincidencia con cuerpos de agua propiedad de la nación, por lo que no interrumpirá la ocurrencia de flujos hidrológicos ni se contempla que ocurra la contaminación directa de cuerpos de agua. Adicionalmente, como parte del proyecto no se realizará la explotación directa de algún acuífero y las cantidades de agua requerida para el proceso constructivo no se consideran significativas, razón por la que no se prevé socavar la disponibilidad del acuífero. En todo caso, el agua cruda que se utilice durante el proceso constructivo será obtenida de fuentes municipales autorizadas.

De cualquier manera, en el **Capítulo VII** del presente documento se presentan medidas encaminadas a prevenir la contaminación del agua y preservar su calidad, así como a evitar su uso inadecuado.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En el **Artículo 41** se establece que los generadores de residuos peligrosos deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta ley. Por tal razón, durante todas las etapas del proyecto, se realizará el manejo integral de los residuos que sean generados, incluyendo los residuos peligrosos.

En el **Artículo 42** se menciona que los generadores de residuos peligrosos podrán contratar con empresas o gestores autorizados por la Secretaría los servicios de manejo de estos. En cuanto a esto, al no ser este promovente una empresa especializada en el manejo de residuos peligrosos realizará la contratación de empresas autorizadas en la materia para realizar el transporte y disposición final de aquellos residuos de este tipo que sean generados durante la realización del proyecto. Como parte de ello se solicitará de manera previa a la prestación del servicio la autorización correspondiente emitida por la SEMARNAT; así mismo, en cada recolección se requerirá el *manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos* debidamente cumplimentado y sellado.

En el **Artículo 45** se establece que 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 las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. Por tal razón, durante todas las etapas del proyecto, se realizará el manejo integral de los residuos que sean generados, incluyendo los residuos peligrosos.

En el **Artículo 46** se establece que los grandes generadores de residuos peligrosos están obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual de la generación y modalidades de manejo a las que se sujetaron. En este sentido, de acuerdo con las categorías de generación establecidas no se considera que, con base a la estimación de residuos por generar, este promovente no encajaría en la categoría de gran generador, razón por la que no tiene la obligación mencionada en este artículo, sin embargo, durante todas las etapas del proyecto, se realizará el manejo integral de los residuos que sean generados, incluyendo los residuos peligrosos, si bien, se considera la generación de una cantidad mínima, dada la naturaleza del proyecto, englobándose más bien, por el volumen de residuos peligrosos que se estima generar, como *microgenerador*.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

manejo los residuos peligrosos existentes en la entidad federativa o municipio de que se trate, así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, en congruencia con lo mencionado. Ante esto, se señala que se realizará la consulta a las autoridades estatales y municipales que correspondan respecto a la existencia de planes de manejo de residuos peligrosos que correspondan a sus ámbitos de competencia, establecidos en congruencia con lo mencionado en la fracción I del Artículo 12 de la LGPGIR; así mismo, se realizará el registro ante la SEMARNAT como generador de residuos peligrosos de acuerdo con la categoría determinada.

El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento

El **Artículo 54** indica que debe evitarse la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos, respecto a lo cual se manifiesta que se procurará la disposición adecuada de los residuos peligrosos que sean generados para prevenir reacciones entre estos, tomando en consideración lo establecido en la NOM-054-SEMARNAT-1993.

El **Articulo 56** menciona que prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación. Considerando lo dicho, se establecerá una bitácora para el registro de los residuos generados que permita conocer su tiempo de almacenamiento, de manera que no se sobrepase el plazo indicado. Adicionalmente, se realizará la contratación de empresas autorizadas en la materia para realizar el transporte y disposición final de aquellos residuos de este tipo que sean generados durante la realización del proyecto, cumpliendo con el plazo máximo permitido de almacenamiento; de manera complementaria se solicitará de manera previa a la prestación del servicio la autorización correspondiente emitida por la SEMARNAT; así mismo, en cada recolección se requerirá el *manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos* debidamente cumplimentado y sellado.

En el **Artículo 68** se establece que quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como los daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño ocasionado conforme a las disposiciones legales correspondientes. En caso de que como parte del proyecto ocurra la contaminación de algún área, se realizará la remediación de ésta. Conforme se realicen los trabajos

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

hidrocarburos y los residuos que ahí pudiesen generarse, serán trasladados a un taller de mantenimiento cercano y se guardaran en sus recipientes respectivos los suelo contaminados para posteriormente proceder su ingreso al almacén de residuos peligrosos autorizado o su disposición final.

El **Artículo 96**, en su fracción I establece que las entidades federativas y los municipios deberán llevar a cabo el control y vigilancia del manejo integral de residuos en el ámbito de su competencia, a su vez, su fracción VII, estipula que estas deberán coordinarse con las autoridades federales, con otras entidades federativas o municipios para la instrumentación de planes de manejo de los distintos residuos que sean de su competencia. Respecto a esto se informa que se realizará la consulta a las autoridades estatales y municipales que correspondan respecto a la existencia de planes de manejo de residuos peligrosos que correspondan a sus ámbitos de competencia, establecidos en congruencia con lo mencionado en la fracción I del Artículo 12 de la LGPGIR.

III.1.2.6. Ley General de Cambio Climático.

Dado que uno de los objetivos de esta ley es regular las emisiones de efecto invernadero y las acciones de mitigación para el cambio climático y reducir las emisiones a la atmósfera de manera gradual, resulta pertinente comentar que durante las actividades de construcción y mantenimiento del proyecto no se generarán emisiones a la atmósfera en altas concentraciones, sin embargo, para aquellas emisiones que se generen por el uso de vehículos, maquinaria y/o herramientas que consuman combustibles fósiles se implementarán programas de mantenimiento preventivo para procurar una combustión óptima que redunde en menor contaminación atmosférica; adicionalmente, se realizará la consulta a la autoridad estatal correspondiente respecto a la existencia de centros de verificación vehicular, en cuyo caso, se someterán los vehículos a estas para procurar su congruencia con la legislación local al respecto.

III.1.2.7. Ley de Planeación y Transición Energética.

Esta Ley tiene por objeto establecer y regular la planeación vinculante en el Sector Energético y el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el cumplimiento de las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de Emisiones Contaminantes,

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Considerando el objeto de la Ley en referencia y, conforme a las características del proyecto y su finalidad, es oportuno señalar que la esta Ley NO es vinculante al proyecto, ya que este no está directamente relacionado con el aprovechamiento de una fuente renovable de energía (viento, agua, yacimientos geotérmicos, etc.), por otro lado, tampoco se trata de una instalación de generación de energía que implique el consumo de combustibles fósiles, sino, únicamente de almacenamiento de energía. Por otro lado, si bien la observancia de esta Ley corresponde a la SENER, puede decirse que el proyecto pretendido coadyuvará a lograr la seguridad y autosuficiencia energética mencionadas en esta, al permitir la continuidad del fluido eléctrico en condiciones de emergencia.

III.1.2.8. Ley del Sector Eléctrico.

Esta Ley tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, así como las demás actividades del sector eléctrico.

Su Transitorio Segundo menciona que, con su promulgación, se abroga la Ley de la Industria Eléctrica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014 y demás disposiciones que se opongan al Decreto de su creación.

La fracción VI de su **Artículo 1º** menciona lo siguiente:

> *…VI. Impulsar el desarrollo sostenible del sector eléctrico con la responsabilidad social, económica y medioambiental del sector público, el sector social y el sector privado*;

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Infraestructura eléctrica deben elaborar y presentar a la Secretaría la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético que debe ser elaborada con un enfoque participativo, aplicando de manera transversal una perspectiva de género y respetando y protegiendo los derechos humanos.

Atendiendo a lo citado, en primera instancia, este promovente pone a consideración el presente documento, con la finalidad de coadyuvar al desarrollo sostenible en el desarrollo de proyectos de infraestructura eléctrica como el que se pretende.

Por otro lado, se informa a la Dirección que se realizará la gestión correspondiente ante la SENER en materia social, en concordancia con lo mencionado, en este instrumento, presentado la Manifestación de Impacto Social que corresponde para que esta resuelva como corresponde, conforme su competencia. En complemento a esto, se menciona que las autorizaciones en materia de impactos ambiental sólo se refieren a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate, como se mencionan en el último párrafo del Artículo 35 de la LGEEPA, así como en el Artículo 49 de su Reglamento en Materia de EIA, mientras que el último párrafo del Artículo 93 de la LGDFS “Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas”, entendiéndose de esto que la SEMARNAT deberá ejercer su facultad para consultar directamente, en este caso, a la SENER, quien regula en la materia para el sector eléctrico, su opinión en cuanto a la obra pretendida. Por lo dicho, se reitera que la competencia respecto a la evaluación y resolución de solicitudes en materia de pueblos indígenas corresponde a la SENER.

III.1.2.9. 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.

Respecto a lo establecido en este Artículo, este promovente se manifiesta consciente de que las actividades que serán realizadas con motivo del proyecto pretendido

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

desarrollará el proyecto pretendido, se identifican los impactos ambientales y se proponen medidas preventivas y de mitigación para atenderlos.

Artículo 5o.- Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.

En previsión de lo que se menciona en este Artículo se menciona que, durante la construcción del proyecto pretendido, como medida preventiva, se realizará una constante y periódica supervisión ambiental, de manera que se aseguren que las actividades a desarrollar durante la etapa constructiva se ejecuten de acuerdo con lo manifestado.

Así mismo, se conminará a cualquier tercero que sea contratado para la ejecución de cualquiera de las actividades necesarias para la realización del proyecto pretendido a guardar estricto apego a las condiciones que se manifiestan en el presente documento, de manera que se prevengan la comisión de cualquier daño ambiental.

En cuanto al personal que labore en obra se elaborará un programa de pláticas ambientales que abarque temas ambientales como el cuidado de agua, la correcta disposición de los residuos, la importancia del cuidado de la flora y la fauna, lo cual será complementado con la implementación de un reglamento de interno de cumplimiento obligatorio, so pena de la imposición de sanciones.

Artículo 6o.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:

I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,

Como se ha mencionado, este promovente se manifiesta consciente de que las actividades que serán realizadas con motivo del proyecto pretendido implican la ocurrencia de impactos ambientales, cuya magnitud pudiera verse incrementada de no tomar acciones preventivas y de mitigación, razón por la que, por medio del

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Dicho lo anterior, se considera que se estará en los supuestos señalados en la fracción I de este Artículo una vez de obtenga la autorización correspondiente.

Artículo 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.

De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

Como se ha mencionado, este promovente se manifiesta consciente de que las actividades que serán realizadas con motivo del proyecto pretendido implican la ocurrencia de impactos ambientales, cuya magnitud pudiera verse incrementada de no tomar acciones preventivas y de mitigación, razón por la que, por medio del presente documento, se manifiestan las condiciones en las cuales se desarrollará el proyecto pretendido, se identifican los impactos ambientales y se proponen medidas preventivas y de mitigación para atenderlos.

Así mismo, se conminará a cualquier tercero que sea contratado para la ejecución de cualquiera de las actividades necesarias para la realización del proyecto pretendido a guardar estricto apego a las condiciones que se manifiestan en el presente documento, de manera que se prevengan la comisión de cualquier daño ambiental.

En cuanto al personal que labore en obra se elaborará un programa de pláticas ambientales que abarque temas ambientales como el cuidado de agua, la correcta disposición de los residuos, la importancia del cuidado de la flora y la fauna, lo cual será complementado con la implementación de un reglamento de interno de cumplimiento obligatorio, so pena de la imposición de sanciones.

III.1.3. Reglamentos.

III.1.3.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del impacto Ambiental (REIA).

En este Reglamento se determinan las obras o actividades que, por su ubicación, dimensiones, características o alcances requieren AMIA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Por tal motivo, a través del presente documento se realiza la correspondiente solicitud de Autorización en Materia de Impacto Ambiental.

Por otra parte, el documento que se somete a evaluación es de tipo Particuar; para determinar la modalidad del estudio se recurrió a la única vía válida y congruente, es decir, la consulta de los instrumentos aplicables en la materia.

En este caso, el Artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental menciona en qué caso debe presentarse un estudio en modalidad Regional, siendo que de sus fracciones se extrae lo siguiente:

Tabla III.2. Determinación de la modalidad del DTU que se presenta.

Fracción	Argumentación
I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;	El proyecto no consiste en la construcción de algún parque industrial ni de granjas acuícolas ni de carreteras o vía férreas ni se trata de una instalación para la producción de energía nuclear ni requiere de presas. Por su tamaño (aproximadamente 2 ha) y sus características no se considera que alteraría alguna cuenca hidrológica. **POR LO DICHO, ESTA FRACCIÓN NO RESULTA APLICABLE AL PROYECTO**.
II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;	En principio, el proyecto no se trata de un conjunto de obras o actividades, pues sólo consiste en la construcción de una única obra. Cabe hacer notar que esta fracción, al mencionar "*actividades*", no se refiere a un conjunto de actividades como sería, por ejemplo, en la construcción de un proyecto eléctrico de este tipo, excavación, colocación de acero de refuerzo, colado, etc..., si no, que es evidente que toma el concepto aludiendo a actividades productivas, como las que se relacionan a actividades económicas asociadas a diferentes sectores, como la pesca, la agricultura, producción petrolera, comercio, etc., por lo que la obra tampoco consiste en un grupo de actividades, pues la única "*actividad*" dentro de este contexto sería "*la construcción*"; más aún, el propio Capítulo II del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental se intitula "*De las obras o actividades que requieren Autorización en Materia de Impacto*

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

	Ambiental y de las excepciones", siendo que en este se alude justamente a aquellas actividades cuya agrupamiento podría considerarse un conjunto de estas. **POR LO DICHO, ESTA FRACCIÓN NO RESULTA APLICABLE AL PROYECTO**.
III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y	Tomando en consideración lo dicho respecto a la fracción anterior, el proyecto no implica ni un conjunto de obras ni un conjunto de actividades. **POR LO DICHO, ESTA FRACCIÓN NO RESULTA APLICABLE AL PROYECTO**.
IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, **se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas**.	Tomando lo que menciona textualmente esta fracción y, considerando la definición dada en la fracción VI (***Desequilibrio ecológico grave***) del Artículo 3º del Reglamento, se hace evidente que esta fracción IV alude a aquellos proyectos que por sus características podrían ocasionar un desequilibrio ecológico grave, siendo que para el caso del proyecto que nos ocupa no se considera que esto pudiera ocurrir, dado su tamaño (aproximadamente 2 ha), su naturaleza, que no implica la producción continuo de grandes cantidades de emisiones o descargas o el manejo de sustancias que por su peligrosidad o volumen estén incluidas en alguno de los listados de actividades altamente riesgosas. Debe considerarse, además, que un impacto no es acumulativo por el simple hecho de sumar una superficie de afectación a un predio existente, sino que el incremento debería ser en la intensidad del impacto, lo cual no se considera que ocurrirá por la construcción del proyecto pretendido, caso similar, a lo impactos sinérgicos. ***NOTA:** Según el Reglamento en MEIA: VI. 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**;

Por último, se señala que en su último párrafo el Artículo 11 mencionado señala que "*En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular*", siendo que, al no encontrarse el proyecto pretendido en ninguno de los supuestos establecidos en las fracciones analizadas, el estudio en materia de impacto ambiental que se presente será elaborado en modalidad **PARTICULAR**.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos", razón por la cual se presenta ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, en un trámite único las correspondientes solicitudes de Autorización en Materia de Impacto Ambiental (**AMIA**) y Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (**ACUSTF**), mediante la presentación de un Documento Técnico Unificado B, modalidad Regional.

Para la elaboración del DTU-P se tomó en cuenta el *ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan*, sin embargo, cabe señalar que el Acuerdo fue publicado el 22 de diciembre de 2010, de lo que se identifica que no considera los cambio realizados al Reglamento de la Ley del Desarrollo Forestal Sustentable realizados en 2020, específicamente, lo dispuesto en su Artículo 141, que menciona la información que deberán contener los Estudios Técnicos Justificativos, así mismo, la modificación del Reglamento alteró la numeración del articulado, por lo que el Artículo 121 que menciona el Acuerdo no corresponde actualmente con aquel que lista el contenido de los ETJ, de manera que se realizó la reinterpretación del contenido del DTU basándose directamente en los títulos de los Capítulos, en este caso, utilizando como base la estructura de una MIA-P y añadiendo los apartados que correspondan para un ETJ, según aplique.

Así se obtuvo la tabla que se muestra adelante en la que se listan los Capítulos de una MIA a incluir, en color negro, los apartados que deben ser adicionados en color azul y aquellos que deben excluirse tomando lo señalado en el Artículo 141 de la actualización más reciente del Reglamento de la LGDFS:

Tabla III.3. Actualización de la información a incluir en un DTU-B considerando las leyes y reglamentos vigentes en materia ambiental y forestal.

DTU Modalidad B (considerando la MIA Particular y el ETJ)
I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio. I.3.4. Datos de inscripción en el registro del prestador de servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del cambio de uso de suelo (Cap. XIII ETJ).
II. Descripción del proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.2.5. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo (Cap. VIII ETJ). II.2.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo (**SE EXCLUYE**).
III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso, con la regularización de uso de suelo.
IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental. IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto (Cap. XI ETJ).
V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.
VI. Debe sustituirse el capítulo VI. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo del ETJ (reglamento anterior, **SE EXCLUYE**) por los capítulos V y VI del nuevo reglamento de la LGDFS: – Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica que permita determinar el grado de afectación por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales – Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la vegetación forestal.
VII. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales. VII.5. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo (**SE EXCLUYE**).
VIII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas,
IX. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Lo anterior se utilizó como base para la conformación del presente documento, desde luego, añadiendo los demás subapartados que corresponde.

III.1.3.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósféra.

Artículo 13.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

II. 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

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Articulo 28.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

En este sentido, en primera instancia, se menciona que se establecerá un programa de mantenimiento periódico para la maquinaria y vehículos que sean utilizados durante el proceso constructivo, de manera que estos sean llevados a talleres autorizados para su revisión y mantenimiento preventivo/correctiva, con lo cual se aseguré que operarán en condiciones óptimas, disminuyendo el potencial impacto de sus emisiones y que estas se encuentren dentro de los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas que apliquen, según sea el caso (dependiendo el tipo de vehículo y combustible utilizado).

Por otro lado, se realizará la consulta a la autoridad estatal respecto a la existencia de centro de verificación vehicular autorizados siendo que, en su caso, los vehículos automotores serán sometidos a esta de acuerdo con la periodicidad que se establezca en la legislación aplicable, obteniendo constancia de ello.

III.1.3.3. Reglamento de la LGDFS.

El **Artículo 139** del Reglamento indica que, para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, deberá solicitarse mediante el formato que expida la Secretaría; junto con la solicitud deberá presentarse un Estudio Técnico Justificativo (en este caso un DTU B) y documentación que acredite el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El proyecto requiere de la remoción de vegetación forestal por lo que, en cumplimiento a lo establecido en la LGDFS y su reglamento, se realizará la solicitud correspondiente de Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, mediante la presentación de un Documento Técnico Unificado para la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales del área requeridas para la construcción y operación del proyecto, el cual será presentada para evaluación y aprobación ante la Secretaría.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

III.1.3.4. Reglamento de la LGPGIR.

Los siguientes artículos de la LGPGIR son los aplicables al proyecto pretendido:

Artículo 18.- Las autoridades municipales, en coordinación con la Secretaría, instrumentarán planes de manejo que incorporen el manejo integral de los residuos peligrosos que se generen en los hogares en cantidades iguales o menores a las que generan los microgeneradores, al desechar productos de consumo que contengan materiales peligrosos, así como en unidades habitacionales o en oficinas, instituciones, dependencias y entidades y que serán implementados por éstas. Conforme a esto, considerando la categoría que se alcanza conforme a la estimación de residuos peligrosos que se estimaría generar, se realizará la consulta a las autoridades estatales y municipales correspondientes respecto a la insistencia de planes de manejo de residuos existentes en sus respectivas demarcaciones, de manera que, en su caso, el proyecto se adhiera a ellos.

Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;

II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:

a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y

b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y

III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

En cuanto a esto, se menciona que se realizará la clasificación de los residuos peligrosos que sean generados de acuerdo con lo mencionado en este Artículo.

Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera. A este respecto, se menciona que en el caso de la ocurrencia de derrames por fugas que afecten suelo natural, se realizará la recuperación del suelo contaminado, el cual será manejado como residuo peligroso.

Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:

I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y

III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Como se ha mencionado, de acuerdo con lo dicho en este Artículo, considerando la cantidad de residuos peligrosos que se estima serán generados como parte del proyecto, la categoría que corresponde sería la de microgenerador.

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:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Conforme a lo señalado en este Artículo, una vez finalizada la etapa constructiva del proyecto, se notificará la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos.

Artículo 71.- Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán:...

Si bien, en este Artículo se mencionan las características de las bitácoras para grandes y pequeños generadores, estas se utilizarán como base para la elaboración de las bitácoras que se utilizarán para el proyecto.

Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular.

Si bien, en este Artículo se mencionan las características de las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos para pequeños y grandes generadores, estas se utilizarán como base para establecimiento del sitio de acopio temporal que sea establecido para el proyecto en tanto estos son entregados a un prestador de servicios autorizado en la materia para su disposición final.

Artículo 83.- El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:

I. 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

III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneracion de residuos peligrosos.

En complemento a lo mencionado para el Artículo anterior, se tomarán en consideración los puntos mencionados en este Artículo.

Artículo 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

III.1.3.5. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones.

En general, los proyectos de infraestructura eléctrica como el que se pretende (una instalación de almacenamiento de energía) no son considerados generadores de emisiones (LGCC, Art. 3, XVI), puesto que una vez operando, estas se consideran nulas, toda vez que no se consumen combustibles fósiles para el funcionamiento de la instalación, como ocurre con aquellas dedicadas a la generación de energía eléctrica, siendo que durante el proceso constructivo estas sólo serán generadas por la utilización de vehículos y maquinaria que utiliza combustibles fósiles, es decir, durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Las emisiones inherentes a la obra pretendida serán producidas por la operación de maquinaria, vehículos y equipo que se empleará, ya que funcionan mediante motores de combustión interna, usando principalmente diésel como combustible. En cuanto a ello, se implementará un programa de mantenimiento preventivo para asegurar que todos los vehículos y maquinaria que sean empleados funciones en condiciones óptimas, de manera que no se generen emisiones con carga contaminante alta. En su caso, se ejecutará también mantenimiento correctivo.

III.1.3.6. Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico.

El Artículo 201 de este Reglamento mencionada la Empresa Pública del Estado y las personas interesadas en desarrollar proyectos del sector eléctrico Deben presentar para autorización de la Secretaría, la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético a que se refiere el artículo 136 de la Ley; de manera complementaria, su Artículo 205 establece que la autorización definitiva que emita la SENER sobre la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético que sea ingresada constituye un requisito obligatorio previo a que la Empresa Pública del Estado o las personas interesadas en obtener un permiso o una autorización inicien la construcción de la infraestructura.

En cuanto a lo dicho, se informa que se realizará la gestión correspondiente ante la SENER en materia social, en concordancia con lo mencionado en este instrumento, presentado la Manifestación de Impacto Social que corresponde para que esta resuelva como corresponde, conforme su competencia, de manera que, de manera previa al inicio de construcción del proyecto, se cuente con la autorización definitiva.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

III.1.4.1. Programas de ordenamiento generales.

El Ordenamiento Territorial es una herramienta que tiene la finalidad de reorientar y normar el uso del territorio con base a criterios ambientales, económicos y socioculturales para beneficiar a sus habitantes mediante procesos de participación social que consideren la opinión y la toma de decisiones de los actores sociales del territorio, con el objetivo de generar alternativas de desarrollo sustentable. Este tipo de instrumento está orientado al logro del Desarrollo Sustentable y la Conservación de los Recursos Naturales.

A continuación, se analiza la viabilidad y congruencia del proyecto pretendido con relación a las directrices, criterios o disposiciones que se indiquen en decretos u otros instrumentos vigentes relacionados con el ordenamiento y zonificación territorial con fines de conservación ecológica y desarrollo sustentable coincidente con él, sean vinculantes o indicativos, considerando los diferentes ámbitos de competencia (local, regional, etc.).

El análisis de vinculación presentado en este documento corresponde a la identificación de los lineamientos que deben ser observados en la ejecución del proyecto, de tal manera que su desarrollo sea congruente con lo estipulado en dichos instrumentos jurídicos.

III.1.4.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012 y constituye un instrumento de planeación dirigido a evaluar y determinar el uso del suelo y manejo de los recursos naturales óptimo en el territorio nacional.

Sus metas y objetivos están dirigidos a regular e inducir el uso racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas, con la finalidad de lograr la protección y conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente, mediante la aplicación de políticas y criterios para la protección, conservación, restauración y aprovechamiento integral de los mismos en un marco de desarrollo sustentable; así como la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción a partir de la construcción de un diagnóstico con base a las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal; orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los distintos sectores de gobierno.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

El POEGT actúa sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre; administrativamente, facilita la toma de decisiones de los actores de la Administración Pública Federal, al orientar la planeación y la ejecución de las políticas públicas y social y económicamente, invita a establecer una relación de equilibrio entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad, buscando el desarrollo sustentable.

Regionalización Ecológica.

La regionalización ecológica desde el marco del POEGT, se basa en los principales factores del medio biofísico (clima, relieve, vegetación y suelo); la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades, establecen unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB). De esta manera, el conjunto de unidades ambientales que comparten la misma prioridad de atención, en términos de aptitud. A nivel nacional, el modelo del POEGT identifica 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) y 80 Regiones Ecológicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

deberán considerar el desarrollo sustentable del territorio nacional.

Específicamente, el proyecto coincide con la **UAB 62** *Karst de Yucatán y Quintana Roo*. En la tabla siguiente se presentan las estrategias aplicables a esta UAB:

Tabla III.4. Estrategias sectoriales de acuerdo con la UAB 62 identificada en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
62	Preservación de flora y fauna Turismo	Desarrollo Social Forestal	Agricultura Ganadería	Pueblos Indígenas	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.

Por otro lado, en la figura siguiente se muestra gráficamente su coincidencia con este ordenamiento:

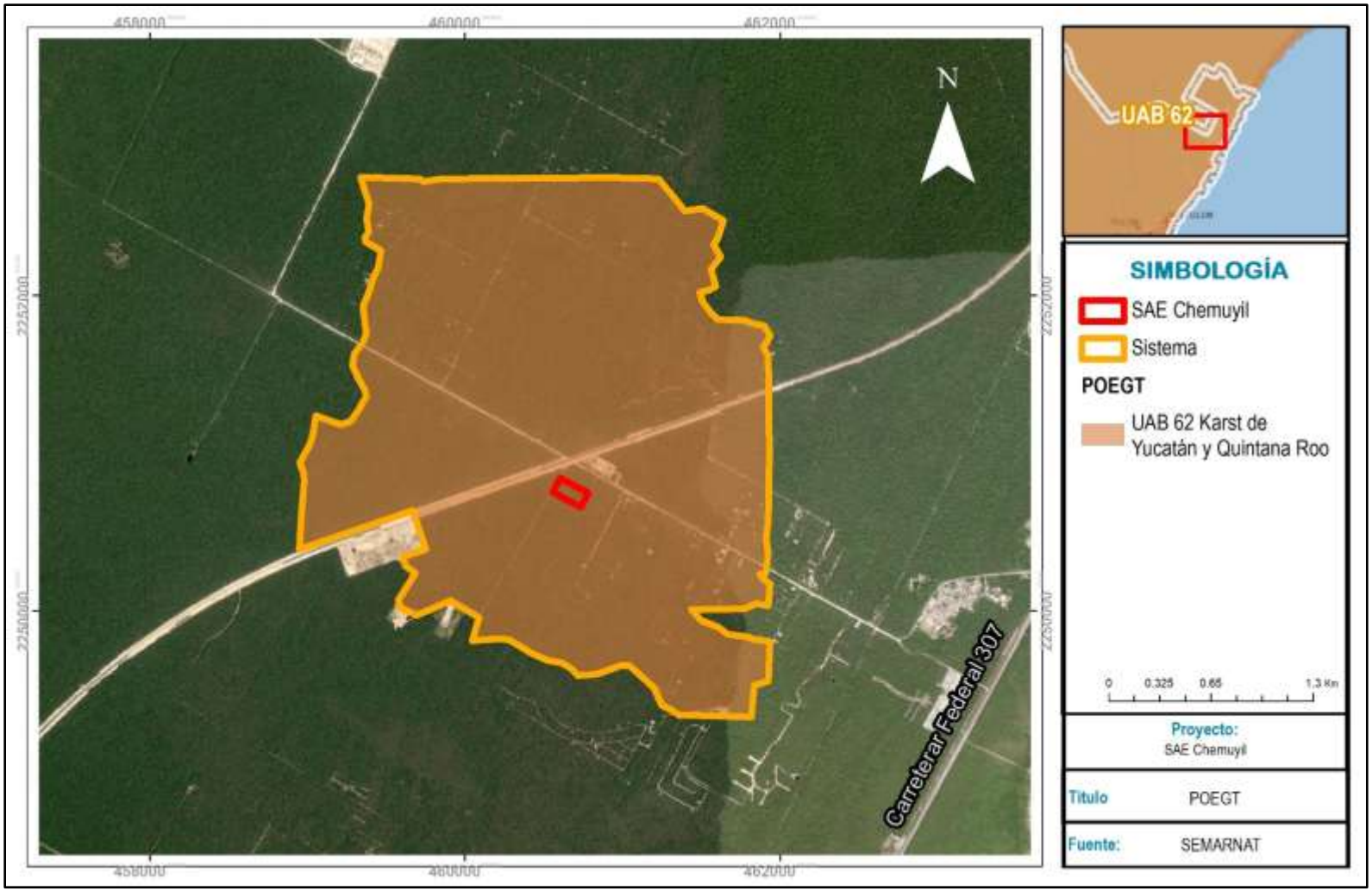
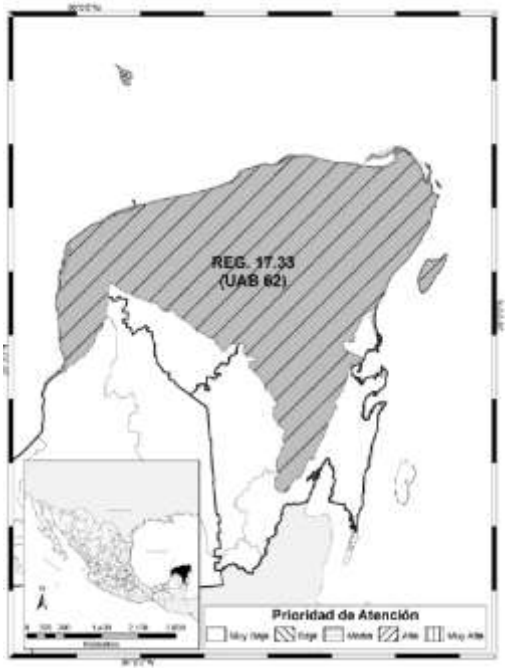


Figura III.1. Coincidencia del proyecto con el POEGT.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En la tabla que se muestra a continuación se presenta la información general de la UAB 62:

Tabla III.5. Resumen de los escenarios, política ambiental, prioridad de atención, estrategias y corresponsabilidad sectorial de la UAB 62.

 ***REGIÓN ECOLÓGICA 17.33*** ***UAB: 62*** ***KARST DE YUCATÁN Y QUINTANA ROO***	***ESTADO ACTUAL DEL MEDIO AMBIENTE 2008*** ***<u>UAB 62, Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto.</u>*** *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.*	***ESCENARIO AL 2033*** *Inestable a Crítico.* ***POLÍTICA AMBIENTAL*** *Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable* ***PRIORIDAD DE ATENCIÓN*** *Alta*

A continuación, se realiza la vinculación del proyecto con respecto a las estrategias aplicables a la UAB 62:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con el POEGT.

No.	Descripción de la estrategia	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
Sector A) Dirigidas a la Preservación		
1	Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Se establecerá la prohibición de afectar la fauna y flora circundante y se impartirán platicas de concienciación respecto al cuidado del ambiente y la fauna.
2	Recuperación de especies en riesgo.	
3	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
Sector B) Aprovechamiento sustentable		
4	Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos	El proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos ni de suelos agrícolas o pecuarios ni la modernización de infraestructura hidroagrícola o tecnificar superficies agrícolas, pues se trata de un proyecto de infraestructura eléctrica.
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.	Se considera que la ejecución del proyecto no causará desequilibrios ecológicos ni rebasará los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente y a la preservación y restauración de los ecosistemas, por lo que se presenta esta solicitud.
Sector C) Dirigidas a la Protección de los recursos naturales		
9	Propiciar el equilibrio de las cuencas	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
10	Reglamentar el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos para su protección	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con el POEGT.

No.	Descripción de la estrategia	Vinculación
11	Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	
Sector C) Protección de los recursos naturales		
12	Protección de los ecosistemas.	Como parte del proyecto se establecerán medidas generales para prevenir y mitigar los impactos ambientales inherentes a su ejecución.
13	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El proyecto no contempla la utilización agroquímicos.
Sector D) Restauración		
14	Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas. Sin embargo, como medida de mitigación por la remoción de vegetación forestal se propone la reforestación de una superficie con especies forestales regionales, lo cual puede equipararse a una restauración, pues pretende realizarse en un área degradada.
Sector E) Dirigidas al 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	Se entiende que estos puntos no son aplicables a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas. Por otro lado, el proyecto no considera la realización de actividades turísticas de ningún tipo.
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).	
29	Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con el POEGT.

No.	Descripción de la estrategia	Vinculación
		Sin embargo, para la realización el proyecto se establecerán medidas generales para prevenir y mitigar los impactos ambientales inherentes a su ejecución.
Sector D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional		
31	Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas, sobre todo, considerando que el proyecto no considera el establecimiento de áreas urbanas.
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 las mismas para impulsar el desarrollo regional.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas, sobre todo, considerando que el proyecto no considera el establecimiento de áreas urbanas.
Sector E) Desarrollo social		
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.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
37	Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
38	Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
39	Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con el POEGT.

No.	Descripción de la estrategia	Vinculación
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.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
41	Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
Sector A) Marco Jurídico		
42	Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
Sector B) Planeación del ordenamiento territorial.		
43	Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
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.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.

El POEGT establece que:

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB.

Lineamientos y estrategias ecológicas. Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional. Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial. 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. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: 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.

Las áreas de atención prioritaria de un territorio son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado, el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

El grado de participación que los promotores del desarrollo adquieren para cada UAB, puede clasificar a los sectores como Rectores, Coadyuvantes, Asociados o Interesados. Los Rectores, son aquellos que tienen un papel esencial en el devenir del desarrollo sustentable de una UAB, reconocen la necesidad de ir a la cabeza en la construcción de los acuerdos que se tomarán en el seno del Grupo de Trabajo Intersecretarial, para el cumplimiento de los lineamientos ecológicos correspondientes. Los Coadyuvantes tendrán un papel de colaboradores con los cuales se generará la sinergia necesaria para mantener los acuerdos que se generen con la iniciativa de los Rectores. Los Asociados, por su parte, se definen como los sectores comprometidos a participar con los demás sectores presentes en la UAB, desarrollando actividades cada vez más sustentables y alineadas con los lineamientos ecológicos. Por último, los interesados, se caracterizan por su interés en desarrollar sus programas en la UAB, lo cual refrenda su compromiso por participar en las acciones que se desarrollen en este sentido en el seno del GTI.

En general, el POEGT es un instrumento inductivo que pretende una participación y colaboración de los distintos sectores involucrados en su ejecución mediante una visión integral y sinérgica de su actuación en el territorio, independientemente de la obligación que, en términos del Reglamento en materia de ordenamiento ecológico, los cuales tienen que observar el POEGT en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

Por lo anterior, es importante señalar que los promotores del desarrollo en términos del POEGT, en lo que respecta a FONATUR, no tienen prerrogativa alguna para llevar a cabo sus actividades en la UAB o región de que se trate. Aquellas dependencias y entidades de la APF que no estén consideradas como promotores del desarrollo, podrán realizar sus actividades en las unidades que corresponda, en la medida en que las mismas se ajusten a lo que dispone este Programa en su ámbito de aplicación, y observen lo establecido en otros instrumentos de planeación vigentes y la normatividad aplicable a dichas actividades.

III.1.4.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMMC).

El Golfo de México y Mar Caribe es una región costero-marina que sustenta ecosistemas de valor único, como son los arrecifes coralinos, manglares, lagunas y dunas costeras, los cuales se encuentran bajo alta presión de actividades humanas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Por lo que se requiere promover instrumentos de planeación del territorio adecuados a sus condiciones. Debido a esta importancia se decreta el 24 de noviembre de 2012, el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMMC),el cual es el instrumento de política ambiental que permitirá regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Cabe aclarar que, con base en las facultades de las autoridades emisoras del POEMRGMMC, dicho programa no regulará el uso de suelo del Área Sujeta a Ordenamiento (ASO), ya que ni la Federación ni los Estados involucrados tienen competencia para ello; dicha competencia es exclusiva de los gobiernos municipales, con base en el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En consecuencia, por lo que respecta al área territorial (regional) del ordenamiento en cuestión, el mismo no debiera contraponerse a lo que disponen los ordenamientos locales que existan en el ASO, en cuanto al uso de suelo, ni al resto de sus contenidos, ya que regulan dos niveles distintos respecto a escalas y materias.

El área sujeta a ordenamiento del POEMRGMMC se compone de:

- El Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe.
- 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina y 14 ANP Estatales.

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del POEMRGMMC se construyeron con base en dos criterios centrales, que se enlistan a continuación:

- Ser un documento normativo para el orden federal e inductivo para los órdenes estatal y municipal que debe tener la resolución necesaria como para reflejar la complejidad del territorio ordenado, y
- Ser un documento suficientemente generalizado como para ser aplicado y administrado sin incrementar de manera sensible los recursos disponibles para ello.

De acuerdo con estos criterios, la construcción de las UGA que en la porción terrestre ha considerado repetidamente la división geoestadística municipal del territorio

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

reconocida oficialmente por el INEGI (en algunos casos, dos o más municipios que tienen atributos semejantes se fusionan como una sola UGA), también considera los límites que se han considerado son los correspondientes a las poligonales decretadas para Áreas Naturales Protegidas (ANP). Es por ello por lo que para cada UGA se construyeron los lineamientos ecológicos, las estrategias y las acciones necesarias para conservar los atributos naturales, o bien para resolver de manera ordenada alguna de las problemáticas expuestas en la agenda ambiental previamente construida.

En cuanto a lo mencionado con respecto a los lineamientos por Unidad de Gestión Ambiental (UGA) y los lineamientos ecológicos asociados a las estrategias ecológicas aplicables a las UGAs, en primera instancia, se menciona que en el **Anexo 9.** *Guía para la consulta del Programa de Ordenamiento*, incluido en su página 88, se muestra claramente la manera en que debe utilizarse este documento para el análisis de la vinculación dentro de su superficie.

Dicho Anexo indica lo siguiente:

1. *Ubicar la Unidad de Gestión Ambiental de interés.*
2. *Revisar y **aplicar** las Acciones Generales (G).*
3. *Para la consulta de la toponimia, características generales, identificación de ANP y la **aplicación** de acciones específicas (A) correspondientes localizar la ficha correspondiente a la UGA.*
4. *Para las UGA regionales con frente litoral y marinas costeras **aplican** los criterios de regulación ecológica de ZCI de acuerdo con la zona correspondiente.*
5. *En caso de UGA con islas incluidas **aplicar** los criterios de regulación ecológica insulares.*

Lo cual se esquematiza en la siguiente imagen:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

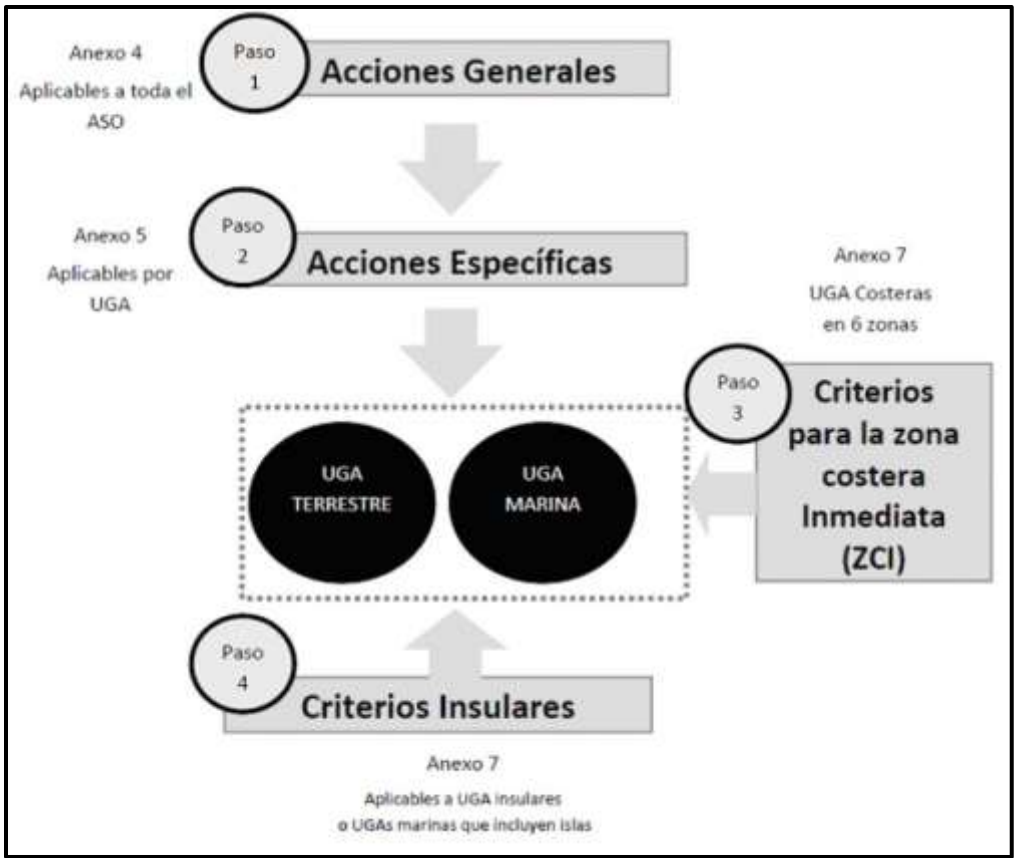


Figura III.2. Esquema del análisis para la vinculación con el POEMRGMMC.

Como puede verse, en el propio documento del POEMRGMMC no se indica en ninguna parte que para el análisis tenga que aplicarse los lineamientos ecológicos por UGA o los lineamientos ecológicos asociados a estrategias ecológicas, pues éstos, de acuerdo al mismo instrumento, *son metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA*, mientras que son las acciones Generales y Específicas las que constituyen los elementos más finos y directos para inducir y lograr el estado deseado (**Lineamiento Ecológico**) de cada UGA.

De lo anterior, es claro que no es posible realizar la vinculación con los lineamientos, como se solicita y que ello no fue una omisión por parte de este promovente, sino que no es requerido para el análisis de la congruencia de los proyectos con este instrumento, de acuerdo con lo dicho en el mismo.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En el caso particular del proyecto pretendido en la figura siguiente se muestra la coincidencia del proyecto con las Unidades de Gestión Ambiental **(UGA´s**) definidas en el POEMRGMMC:

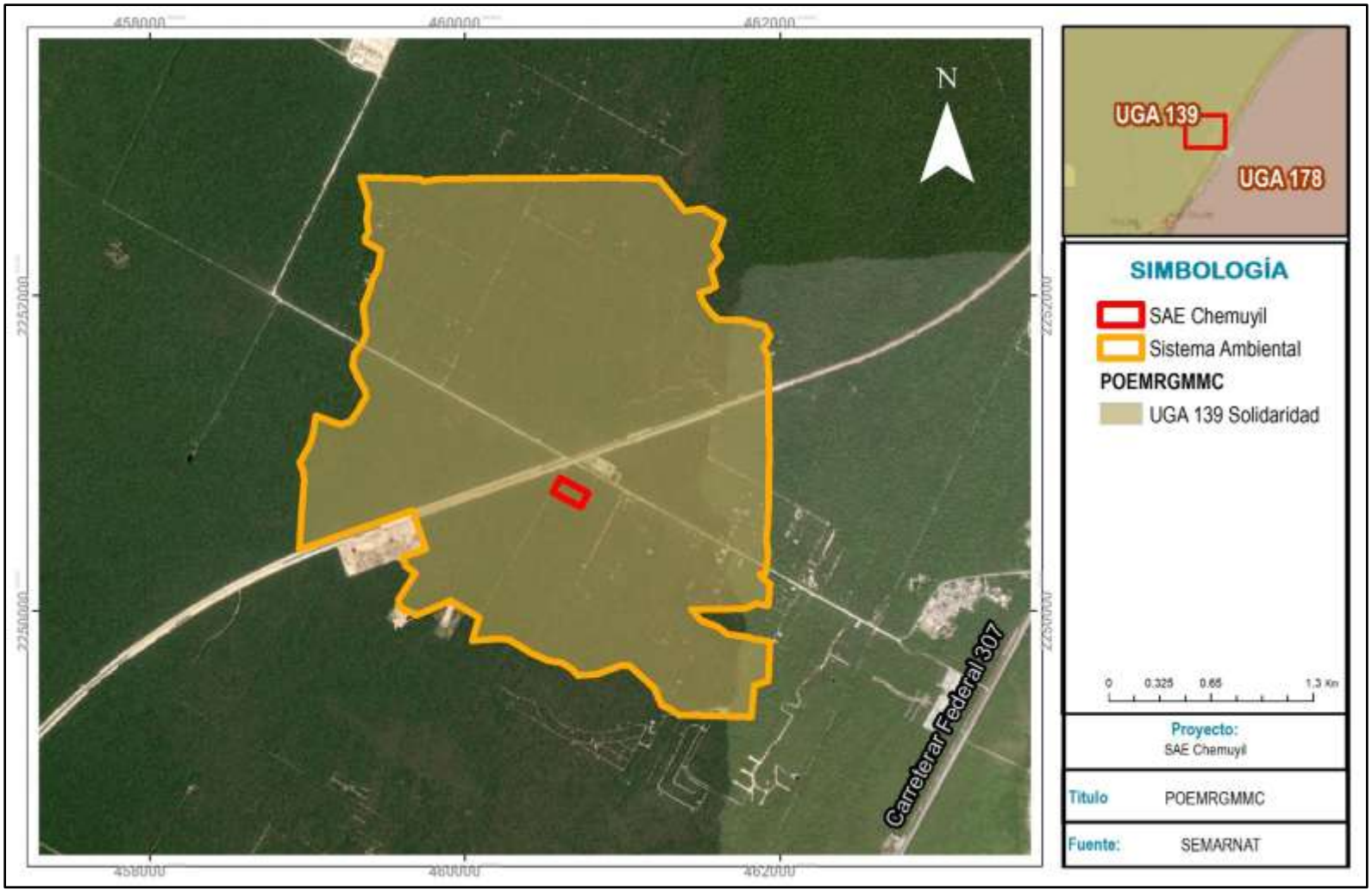


Figura III.3. Ubicación del proyecto con respecto al POEMRGMMC.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

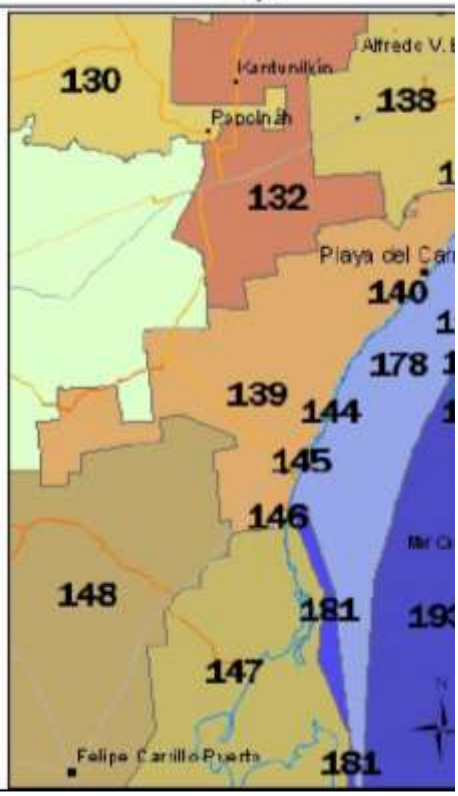
Del análisis de este ordenamiento, se tiene que el proyecto coincide únicamente con la **UAB 139** *Solidaridad*.

En la siguiente se presenta la información general de la UAB 139:

Tabla III.7. Información general de la UAB 139 del POEMRGMMC.

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

Mapa



Ahora bien, en la que se muestra se realiza la vinculación con las acciones generales de este ordenamiento, las cuales aplican a todas la UGA´s:

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	***Acciones Generales del POEMRGMMC***	***Vinculación con el proyecto***
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	***Acciones Generales del POEMRGMMC***	***Vinculación con el proyecto***
	coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
		Por otro lado, el proyecto no considera el comercio de especies de flora ni de fauna.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas, puesto que este promovente no tiene la atribución o facultad para *instrumentar* ni *reforzar* campañas de vigilancia y control de actividades extractivas de ningún tipo, lo cual está conferido a la SEMARNAT.
		Por otro lado, se aclara que el proyecto **NO** considera la realización de actividades extractivas de especies de flora ni de fauna.
		Se menciona que, como parte del proyecto, se realizarán actividades de concienciación del personal mediante la impartición de pláticas sobre la importancia de la conservación de la flora y fauna silvestre a todo el personal que labore en obra, las cuales serán obligatorias. Además, se realizará la supervisión durante todo el proceso constructivo del proyecto, a fin de prevenir o evitar que los trabajadores incurran en la captura o extracción de ejemplares de fauna silvestre.
		De cualquier manera, debe mencionarse que entre las medidas preventivas y de mitigación consideradas en se propone la ejecución de un Programa de rescate, reubicación y preservación de fauna silvestre y un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, en congruencia con lo establecido en el párrafo cuarto del Artículo 93 de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	***Acciones Generales del POEMRGMMC***	***Vinculación con el proyecto***
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Como parte del proyecto se establecerán medidas generales para prevenir y mitigar los impactos ambientales inherentes a su ejecución; en el caso de este punto, se realizará la programación del mantenimiento de equipo y maquinaria que genere emisiones a la atmósfera, de manera que se minimice el impacto sobre el componente aire.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El proyecto no considera el uso de organismos genéticamente modificados.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	Es evidente que el criterio, cuando enfatiza refiriéndose a "*comunicaciones terrestres*", alude a proyectos como caminos y carreteras, pues estos constituyen un obstáculo para la distribución y dispersión de las especies de fauna e involucran el sellamiento total del suelo a lo largo de toda su superficie. Por su lado, si bien la infraestructura eléctrica por construir estará delimitada por una cerca perimetral, por su extensión y forma no se considera como una instalación que pueda ocasionar la fragmentación de hábitats, pues no impediría estrictamente el paso de las especies de fauna, pues por su capacidad de desplazamiento estas pueden rodearla.
		De cualquier manera, se menciona que, como parte del proyecto, se establecerán medidas generales para prevenir y mitigar los impactos ambientales inherentes a su ejecución, además de medidas específicas como la realización de un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre y un Programa de reforestación.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	***Acciones Generales del POEMRGMMC***	***Vinculación con el proyecto***
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto no coincide con ecosistemas costeros, encontrándose a más de 2 km de distancia de esta, por detrás de un trazo carretero.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	No se contempla la introducción de especies como parte del proyecto. El proyecto consiste en la construcción de infraestructura para el almacenamiento de energía eléctrica proveniente de la Red Nacional de Transmisión, por lo que no se realizará el manejo de especies con fines comerciales
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El proyecto no afectará ecosistemas ribereños. El área del proyecto no coincide con ríos superficiales.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El proyecto no afectará márgenes o zonas inmediatas a cauces naturales de ríos. El área del proyecto no coincide con ríos superficiales.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El proyecto no afectará laderas de montañas.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto no considera la realización de actividades agrícolas.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no afectará márgenes de cauces naturales de ríos.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	*Acciones Generales del POEMRGMMC*	*Vinculación con el proyecto*
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El proyecto no afectará vegetación ribereña ni zonas inundables.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
		Por otro lado, el proyecto no considera la realización de actividades productivas ni extractivas.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
		Por otro lado, el proyecto no considera la realización de actividades productivas ni extractivas.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
		Este promovente no tiene la atribución o facultad para promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, es decir, no pude instar a otros a realizar tales acciones, lo cual está conferido a la SEMARNAT.
		De cualquier manera, se menciona que entre las medidas preventivas y de mitigación consideradas se propone la ejecución de un

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	***Acciones Generales del POEMRGMMC***	***Vinculación con el proyecto***
		Programa de reforestación, con la finalidad de mitigar la afectación a la biodiversidad que se ocasionaría por la remoción de vegetación forestal.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
		Por otro lado, el proyecto no considera la realización de actividades productivas.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas, puesto que no es competencia de este promovente la identificación de las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes. En cuanto a esto, se comenta que de la consulta de la capa de información vectorial "Límites y regionalización de los Corredores Biológicos del sureste de México" (2015), elaborada por la Coordinación de Análisis Territorial de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en la cual se delimitan los límites de los Corredores Biológicos del sureste para facilitar el proceso de gestión territorial, se observa que el proyecto pretendido no coincide con ninguno de éstos, los cuales son, evidentemente, áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes del tipo de las que refiere este criterio.
		Sin embargo, se comenta que la realización del proyecto no afectará la conectividad, puesto que la obra ocupa una superficie pequeña en comparación del tamaño del predio y que alrededor de esta se conservarán superficies con vegetación que podrán seguir sirviendo para el desplazamiento de especies de fauna.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	*Acciones Generales del POEMRGMMC*	*Vinculación con el proyecto*
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Dicho lo anterior y, de la consulta de esta información, se infieren dos cosas: que los corredores biológicos no son un instrumento vinculante, sino indicativo, pues, como se menciona en los metadatos de la capa vectorial citada, en los que se menciona que su finalidad es facilitar el proceso de "gestión territorial", siendo entonces un instrumento de política ambiental y, en segundo lugar, que la identificación y definición de áreas de interés para la conservación de la diversidad biológica es una atribución conferida a las dependencias de la administración pública, en este caso específico, de la CONABIO.
		Adicionalmente, como parte de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen para el proyecto se contempla la realización de un Programa de Rescate y reubicación de flora, además de un Programa de Reforestación.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G028	Promover el uso de energías renovables.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	***Acciones Generales del POEMRGMMC***	***Vinculación con el proyecto***
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimáticos, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas. Se enfatiza que no corresponde a este promovente la realización de la evaluación de los suelos en ninguna superficie para la captura de carbono, lo cual es una atribución conferida a los municipios y estados, con apoyo de instancias de investigación públicas o privadas, para la generación de información que pudiera ser útil para la definición de zonas de conservación o aptas para el desarrollo de programas relacionados y que, en cuanto a la captura de carbono, a este promovente sólo le corresponde realizar la estimación de la cantidad asociada a la superficie con vegetación forestal para la cual solicita ACUSTF, lo cual se realiza en el Capítulo correspondiente, proponiendo una medida adecuada para mitigar la pérdida estimada.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	***Acciones Generales del POEMRGMMC***	***Vinculación con el proyecto***
		Debe aclarase que el "*almacenamiento de carbono*" no es un recurso en sí, sino que el recurso lo constituye la vegetación forestal que desempeña la función de almacenamiento de carbono como un servicio ambiental. Por tal motivo, las medidas se dirigen al componente flora.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G044	Construir y reforzar las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	***Acciones Generales del POEMRGMMC***	***Vinculación con el proyecto***
		Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Si bien no es atribución ni responsabilidad de este promovente la *implementación de campañas* de concienciación de ningún tipo, se menciona que para el proyecto, como parte de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen, se realizará un manejo integral de los residuos generados y, en el caso de los residuos peligrosos, se contratarán los servicios de un prestador de servicios autorizado en la materia para su manejo y disposición final, en general, se seguirán las disposiciones incluidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y demás normativa aplicable.
		Adicionalmente, se realizará la concienciación del personal tanto de campo como administrativo, mediante la impartición de pláticas sobre temas ambientales, entre ellas, la correcta disposición de los residuos de acuerdo con su tipo.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	***Acciones Generales del POEMRGMMC***	***Vinculación con el proyecto***
	suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Si bien no es atribución ni responsabilidad de este promovente la *instrumentación de programas* ni de mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas, es oportuno mencionar que, para el caso del proyecto, las únicas aguas residuales que se generarían por su ejecución serían aquellas correspondientes a la utilización de servicios sanitarios durante la etapa constructiva. Como medida de prevención se dispondrá en el sitio de la obra, sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores (en una proporción no menor de 1:25), a los cuales se les realizará mantenimiento y limpieza periódica, evitándose que los residuos sanitarios por infiltración al suelo lleguen al manto freático y lo contaminen, adicionalmente, se prohibirá el fecalismo o el orinar al aire libre. Se contratará a un prestador de servicios autorizado en la materia para la realización del mantenimiento y disposición final de estos residuos.
		Adicionalmente, se establecerán pláticas de concienciación relativas a los efectos negativos del fecalismo al aire libre, siendo impartidas a todo el personal que labore en la construcción de la obra.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	Si bien no es atribución ni responsabilidad de esta promovente la *promoción en el sector industrial* de la instalación ni de la operación adecuada de plantas de tratamiento, es oportuno mencionar que, para el caso del proyecto, las únicas aguas residuales que se generarían por su ejecución serían aquellas correspondientes a la utilización de servicios sanitarios. Como medida de prevención se dispondrá en el sitio de la obra, sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores (en una proporción no menor de 1:25), a los cuales se les realizará mantenimiento y limpieza periódica, evitándose que los residuos sanitarios por infiltración al suelo lleguen al manto freático y lo contaminen, adicionalmente, se prohibirá el

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	*Acciones Generales del POEMRGMMC*	*Vinculación con el proyecto*
		fecalismo o el orinar al aire libre. Se contratará a un prestador de servicios autorizado en la materia para la realización del mantenimiento y disposición final de estos residuos.
		Adicionalmente, se establecerán pláticas de concienciación relativas a los efectos negativos del fecalismo al aire libre, siendo impartidas a todo el personal que labore en la construcción de la obra.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Dado que el proyecto implica la remoción de vegetación forestal, se realizará al trámite de solicitud de Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos ante la SEMARNAT, de acuerdo con lo indicado en los Artículos 93 de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable y 139 de su Reglamento, a través del presente documento.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	Si bien no es atribución ni responsabilidad de este promovente la *promoción* ni el *impulso* de la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos, es oportuno mencionar que, para el caso del proyecto, se realizará la consulta a las autoridades municipales sobre la existencia de éstos en el municipio de que se trate y, en su caso, se obtendrá el permiso o autorización necesario para su utilización, además, en su caso, si la legislación estatal lo indica, se contratarán los servicios de un prestador de servicios autorizado para el manejo y disposición final de los residuos de manejo especial que lo ameritaran; en el caso de los residuos peligrosos, se contratarán los servicios de un prestador de servicios autorizado en la materia para su manejo y disposición final.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	*Acciones Generales del POEMRGMMC*	*Vinculación con el proyecto*
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Como parte de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen, se realizará un manejo integral de los residuos generados y, en el caso de los residuos peligrosos, se contratarán los servicios de un prestador de servicios autorizado en la materia para su manejo y disposición final, en general, se seguirán las disposiciones incluidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y demás normativa aplicable. En cuanto a los lineamientos de la CICOPLAFEST, no se consideran que estos resulten aplicables al proyecto, puesto que no se realizarán actividades de importación de sustancias químicas.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El proyecto no coincide con el polígono de ningún Área Natural Protegida de ninguna categoría, como se muestra gráficamente en el apartado III.1.4.2.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El proyecto no afectará áreas costeras. Como puede constatarse de sus coordenadas de ubicación, el proyecto se encuentra inmediatamente hacia el suroeste de la carretera federal 307 Cancún – Chetumal, siendo que toda la costa del estado está dispuesta aún más hacia el este, por lo que el proyecto no coincide con el litoral.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto no afectará áreas costeras. Como puede constatarse de sus coordenadas de ubicación, el proyecto se encuentra inmediatamente hacia el suroeste de la carretera federal 307 Cancún – Chetumal, siendo que toda la costa del estado está dispuesta aún más hacia el este, por lo que el proyecto no coincide con el litoral.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMRGMMC.

Clave	***Acciones Generales del POEMRGMMC***	***Vinculación con el proyecto***
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a la Administración Pública Federal (APF), responsable de la implementación de políticas públicas.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	No se considera la construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas como parte del proyecto. El acceso a la zona de actividades del proyecto se realizará por los caminos existentes, dado que el proyecto es cercano a la carretera federal 307 Cancún – Chetumal y que existe un camino de acceso a infraestructura existente que comunica desde esta.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El proyecto no coincide con el polígono de ningún Área Natural Protegida de ninguna categoría, como se muestra gráficamente en el apartado III.1.4.2.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Además de los criterios generales del POEMRGMMC a la UGA 139 le aplican las siguientes acciones específicas:

Tabla III.9. Acciones específicas del POEMRGMMC aplicables a la UGA 139.

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

NA = NO APLICA

En la tabla que se muestra abajo se presenta la vinculación de las acciones específicas de la UGA 139 con el proyecto:

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con las acciones específicas aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Acciones específicas	Análisis de Vinculación
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	No se contempla la realización de actividades agrícolas como parte del proyecto.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	No se contempla la realización de actividades agrícolas como parte del proyecto.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	No se contempla la realización de actividades agrícolas ni productivas forestales como parte del proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con las acciones específicas aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Acciones específicas	Análisis de Vinculación
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	No se contempla la realización de procesos de distribución del agua como parte del proyecto.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a las entidades de la Administración Pública Federal (APF) responsable de la implementación de políticas públicas. De cualquier manera, el proyecto no afectará zonas de costa, por lo que no se contempla la realización de medidas preventivas y de mitigación específicas para la protección y conservación de quelonios marinos.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a las entidades de la Administración Pública Federal (APF) responsable de la implementación de políticas públicas. De cualquier manera, el proyecto no afectará zonas de costa, por lo que no se contempla la realización de medidas preventivas y de mitigación específicas para la protección y conservación de quelonios.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	Se entiende que este punto no es aplicable a este promovente, sino, a las entidades de la Administración Pública Federal (APF) responsable de la implementación de políticas públicas. De cualquier manera, el proyecto no afectará zonas de costa, por lo que no se contempla la realización de medidas preventivas y de mitigación específicas para la protección y conservación de quelonios.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas. Adicionalmente, no se contempla la realización de actividades agropecuarias como parte del proyecto. Por otra parte, este promovente no tiene la atribución o facultad para establecer ni impulsar

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con las acciones específicas aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Acciones específicas	Análisis de Vinculación
		programas de restauración y recuperación de ningún tipo ni pude instar a otros a realizar tales acciones, lo cual está conferido a la SEMARNAT; más aún, esta acción indica que tales actividades se relacionan con el deterioro que ocasionan las actividades agropecuarias, cuya realización no es contemplada como parte del proyecto. De cualquier manera, debe mencionarse que entre las medidas preventivas y de mitigación consideradas se propone la ejecución de un Programa de reforestación, con la finalidad de mitigar la afectación a la biodiversidad que se ocasionaría por la remoción de vegetación forestal.
A012	Evitar la modificación de las dunas costeras, así como eliminar la vegetación natural y construir sobre ellas	No se contempla la realización de actividades sobre duna costera ni en vegetación asociada a esta como parte del proyecto.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No se contempla la introducción de especies como parte del proyecto. El proyecto consiste en la construcción de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, por lo que no se realizará el manejo de especies con fines de comerciales
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas. Por otro lado, se menciona que el proyecto no afectará vegetación de manglar
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas. Por otro lado, se menciona que el proyecto no afectará zonas de duna costera.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas, dado que este promovente no tiene la atribución o facultad para *establecer* ni *impulsar* programas de restauración, reforestación ni recuperación de ningún tipo ni pude instar a otros a realizar tales acciones, lo cual está conferido a la SEMARNAT.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con las acciones específicas aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Acciones específicas	Análisis de Vinculación
		De cualquier manera, debe mencionarse que entre las medidas preventivas y de mitigación consideradas en se propone la ejecución de un Programa de reforestación, con la finalidad de mitigar la afectación a la biodiversidad que se ocasionaría por la remoción de vegetación forestal.
A018	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).	Como parte del proyecto, se realizarán actividades de concienciación del personal tanto de campo como administrativo, mediante la impartición de pláticas sobre la importancia de la conservación de la flora y fauna silvestre y marina a todo el personal que labore en obra, las cuales serán obligatorias. Además, se realizará la supervisión durante todo el proceso constructivo del proyecto, a fin de prevenir o evitar que los trabajadores incurran en la captura o extracción de ejemplares de fauna silvestre y marina. En caso de encontrar ejemplares de especies catalogadas en la NOM-059 y la modificación de su anexo normativo III estas serán rescatadas y reubicadas en sitios similares a aquellos de donde sean encontradas.
A019	Los programas de remediación que se implementen deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	Durante el desarrollo de las actividades de construcción del proyecto, en caso de generarse situaciones accidentales que den como resultado la generación de residuos peligrosos (suelo contaminado por hidrocarburos), se realizarán acciones de remediación de manera inmediata, entre las que se incluye la recuperación y disposición del suelo contaminado de acuerdo con la normatividad vigente.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	La construcción del proyecto no involucra de actividades agropecuarias, por lo que no corresponde implementar acciones de esta naturaleza.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	Como medida preventiva, se realizará el monitoreo del mantenimiento periódico y buen estado de los vehículos que sean utilizados durante las actividades de construcción de la obra, minimizando de esta manera la emisión de gases de efecto invernadero.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con las acciones específicas aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Acciones específicas	Análisis de Vinculación
	afectadas por contaminación de hidrocarburos.	
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	Como parte de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen, se realizará un manejo integral de los residuos generados y, en el caso de los residuos peligrosos, se contratarán los servicios de un prestador de servicios autorizado en la materia para su manejo y disposición final, en general, se seguirán las disposiciones incluidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y demás normativa aplicable. Adicionalmente, como medida preventiva, se realizará el monitoreo del mantenimiento periódico y buen estado de los vehículos que sean utilizados durante las actividades de construcción de la obra, minimizando de esta manera la posibilidad de ocurrencia de fugas. De cualquier manera, si durante las actividades constructivas inherentes al proyecto ocurriese algún derrame de hidrocarburos u otras sustancias, se realizará su contención y la recuperación del suelo contaminado, el cual será manejado como residuo peligroso.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Como medida preventiva, se realizará el monitoreo del mantenimiento periódico y buen estado de los vehículos que sean utilizados durante las actividades de construcción de la obra, minimizando de esta manera la emisión de gases de efecto invernadero.
A025	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.	Como parte de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen, se realizará un manejo integral de los residuos generados y, en el caso de los residuos peligrosos, se contratarán los servicios de un prestador de servicios autorizado en la materia para su manejo y disposición final, en general, se seguirán las disposiciones incluidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y demás normativa aplicable.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con las acciones específicas aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Acciones específicas	Análisis de Vinculación
	industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación	No se contempla la realización de actividades sobre zonas de playa como parte del proyecto.
A028	Evitar la instalación de infraestructura permanente o de ocupación continua entre la playa y el primero o segundo cordón de dunas. Salvo aquellas que correspondan a proyectos prioritarios de beneficio público por parte de PEMEX, CFE y SCT y/o en casos de contingencia meteorológica o desastre natural, minimizando la alteración de esta zona.	No se contempla la realización de actividades sobre zonas de playa ni de duna costera como parte del proyecto.
A029	Evitar la modificación del perfil de la costa o la modificación de los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por contingencia meteorológica o desastre natural	No se contempla la realización de actividades sobre zonas costeras ni la interferencia de flujos hidrológicos como parte del proyecto.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	No se contempla la realización de actividades sobre zonas costeras como parte del proyecto.
A031	Evitar la modificación de las características de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	No se contempla la afectación de barras arenosas ni sistemas lagunares como parte del proyecto.
A032	Evitar la modificación de las características físicas y químicas de playas y dunas costeras.	No se contempla la realización de actividades sobre zonas de playa ni de duna costera como parte del proyecto.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con las acciones específicas aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Acciones específicas	Análisis de Vinculación
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	No se contempla la utilización de agroquímicos como parte del proyecto.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	No se contempla la realización de actividades pesqueras como parte del proyecto.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías	No se contempla la realización de actividades pesqueras como parte del proyecto.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con las acciones específicas aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Acciones específicas	Análisis de Vinculación
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	No se contempla la realización de actividades agrícolas como parte del proyecto.
A057	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.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con las acciones específicas aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Acciones específicas	Análisis de Vinculación
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	Como parte de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen, se realizará un manejo integral de los residuos generados y, en el caso de los residuos peligrosos, se contratarán los servicios de un prestador de servicios autorizado en la materia para su manejo y disposición final, en general, se seguirán las disposiciones incluidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y demás normativa aplicable.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	Como parte de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen, se realizará un manejo integral de los residuos generados y, en el caso de los residuos peligrosos, se contratarán los servicios de un prestador de servicios autorizado en la materia para su manejo y disposición final, en general, se seguirán las disposiciones incluidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y demás normativa aplicable.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su disposición final.	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	No se contempla la realización de actividades turísticas como parte del proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con las acciones específicas aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Acciones específicas	Análisis de Vinculación
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	No se contempla la realización de actividades turísticas como parte del proyecto.
A077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	No se contempla la construcción de vías generales de comunicación realización de actividades turísticas como parte del proyecto.

Si bien, como se ha mencionado, el proyecto se encuentra a más de 3 km de distancia de la costa más cercana, por detrás de un trazo carretero, por lo que puede asegurarse que no afectara zonas litorales, al estar incluida en al UGA 139 del POEMRGMMC, de acuerdo con la ficha de esta estrictamente le aplican los criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe que se muestran en seguida:

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con los criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Criterios generales	Análisis de Vinculación
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El proyecto no afectará zonas marinas, por lo que no interactuará con formaciones arrecifales.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las	El proyecto no afectará zonas marinas, por lo que no interactuará con zonas de pastos marinos.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con los criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Criterios generales	Análisis de Vinculación
	demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	
ZMC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En concordancia con lo establecido en el Artículo 60 BIS de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), no se realizará el aprovechamiento extractivo de ningún ejemplar de mamífero marino de ninguna especie, por lo que no sería necesaria su captura; por otro lado, los individuos pertenecientes a la avifauna o herpetofauna que se capturen durante la realización de muestreos que se realicen para la elaboración de estudios ambientales serán manejados por personal especializado y liberados a la brevedad, agregando que la captura de ejemplares de fauna silvestre es indispensable para la determinación del estado actual del área en la que se pretende la realización del proyecto y que las actividades que se realizan como parte de los muestreos de fauna silvestre pueden considerarse como “captura”, pues se utilizan métodos directos como las trampas y se retiene, así sea de manera momentánea, a los especímenes, sin embargo, como se comentó, es una actividad indispensable para la obtención de datos relativos a la distribución o a la abundancia de las especies, los cuales son requeridos en los estudios ambientales, por lo que la actividad se realizará, si bien el proyecto no trata de un proyecto con fines de investigación o educación. Por otro lado, para la realización del Programa de rescate, reubicación y preservación de fauna silvestre que se propone como parte de las medidas preventivas y de mitigación consideradas, también se realizará la captura y manipulación de los individuos de todas las especies que, por sus características como tamaño pequeño o poca movilidad, no puedan abandonar rápidamente el área de realización de los trabajos, siendo trasladados a áreas adyacentes o cercanas al proyecto, que

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con los criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Criterios generales	Análisis de Vinculación
		posean características similares a las de los sitios de extracción.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	El proyecto no afectará zonas marinas, por lo que no interactuará con formaciones arrecifales.
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	El proyecto no afectará zonas marinas, por lo que no interactuará con formaciones arrecifales.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	El proyecto no afectará zonas de playa.
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	No se realizarán actividades en zonas marinas como parte del proyecto.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	No se realizarán actividades en zonas costeras ni de playa, por lo que no se considera la afectación de quelonios como parte del proyecto. Además, no se considera la realización de actividades recreativas de ningún tipo como parte del proyecto.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos	El proyecto no afectará zonas marinas, por lo que no interactuará con formaciones arrecifales.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con los criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Criterios generales	Análisis de Vinculación
	que determinen la capacidad de carga de los mismos.	
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	No se realizarán actividades en zonas marinas como parte del proyecto.
ZMC-11	Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	No se contempla la construcción de obras de canalización o dragado como parte del proyecto.
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	No se contempla la construcción de muelles de ningún tipo como parte del proyecto, por lo que no será necesaria la utilización de muelles, mucho menos su construcción.
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	No se contempla la realización de actividades pesqueras de ningún tipo como parte del proyecto.
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139,	Este criterio no se entiende aplicable al proyecto, sino a las entidades de la APF encargadas de la definición de políticas públicas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con los criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 139 del POEMRGMMC.

Clave	Criterios generales	Análisis de Vinculación
	UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	

A esta UGA no le aplican criterios de zonas insulares.

Si bien el proyecto se apegará a los criterios aplicables de acuerdo con este instrumento, debe resaltarse que éste no afectará zonas marinas, por lo que los criterios más específicos, relacionados con este ámbito no resultan vinculantes. Se estima que con la implementación de las medidas de mitigación que se realizan típicamente para este tipo de proyectos se evitará la ocurrencia de desequilibrios ecológicos.

III.1.4.2. Programas de Ordenamiento Local.

El proyecto se ubica en el municipio de Tulum el cual no cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico Local, sin embargo, coincide con la delimitación del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor (**POERC**) Cancún – Tulum, vigente en aquellas zonas donde no exista un ordenamiento local.

En la figura que se muestra a continuación puede apreciarse la coincidencia del proyecto con el ordenamiento mencionado:



Figura III.4. Coincidencia del proyecto con el POERC Cancún – Tulum.

[redacted]

Tabla III.12. Modelo de ordenamiento ecológico del Corredor Cancún – Tulum.

UGA	Nombre	Política/Fragilidad Ambiental	Uso Predominante	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Usos Incompatibles	Criterios
1	Norponiente de Tulum y Puerto Morelos.	Conservación/3	Flora y Fauna	-----	Agricultura, Forestal, **Infraestructura**, Pecuario, Turismo.	Acuacultura, Asentamientos Humanos, Industria, Minería, Pesca.	**AA** 1, 2, 3, 4 **AF** 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 13,15, 17 **AH** 4, 19, 21 **APC** 2, 3, 4, 5, 6, 8 **C** 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 **EI** 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 38, 39, 40, 41, 42, 46, 49, 50, 53, 54, 55, 56 **FF** 1, 2, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 33, 34 **MAE** 6, 13, 14, 15, 17,18, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 44, 46, 47, 48, 49, 53, 54, 55, 57, 60 **TU** 5, 10, 11 ,12, 13, 15, 18, 21, 22, 23, 24, 34, 40, 43, 44

AA = Actividades Agrícolas; **AF =** Actividades Forestales; **AH =** Asentamientos Humanos; **APC =** Actividades Pecuarias; **C =** Construcción; **EI =** Equipamiento e Infraestructura; **FF =** Flora y Fauna; **MAE =** Manejo de Ecosistemas; **TU** = Turismo.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Si bien el Decreto mediante el cual fue expedido el POERCT no lo menciona textualmente, se entendería que, como pasa con los ordenamientos locales existentes en la zona, para la identificación de los criterios de regulación que aplican a un proyecto particular, primero debe determinarse en que UGA se localiza el predio de acuerdo con el modelo de ordenamiento ecológico y, enseguida, el tipo de uso de suelo al que corresponde el proyecto, de manera que **a un proyecto únicamente le resultan aplicables los criterios específicos que se incluyen para el uso de suelo que le corresponde**, siendo que la aplicación de otros criterios diferentes a los que fuesen definidos no resultarían pertinentes. Considerando lo dicho, se identificó más de una serie de criterios que resultan aplicables al proyecto pretendido, desde luego, los correspondientes a *Equipamiento e Infraestructura* y *Construcción*, dada su naturaleza, pero también aquellos que se establecen para proteger el entorno natural, los cuales son resaltados en contorno azul en la tabla anteriormente presentada.

Si bien, por lo dicho, no sería necesario vincular el proyecto pretendido a criterios aplicables únicamente a usos de suelo como *Actividades Agrícolas*, *Actividades Pecuarias* o *Turismo*, en la tabla siguiente esta será realizada para todos los criterios presentados, de manera **referencial**. Por otro lado, en la siguiente tabla se marcan el color azul y negritas en la columna "*Criterio*" aquellos que sería estrictamente aplicables al uso de suelo "*Equipamiento*", correspondiente al proyecto pretendido:

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
AA 1	Solo está permitida la actividad agrícola en sitios con vegetación perturbada.	No se contempla la realización de actividades agrícolas como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
AA 2	Sólo se permite el uso de herbicidas y plaguicidas biodegradables.	No se contempla la utilización de algún tipo de herbicida o plaguicida como parte del proyecto; la remoción de vegetación se realizará mediante métodos manuales, estando prohibida la utilización de fuego o productos químicos.
AA 3	Sólo se permitirán sistemas de riego que estén aprobados y autorizados por la SAGARPA.	No se contempla la implementación de sistemas de riego como parte del proyecto, pues este no involucra actividades agrícolas, por lo que este criterio no se relaciona con él.
AA 4	En la preparación del terreno para las actividades agrícolas se deberá usar el método de roza, tumba y limpia, quedando estrictamente condicionada la utilización del fuego a lo establecido en las disposiciones jurídicas aplicables o en tanto estas no se expidan, en la NOM-EM-SEMARNAP/SAGAR 1996.	No se contempla la realización de actividades agrícolas como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
AF 1	Solo se permite colectar frutos, semillas o restos de madera con fines de subsistencia.	No se contempla la colecta de frutos, semillas o restos de madera de especies silvestre para autoconsumo; en su caso, únicamente se realizará la colecta de semillas con fines de producción de planta para reforestación. Como parte de las medidas de mitigación que se proponen para el proyecto se plantea la realización de un programa de reforestación que incluirá los ejemplares rescatados del área en la que se realizaría el CUSTF, el cual se adjunta como anexo al presente documento, en cumplimiento con lo establecido en el cuarto párrafo del Artículo 93 de la Ley del Desarrollo Forestal Sustentable, así como a la fracción IX del Artículo 141 de su Reglamento.
AF 2	La actividad turística en zonas con vocación forestal deberá contar con el permiso de la SAGARPA y SEMARNAT.	No se contempla la realización de actividades turísticas como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
AF 3	El aprovechamiento de los recursos forestales estará supeditado a un programa de manejo aprobado por la SAGARPA.	No se contempla el aprovechamiento de recursos forestales como parte del proyecto, sin embargo, se planea la remoción de vegetación para su establecimiento, razón por la que se solicita la ACUSTF correspondiente mediante el presente documento.
AF 4	Los viveros deberán contar con el registro de la SAGARPA y la anuencia de Sanidad Vegetal federal.	No se contempla el establecimiento de un vivero con fines comerciales, sin embargo, como parte del programa de rescate y reubicación de flora silvestre y reforestación se plantea el establecimiento de un vivero rustico temporal, para la manutención de los ejemplares en condiciones óptimas previo a su reubicación.
AF 6	Se permite la agricultura y la ganadería.	No se contempla la realización de actividades agropecuarias como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
AF 10	Se deberá promover que la vegetación forestal donde se encuentran las actuales zonas de captación de agua potable permanezca en todo tiempo, debiendo establecerse programas coordinados de reforestación en caso de que así se requiera.	Hasta donde se tiene conocimiento, el proyecto pretendido con coincide con zonas de captación de agua, siendo que este mismo ordenamiento establece la infraestructura como un uso condicionado (no prohibido) en la UGA en la que se ubica.
AF 10	Para el caso de las zonas de captación de agua, su protección deberá considerarse una prioridad.	En previsión del cumplimiento de los preceptos de excepcionalidad para la autorización del CUSTF establecidos en el Artículo 93 de la Ley del desarrollo Forestal Sustentable, específicamente, en cuanto a asegurar que se mitigue el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, como parte del proyecto se plantea la realización de acciones de reforestación, con lo cual se pretende la manutención de la captación del agua.
AF 13	El aprovechamiento de productos no maderables se permitirá bajo el esquema de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMAS).	No se contempla el aprovechamiento de productos no maderables como parte del proyecto, no estando su finalidad relacionada con el establecimiento de UMAS.
AF 15	Se permiten todas aquellas actividades que tengan como propósito el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales y su	Como parte del proyecto pretendido se pretende realizar la remoción de vegetación forestal, por lo que no es posible

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
	diversificación productiva, con el fin de promover la permanencia de la cubierta forestal.	asegurar su permanencia, sin embargo, se establecerán medidas de mitigación que permitirán compensarlo.
AF 17	Para efectos del aprovechamiento forestal maderable y no maderable, los interesados deberán considerar lo señalados en las Leyes Forestal y su Reglamento, la Ley de Vida Silvestre, las Leyes General y Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Para la realización del CUSTF que se pretende con el proyecto planteado se ha considerado la legislación y normativa que resulta aplicable, como puede verse en el presente Capítulo.
AH 4	Sólo se permitirá la vivienda rural con densidad de población básica de una vivienda/ha (4.3 habitantes/ha) la que, para el caso de desarrollo de tipo ecoturístico, solo se permitirá como cabaña rustica para cuatro personas y constituidas con materiales locales, y no podrá rebasar agrupamientos de más de 5 cabañas por predio de 5 has.	No se contempla la construcción de edificaciones habitables como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
AH 19	Queda prohibido el aprovechamiento habitacional de sitios como reholladas, cuevas, cenotes, grietas y pozos naturales.	No se contempla la construcción de edificaciones habitables como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
AH 21	Los fraccionamientos habitacionales suburbanos o rurales tipo residencial sólo se permitirán en las áreas que al respecto establezcan los Programa de Desarrollo Urbano dentro de las manchas urbanas, a excepción del sector norte de la UGA 1, comprendida entre el aeropuerto y la mancha urbana de Puerto Morelos.	No se contempla la construcción de edificaciones habitables como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
APC 2	Para el control de malezas se utilizarán compuestos biodegradables.	No se contempla la utilización de algún tipo de herbicida o plaguicida como parte del proyecto; la remoción de vegetación se realizará mediante métodos manuales, estando prohibida la utilización de fuego o productos químicos.
APC 3	Está prohibida la actividad pecuaria en zonas aledañas a los desarrollos turísticos y habitacionales	No se contempla la realización de actividades pecuarias como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
APC 4	El uso de garrapaticidas o de otros compuestos químicos para el control de enfermedades en el ganado, deberá hacerse en sitios adecuados para ello y conforme a lo indicado por la SAGARPA.	No se contempla la realización de actividades pecuarias como parte del proyecto, por lo que no se prevé el uso de garrapaticidas o algún otro compuesto químico propios de estas, de manera que este criterio no se relaciona con él.
APC 5	El establecimiento de potreros se hará solo en sitios con vegetación perturbada.	No se contempla la realización de actividades pecuarias como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
APC 6	Los excrementos se confinarán en sitios con malla impermeable para impedir la contaminación del suelo y subsuelo	No se contempla la realización de actividades pecuarias como parte del proyecto, por lo que no se prevé el uso de garrapaticidas o algún otro compuesto químico propios de estas, de manera que este criterio no se relaciona con él.
APC 8	Los excrementos resultantes de la actividad pecuaria deberán someterse a un tratamiento (composta o biodigestores) para evitar la	No se contempla la realización de actividades pecuarias como parte del proyecto, por lo que no se prevé la generación de excrementos resultantes de estas, de manera que este criterio no se relaciona con él.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
	contaminación de mantos freáticos y la proliferación de fauna nociva y malos olores.	
C 1	Solo la superficie mínima indispensable para el proyecto constructivo podrá ser despalmada.	El proyecto considera el CUSTF únicamente en la superficie necesaria para la construcción del proyecto, de acuerdo con su naturaleza.
C 2	Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un programa de rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas, o en el mismo predio**.**	Como parte de las medidas de mitigación que se proponen para el proyecto se plantea la realización de un programa de rescate y reubicación de flora aplicable a la totalidad del área en la que se realizaría el CUSTF, el cual se adjunta como anexo al presente documento, en cumplimiento con lo establecido en el cuarto párrafo del Artículo 93 de la Ley del Desarrollo Forestal Sustentable, así como a la fracción IX del Artículo 141 de su Reglamento.
C 3	Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas como potreros y acahuales jóvenes, dentro del predio y sobre los sitios de desplante del proyecto, pero nunca sobre humedales, zona federal o vegetación natural.	La mayoría de los trabajadores (ayudantes generales, chóferes, cabos, y albañiles) que se requiera para la construcción del proyecto serán contratados en las poblaciones cercanas pero, en caso de requerir campamentos, estos no serán establecidos en el área de realización del proyecto, sino en localidades urbanas cercanas al proyecto, habilitando alguna edificación existente que sea arrendada para tal fin, razón por la cual no se consideran como tal parte del proyecto.
C 4	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo *in situ* de desechos sanitarios.	En su caso, se realizará la separación de residuos en campamentos de manera anterior a su disposición final con el servicio local de limpia.
C 5	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo integral (minimización, separación, recolección y disposición) de desechos sólidos.	En su caso, se realizará la separación de residuos en campamentos de manera anterior a su disposición final con el servicio local de limpia.
C 7	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.	Como se mencionó, cualquier campamento que fuese habilitado no será establecido en el área de realización del proyecto, sino en localidades urbanas cercanas al proyecto, utilizando edificaciones existentes, razón por la cual no se consideran como tal parte del proyecto.
C 8	Cualquier cambio o abandono de actividad deberá presentar y realizar un programa autorizado de restauración de sitio.	En su caso, se realizará lo conducente.
C 10	No se permite la utilización de explosivos, excepto para la apertura de pozos domésticos de captación de agua potable aprobados por un Informe Preventivo Simplificado y en apego a los lineamientos de la SEDENA.	No se contempla la utilización de explosivos como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
C 11	No se permite la disposición de materiales derivados de las obras, producto de excavaciones o rellenos sobre la vegetación.	Con la supervisión en obra de la construcción se verificará que no se asiente materiales ni residuos producto de excavaciones en áreas fuera de la destinada para la implantación del proyecto que puedan afectar vegetación aledaña.
C 12	Los Residuos Sólidos y Líquidos derivados de la Construcción deben contar con un programa	Se contará con un programa de manejo integral de residuos para la obra, el cual considerará las especificaciones para su gestión de acuerdo tipo. Adicionalmente, se realizará la

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
	integral de manejo y disponerse en confinamientos autorizados por el Municipio.	consulta a la autoridad municipal correspondiente respecto a la existencia de requerimientos especiales o trámites relacionados con algún tipo de residuo en particular. En los apartados **III.2.1** y **III.2.3** de este Capítulo se detalla el cumplimiento con este criterio.
C 13	Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruidos provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	Como medida de prevención se realizarán mantenimientos periódicos a los vehículos y maquinaria que sea utilizada para los trabajos constructivos, de manera que se eviten emisiones fugitivas y se asegure su funcionamiento óptimo. Así mismo, se contará con un *Plan de respuesta por derrames de sustancias químicas* (se considera a los derivados de hidrocarburos como tales) para la atención eventos de este tipo. El suelo que sea recuperado será manejado como Residuo Peligrosos. Debido a que no se almacenarán *in situ* grandes cantidades de combustibles u otros hidrocarburos, se considera que la ocurrencia de estos eventos sólo podría deberse a fugas de los vehículos o maquinaria que sean empleados.
C 14	No se permite la utilización de palmas de las especies *Thrinax radiata, Pseudophoenix sargentii, y Coccothrinax* readii (chit, cuca y nakás), como material de construcción excepto las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) o viveros autorizados.	Debido a la naturaleza del proyecto no se contempla la utilización de ninguna especie vegetal como material de construcción.
C 15	El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.	El transporte de derivados pétreos para construcción se realizará en camiones cuya carga será cubierta con lonas, para evitar la dispersión de polvos.
C 16	Todo material calizo, tierra negra, tierra de despalme, arena del fondo marino, piedra de muca, y residuos vegetales, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	Todos los materiales de construcción que sean utilizados serán adquiridos en casas comerciales establecidas. En caso de obtener materiales directamente de un banco, se asegurará que este cuente con la autorización correspondiente para el desarrollo de la actividad.
C 17	Los campamentos de obras ubicadas fuera del centro de población no deberán ubicarse a una distancia menor de 4 km. de los centros de población.	Como se mencionó, en caso de requerir campamentos, estos no serán establecidos en el área de realización del proyecto, sino en localidades urbanas cercanas al proyecto, habilitando alguna edificación existente que sea arrendada para tal fin, de manera que no se ubicarían fuera de centros de población.
EI 3	La instalación de infraestructura estará sujeta a Manifestación de Impacto Ambiental.	Con el presente documento se realiza la solicitud de las Autorizaciones en Materia de Impacto Ambiental y de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, apegándose a lo mencionado en el Artículo 14 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, así como del *Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y*

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
		se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan.
EI 5	Los asentamientos humanos y/o las actividades turísticas deberán contar con un programa integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.	No se contempla el establecimiento de asentamientos humanos ni la realización de actividades turísticas como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
EI 6	No se permite la ubicación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos, salvo las municipales y de particulares aprobados.	No se contempla el establecimiento de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos como parte del proyecto. Como se mencionó, se realizará la consulta a la autoridad municipal correspondiente respecto a la existencia de requerimientos especiales o trámites relacionados con algún tipo de residuo en particular, así como de sitios para la disposición final de residuos. En el caso de los Residuos Peligrosos, estos serán almacenados de manera temporal, apegándose a lo indicado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, contratando, para su disposición final, a empresas autorizadas en la materia.
EI 8	Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos, para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes.	En el caso del proyecto pretendido, no se contempla la elaboración de composta, puesto que no se contará con áreas para su aplicación, además de que se requieren espacios el reposo de la composta, los cuales no podrían establecerse en el área del proyecto.
EI 9	Se promoverá la instalación de sanitarios secos composteros que eviten la contaminación del suelo y subsuelo y la proliferación de fauna nociva en las zonas suburbanas y rurales.	Durante la etapa de construcción del proyecto se utilizarán sanitarios portátiles, los cuales recibirán mantenimiento periódico por parte de un prestador de servicios autorizado en la materia, quien se encargará también de la disposición final de los residuos generados.
EI 11	Los desarrollos turísticos y/o asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos líquidos y sólidos.	No se contempla el establecimiento de asentamientos humanos ni la realización de actividades turísticas como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
EI 12	Los desarrollos turísticos y los asentamientos humanos deberán contar con un sistema integral de minimización, tratamiento y disposición final de las aguas residuales in situ, de acuerdo a la normatividad de la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y demás normatividad aplicable vigente.	No se contempla el establecimiento de asentamientos humanos ni la realización de actividades turísticas como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
EI 13	Se prohíbe la canalización del drenaje pluvial hacia el mar y cuerpos de agua superficiales y en caso de ser necesaria la perforación de pozos de absorción para su solución, se deberá obtener la anuencia de la SEMARNAT y la Comisión Nacional del Agua.	El proyecto únicamente contará con canalización para pluvial.
EI 17	Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que minimice la generación de lodos y contarán con un programa operativo que considere la desactivación y disposición final de los lodos.	No se contempla el establecimiento plantas de tratamiento como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él. Las únicas aguas residuales que serán generadas serán aquellas derivadas del uso de servicios sanitarios (baños

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
		portátiles) que serán utilizadas durante la etapa de construcción.
EI 18	Se deberá utilizar aguas tratadas para el riego de jardines y/o campos de golf. El sistema de riego deberá estar articulado a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	El proyecto no contará con jardines ni contempla la construcción de campos de golf.
EI 19	Queda prohibida la descarga de aguas residuales crudas al suelo y subsuelo.	Durante la etapa de construcción del proyecto se utilizarán sanitarios portátiles, los cuales recibirán mantenimiento periódico por parte de un prestador de servicios autorizado en la materia, quien se encargará también de la disposición final de los residuos generados. Por otro lado, con la supervisión en obra de la construcción se verificará que no se realice la descarga de aguas residuales.
EI 21	Quedan prohibidas las quemas de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el mantenimiento de derechos de vía.	No se contempla la utilización de algún tipo de herbicida o plaguicida como parte del proyecto; la remoción de vegetación se realizará mediante métodos manuales, estando prohibida la utilización de fuego o productos químicos. De manera similar, no se realizará la quema de ningún tipo de residuos, siendo que estos serán gestionados conforme a lo indicado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.
EI 22	Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	No se construirán caminos de acceso para llegar a la instalación una vez establecida; se utilizarán los caminos existentes.
EI 23	Los paramentos de los caminos de acceso deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.	No se construirán caminos de acceso para llegar a la instalación una vez establecida; se utilizarán los caminos existentes.
EI 24	No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en la orilla de los caminos.	No se construirán caminos de acceso para llegar a la instalación una vez establecida; se utilizarán los caminos existentes.
EI 25	Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	No se construirán caminos de acceso para llegar a la instalación una vez establecida; se utilizarán los caminos existentes.
EI 27	Los caminos que se construyan sobre zonas inundables deberán realizarse sobre pilotes o puentes, evitando el uso de alcantarillas, de tal forma que se conserven los flujos hidrodinámicos, así como los corredores biológicos.	No se construirán caminos de acceso para llegar a la instalación una vez establecida; se utilizarán los caminos existentes.
EI 38	Se desarrollarán programas para la instalación de fuentes alternativas de energía.	El proyecto no trata de uno de generación de energía, sino, para su almacenamiento, por lo que no se contempla la utilización de fuentes alternativas.
EI 39	En campos de golf solo se permite utilizar fertilizantes y pesticidas biodegradables.	No se contempla el establecimiento de campos de golf como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
EI 40	El área de desplante para los campos de golf deberá respetar el porcentaje de cobertura vegetal definido para la UGA.	No se contempla el establecimiento de campos de golf como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
EI 41	La autorización de campos de golf está sujeta a una evaluación de impacto ambiental, modalidad regional.	No se contempla el establecimiento de campos de golf como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
EI 42	En vialidades, zonas adyacentes a los "fairway", "tees" y "greens" de los campos de golf, se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación nativa.	No se contempla el establecimiento de campos de golf como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
EI 46	Se prohíbe el desarrollo inmobiliario alrededor de los campos de golf.	No se contempla el establecimiento de campos de golf ni de desarrollos inmobiliarios como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
EI 49	No deberá permitirse la instalación de infraestructura de comunicación (postes, torres, estructuras, equipamiento, edificios, líneas y antenas) en ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o histórico.	De acuerdo con su ubicación y naturaleza, no se considera que el proyecto pretendido incida en ecosistemas vulnerables ni sitios de alto valor escénico, cultural o histórico. De cualquier manera, mediante el presente documento se exponen las condiciones ambientales existentes, de manera que la Dirección pueda evaluar el impacto del proyecto sobre los ecosistemas presentes; así mismo, considerando lo establecido en el Artículo 35 de la LGEEPA, así como en el Artículo 49 de su Reglamento en MEIA, las autorizaciones de la SEMARNAT sólo se referirán a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate, se menciona que se realizarán las gestiones ante las instancias pertinentes respecto a los aspectos social (SENER) y arqueológico (INAH), procurando la obtención de las autoridades y permisos que correspondan.
EI 50	En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera.	El proyecto no coincide con áreas marinas ni con cuerpos de agua de ningún tipo, por lo que este criterio no se relaciona con él.
EI 53	Los caminos ya existentes sobre humedales deberán adecuarse con obras, preferentemente puentes, que garanticen los flujos hidrodinámicos y el libre tránsito de fauna, tanto acuática como terrestre.	El proyecto no utilizará caminos existentes que se encuentren sobre humedales, por lo que no se obstaculiza algún flujo.
EI 54	Se prohíbe la construcción u operación de fosas sépticas cercanas a pozos de agua potable, debiendo reconvertir a sistemas alternativos de manejo de desechos las fosas sépticas que existan en esta condición.	Como se ha mencionado, las únicas aguas residuales que se generarían por la ejecución del proyecto serían aquellas correspondientes a la utilización de servicios sanitarios durante la etapa constructiva. Como medida de prevención se dispondrá en el sitio de la obra, sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores (en una proporción no menor de 1:25), a los cuales se les realizará mantenimiento y limpieza periódica, evitándose que los residuos sanitarios por infiltración al suelo lleguen al manto freático y lo contaminen, adicionalmente, se prohibirá el fecalismo o el orinar al aire libre. Se contratará a un prestador de servicios autorizado en la materia para la realización del mantenimiento y disposición final de estos residuos.
EI 55	Queda prohibida la construcción de pozos de absorción para el drenaje doméstico.	No se contempla la construcción de pozos de absorción como parte del proyecto, por lo que no se obstaculiza algún flujo.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
EI 56	En el sector norte de la UGA1, comprendido entre el aeropuerto y la mancha urbana de Puerto Morelos, solo se podrá construir un relleno sanitario con una superficie máxima de 100 ha, el cual deberá incorporar nuevas tecnologías en el transporte, reciclaje y disposición de los desechos.	El proyecto pretendido se encuentra en el municipio de Tulum, por lo que no coincide con la zona mencionada en este criterio. Adicionalmente, se menciona que no se contempla la construcción de rellenos sanitarios como parte del proyecto, por lo que no se obstaculiza algún flujo.
FF 1	Se prohibí la tala y aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial.	El uso de suelo que corresponde al proyecto de acuerdo con su tipo y naturaleza es "*Infraestructura*", por lo que no está relacionado con los usos *Turístico* o *Comercial*.
FF 2	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales, deberán minimizar el impacto a las poblaciones de mamíferos, reptiles y aves, en especial el mono araña.	No se contempla la construcción de edificaciones habitacionales ni turísticos como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
FF 16	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo lo que la Ley General de Vida Silvestre prevea.	No se realizará la comercialización de ejemplares de especies de flora o de fauna silvestres que se encuentren en el área del proyecto ni en sus inmediaciones, si bien, se menciona que para la realización del presente estudio se realizaron muestreos de fauna que requirieron la captura temporal de algunos, siempre realizados por personal capacitado, con experiencia en el manejo de fauna silvestre, liberándolos en el menor tiempo posible. De manera similar, en cumplimiento con lo establecido en el cuarto párrafo del Artículo 93 de la Ley del Desarrollo Forestal Sustentable, así como a la fracción IX del Artículo 141 de su Reglamento, se plantea la realización de sendos programas de rescate que involucran la extracción de ejemplares de flora y fauna silvestre, el cual se adjunta como anexo al presente documento,
FF 17	Se permite establecer viveros e invernaderos autorizados.	En su caso, para el caso del programa de rescate y reubicación de flora que será realizado en la superficie para cual se solicita CUSTF, se establecerá un vivero temporal para aclimatación de los ejemplares que sean extraídos.
FF 18	Se prohíbe el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas. Se promoverá el control mecánico o biológico.	No se contempla la utilización de algún tipo de herbicida o plaguicida como parte del proyecto; la remoción de vegetación se realizará mediante métodos manuales, estando prohibida la utilización de fuego o productos químicos.
FF 19	Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) no extractivas.	No se contempla el establecimiento de UMAS de ningún tipo como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
FF 20	No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizado por la SEMARNAT.	El proyecto no coincide con cenotes, sin embargo, se manifiesta que no se contempla la extracción de flora y fauna acuática de este tipo de cuerpo de agua como parte del proyecto.
FF 22	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.	No se contempla la introducción de especies de flora y fauna exóticas como parte del proyecto, toda vez que el único manejo de estas que será realizado corresponderá a especies nativas que se encuentren en el polígono para el

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
		cual se solicita CUSTF, con fines de reubicación, por lo que este criterio no se relaciona con el proyecto pretendido.
FF 23	Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de mar *Casuarina equisetifolia* y se restablecerá la flora nativa.	Únicamente se realizará la remoción de vegetación en el polígono para el cual se solicita CUSTF, siendo que de encontrarse la especie mencionada, será removida, asegurándose que no ocurra su diseminación de manera inintencionada.
FF 33	Los desarrollos nuevos y/o existentes deberán garantizar la permanencia de las poblaciones de cocodrilos.	No se aprecia que el proyecto, en la ubicación pretendida, coincida con cuerpos de agua que pudieran albergar poblaciones de cocodrilianos, sin embargo, en caso de encontrarse algún individuo será removido del área del proyecto para evitar que sea dañado durante los trabajos constructivos y reubicados cuerpos de agua cercanos que tengan las condiciones para su manutención.
FF 34	En zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la NOM ECOL-059-1994, deberán realizarse los estudios necesarios para determinar las estrategias que permitan minimizar el impacto negativo sobre las poblaciones de las especies aludidas en esta norma.	Como parte de las medidas de mitigación que se proponen para el proyecto se plantea la realización de sendos programas de rescate de flora y fauna silvestres que incluirán los ejemplares encontrados en el área en la que se realizaría el CUSTF, los cuales se adjuntan como anexos al presente documento, en cumplimiento con lo establecido en el cuarto párrafo del Artículo 93 de la Ley del Desarrollo Forestal Sustentable, así como a la fracción IX del Artículo 141 de su Reglamento
MAE 6	Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.	Con la supervisión en obra de la construcción se verificará que no se realice el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables. Cabe señalar que se plantea un programa de manejo integral de los residuos para su adecuada gestión de acuerdo con su tipo, el cual está considerado ente las medidas de mitigación planteadas. De cualquier manera, si durante las actividades constructivas inherentes al proyecto ocurriese algún derrame de hidrocarburos u otras sustancias, se realizará su contención y la recuperación del suelo contaminado, el cual será manejado como residuo peligroso.
MAE 13	Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de cuerpos de agua, cenotes, lagunas, rejolladas y manglar.	No se realizará la desecación, dragado ni relleno de cuerpos de agua, cenotes, lagunas, rejolladas ni de manglar como parte del proyecto; cabe señalar que el proyecto no coincide con ninguno de estos rasgos hidrológicos ni con vegetación de manglar.
MAE 14	Complementario a los sistemas de abastecimiento de agua potable, en todas las construcciones se deberá contar con infraestructura para la captación de agua de lluvia.	Debido a su naturaleza, en el área del proyecto no es posible instalar estructuras para captación de agua de lluvia.
MAE 15	El aprovechamiento de aguas subterráneas deberá garantizarse con estudios geohidrológicos, aprobadas por la CNA para justificar que la extracción no produce intrusión salina.	No se contempla la perforación de algún pozo para el aprovechamiento de aguas subterráneas como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
MAE 17	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal y cuerpos de agua.	El proyecto no afectará la zona federal marítimo terrestre ni de ribera, puesto que no coincide con ningún cuerpo de agua ni se ubica en los márgenes de alguno a una distancia igual o menor a 20 metros.
MAE 18	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona perimetral a los cuerpos de agua.	El proyecto no coincide con ningún cuerpo de agua ni se ubica en los márgenes de alguno a una distancia igual o menor a 20 metros.
MAE 23	La reforestación deberá realizarse con flora nativa.	Como parte de las medidas de mitigación que se proponen para el proyecto se plantea la realización de un programa de rescate de flora silvestre, en cumplimiento con lo establecido en el cuarto párrafo del Artículo 93 de la Ley del Desarrollo Forestal Sustentable, así como a la fracción IX del Artículo 141 de su Reglamento, que incluirá los ejemplares encontrados en el área en la que se realizaría el CUSTF, los cuales serán reubicados mediante acciones de reforestación. Se contempla la producción de planta adicional mediante esqueje o semilla de especies locales, razón por lo que se asegura que únicamente se emplearán especies nativas.
MAE 24	No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.	Cabe señalar que el proyecto no coincide con ninguno de estos rasgos geohidrológicos, por lo que no se contempla la afectación de alguno.
MAE 25	No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliación de los cenotes y la remoción de la vegetación, salvo en caso de rescate, previo estudio de impacto ambiental.	No se realizará el dragado, relleno, excavación o ampliación de cenotes, ni la remoción de vegetación asociada a estos o en sus inmediaciones, toda vez que el proyecto no coincide con algún rasgo geohidrológico de este tipo.
MAE 26	Se prohíbe el desmonte, despalme o modificaciones a la topografía en un radio de 50 m. alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.	El proyecto se ubica en un radio mayor a 50 metros con respecto a cualquier cenote, dolina o caverna, pues con base a la prospección en campo no fue detectado alguno, de manera que las actividades inherentes a su construcción como desmonte y despalme no serán realizadas en las inmediaciones de algún rasgo geohidrológico de estos tipos.
MAE 27	La utilización de cavernas y cenotes estará sujeta a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la biodiversidad; promoviendo además la autorización para su uso ante la Comisión Nacional del Agua.	No se contempla utilización de cavernas y cenotes como parte del proyecto. Como ya fue establecido El proyecto se ubica en un radio mayor a 50 metros con respecto a cualquier cenote, dolina o caverna, pues con base a la prospección en campo no fue detectado alguno.
MAE 28	Con excepción de la sección norte de la UGA 1 comprendida entre el aeropuerto de Cancún y la mancha urbana de Puerto Morelos, sólo se permite desmontar hasta el 5% de la cobertura vegetal del predio.	Dada su naturaleza, el proyecto requiere la remoción total de la superficie destinada a sus instalaciones. Se hacer notar que en esta UGA resultan aplicables tanto este criterio, MAE 28, como el MAE 60, lo cual resulta incongruente, pues cada uno señala un porcentaje diferente en cuanto a la remoción de vegetación, no pudiendo ser ambos aplicables al mismo tiempo. Por lo tanto, se tomará por válido el porcentaje que sea autorizado en la licencia de construcción que sea otorgada por la Dirección General de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable del municipio de Tulum. Cabe recordar que

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
		corresponde a los municipios la observancia de los ordenamientos territoriales dentro de sus demarcaciones.
MAE 30	En zonas inundables no se permite la alteración de los drenajes naturales principales.	La ubicación del proyecto no coincide con zonas inundables.
MAE 32	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	No se ocasionará la obstrucción de escurrimientos pluviales; al tener la zona poco relieve y, debido a la permeabilidad de los suelos, no se forman escurrimientos prominentes.
MAE 33	Se promoverá el control integrado en el manejo de plagas, tecnologías, espacio y disposición final, de envases de plaguicidas.	No se contempla la utilización de plaguicidas como parte del proyecto, al no estar este relacionado con actividades agrícolas, por lo que este criterio no se relaciona con él.
MAE 34	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se deberá restaurar el área explotada con vegetación nativa.	No se contempla la apertura de bancos de préstamo de materiales pétreos como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él. Los materiales de construcción que sean utilizados serán adquiridos en casas comerciales establecidas; en caso de obtenerse directamente de un banco, se asegurará que el proveedor cuente con el permiso correspondiente.
MAE 35	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la reforestación deberá llevarse a cabo con una intensidad mínima de 500 árboles/ha.	No se contempla la apertura de bancos de préstamo de materiales pétreos como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él. Los materiales de construcción que sean utilizados serán adquiridos en casas comerciales establecidas; en caso de obtenerse directamente de un banco, se asegurará que el proveedor cuente con el permiso correspondiente.
MAE 36	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la reforestación podrá incorporar ejemplares obtenidos de rescate de vegetación del desplante de los desarrollos turísticos.	No se contempla la apertura de bancos de préstamo de materiales pétreos como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él. Los materiales de construcción que sean utilizados serán adquiridos en casas comerciales establecidas; en caso de obtenerse directamente de un banco, se asegurará que el proveedor cuente con el permiso correspondiente.
MAE 37	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, se deberá asegurar la reproducción de la vegetación plantada, reponiendo en su caso, los ejemplares que no sobrevivan.	No se contempla la apertura de bancos de préstamo de materiales pétreos como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él. Los materiales de construcción que sean utilizados serán adquiridos en casas comerciales establecidas; en caso de obtenerse directamente de un banco, se asegurará que el proveedor cuente con el permiso correspondiente.
MAE 38	En los bancos de préstamo pétreo, se deberá garantizar que no exista infiltración de lixiviados de desechos sólidos y/o líquidos en el acuífero.	No se contempla la apertura de bancos de préstamo de materiales pétreos como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él. Los materiales de construcción que sean utilizados serán adquiridos en casas comerciales establecidas; en caso de obtenerse directamente de un banco, se asegurará que el proveedor cuente con el permiso correspondiente.
MAE 40	Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración y mantenimiento del sitio arqueológico.	El proyecto no coincide con sitios arqueológicos, al menos, considerando la prospección inicial, no se avistó alguno. De cualquier manera, en congruencia con lo establecido en los Artículos 42 y 43 de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos, así como en los

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
		Artículos 42 y 43 de su Reglamento, se presentará ante el INAH el trámite de *Visto bueno de obra en áreas de monumentos arqueológicos o en que se presuma su existencia* correspondiente. Cabe resaltar que es dicha instancia quien tiene competencia para evaluar y autorizar las solicitudes relacionadas a aspectos arqueológicos y que, a su vez, las autorizaciones ambientales que en su caso sean emitidas sólo pueden referirse a los aspectos ambientales de obras y actividades.
MAE 41	En los bancos de préstamo de material pétreo que ya no tengan autorización y se deseen emplearse para el composteo y separación de desechos sólidos, se deberá garantizar que no exista infiltración de los lixiviados, prohibiendo utilizar los que tengan afloramiento del manto freático.	No se contempla la apertura de bancos de préstamo de materiales pétreos como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él. Los materiales de construcción que sean utilizados serán adquiridos en casas comerciales establecidas; en caso de obtenerse directamente de un banco, se asegurará que el proveedor cuente con el permiso correspondiente.
MAE 42	Las casas habitación en zonas rurales y/o suburbanas donde no existan redes de drenaje, deberán tener un sistema de tratamiento de aguas residuales propio, el agua tratada deberá ser empleada para riego de jardines.	No se contempla la construcción de casas habitación de ningún tipo como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
MAE 44	Las áreas sujetas a compensación ambiental y manglares no podrán utilizarse para ninguna actividad productiva.	No se contempla la afectación de vegetación de manglar ni se sabe de la existencia de áreas sujetas a compensación en coincidencia con el proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él.
MAE 46	Los campos de golf deberán establecerse preferentemente en terrenos ya impactados, no recientemente, como potreros, bancos de materiales abandonados, y áreas deforestadas que solo contengan vegetación secundaria.	No se contempla la construcción de campos de golf como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
MAE 47	El aprovechamiento de los cuerpos de agua se deberá justificar con estudios geohidrológicos aprobados por la Comisión Nacional del Agua.	No se contempla realizar el aprovechamiento de cuerpos de agua como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
MAE 48	Solo se permite la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas, derechos de vía y áreas verdes.	No se contempla la realización de actividades agrícolas que requieran la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas o plaguicidas como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él; la remoción de vegetación se realizará mediante métodos manuales, estando prohibida la utilización de fuego o productos químicos.
MAE 49	En las áreas verdes solo se permite sembrar especies de vegetación nativa.	No se contempla la construcción de campos de golf como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
MAE 53	Se prohíbe la utilización de fuego o productos químicos para la eliminación de la cobertura vegetal y/o quema de deshechos vegetales producto del desmonte.	No se contempla la utilización de algún tipo de herbicida o plaguicida como parte del proyecto; la remoción de vegetación se realizará mediante métodos manuales, estando prohibida la utilización de fuego o productos químicos.
MAE 54	Las áreas que se afecten sin autorización, por incendios, movimientos de tierra, productos o actividades que eliminen y/o modifiquen la	No se afectarán zonas forestales sin autorización, razón por la cual se elabora el presente documento con la finalidad de obtener las respectivas solicitudes en materia de Impacto

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
	cobertura vegetal no podrán ser comercializados o aprovechados para ningún uso en un plazo de 10 años y deberán ser reforestados con plantas nativas por sus propietarios, previa notificación al municipio.	Ambiental y de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, en congruencia con lo mencionado en el Artículo 14 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, así como del *Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan*.
MAE 55	Se prohíbe la acuacultura en cuerpos de agua naturales.	No se contempla la realización de actividades acuícolas como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
MAE 57	Salvo autorización Federal y/o de la Comisión Nacional del Agua, en bancos de materiales pétreos no se permite excavar por debajo del manto freático.	No se contempla la apertura de bancos de préstamo de materiales pétreos como parte del proyecto, por lo que este criterio no se relaciona con él. Los materiales de construcción que sean utilizados serán adquiridos en casas comerciales establecidas; en caso de obtenerse directamente de un banco, se asegurará que el proveedor cuente con el permiso correspondiente.
MAE 60	En la sección norte de la UGA 1 comprendida entre el aeropuerto de Cancún y la mancha urbana de Puerto Morelos, solo se permite desmontar hasta el 15% de la cobertura vegetal del predio.	Dada su naturaleza, el proyecto requiere la remoción total de la superficie destinada a sus instalaciones. Se hacer notar que en esta UGA resultan aplicables tanto este criterio, MAE 60, como el MAE 28, lo cual resulta incongruente, pues cada uno señala un porcentaje diferente en cuanto a la remoción de vegetación, no pudiendo ser ambos aplicables al mismo tiempo. Por lo tanto, se tomará por válido el porcentaje que sea autorizado en la licencia de construcción que sea otorgada por la Dirección General de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable del municipio de Tulum. Cabe recordar que corresponde a los municipios la observancia de los ordenamientos territoriales dentro de sus demarcaciones.
TU 5	Se prohíbe la construcción de cuartos hoteleros.	No se contempla la construcción de cuartos hoteleros como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
TU 10	Las actividades recreativas deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.	No se contempla la realización de actividades recreativas como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
TU 11	Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.	No se contempla la realización de actividades recreativas como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
TU 12	En el espeleobuceo no se permitirá molestar, capturar o lastimar a la fauna cavernícola ni modificar, ni alterar o contaminar el ambiente de la caverna.	No se contempla la realización de actividades de espeleobuceo como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
TU 13	Solo se permitirá el uso eco turístico del manglar y los humedales bajo las modalidades de	No se contempla la realización de actividades ecoturísticas como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
	contemplación de la naturaleza, senderismo, campismo y paseos fotográficos.	
TU 15	Las edificaciones no deberán rebasar la altura promedio de la vegetación arbórea del Corredor que es de 12.0 m.	Se tomará como norma para la atura máxima del proyecto la establecida en las restricciones constructivas que se plasmen en la licencia de construcción que sea otorgada por la Dirección General de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable del municipio de Tulum. Por otro lado, se menciona que, dada su ubicación, no se considera que el proyecto impacte de manera significativa sobre la calidad paisajística, pues se encuentra a aproximadamente 3 km de la carretera Cancún – Chetumal, siendo el acceso sobre un camino de terracería secundaria, en donde ya existe disruptores de esta, como lo es la infraestructura del tren maya, además, se localizará en "*segunda fila*" por detrás de un predio en el que no se realizará la remoción de vegetación como parte de este.
TU 18	Las actividades turísticas y/o recreativas estarán sujetas a estudios ecológicos especiales que determinen áreas y horarios de actividades, así como la capacidad de carga de conformidad con la legislación vigente en la materia.	No se contempla la realización de actividades turísticas ni recreativas como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
TU 21	En los casos en que las zonas aptas para el turismo colinden con alguna área natural protegida, deberán establecerse zonas de amortiguamiento entre ambas, a partir del límite del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento.	No se contempla la realización de actividades turísticas como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
TU 22	En el desarrollo de los proyectos Turísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna incluidos en la NOM 059.	No se contempla la realización de desarrollos turísticos como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
TU 23	Excepto lo mencionado en el criterio TU 22, en las actividades y los desarrollos turísticos, el área no desmontada quedará distribuida perimetralmente alrededor del predio y del conjunto de las edificaciones e infraestructura construidas.	Como puede deducirse de su nomenclatura, este criterio regula las actividades u obras relativas a un uso de suelo turístico, por lo que no sería aplicable al proyecto pretendido al no considerarse la realización de actividades de este tipo ni la construcción de instalaciones relacionadas con él.
TU 24	En las actividades y desarrollos turísticos, el cuidado conservación y mantenimiento de la vegetación del área no desmontada es obligación de los dueños del desarrollo o responsable de las actividades mencionadas, y en caso de no cumplir dicha obligación, se aplicarán las sanciones correspondientes conforme a la normatividad aplicable vigente.	No se contempla la realización de actividades ni la construcción de desarrollos turísticos como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con los Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum aplicables a la UGA Ff-1.

Criterio	Descripción	Análisis de Vinculación
TU 34	Los prestadores de servicios turísticos o comerciales y los instructores o guías deberán proporcionar a los usuarios las condiciones de seguridad necesarias para realizar las actividades para las cuales contraten sus servicios, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.	No se contempla la realización de actividades turísticas como parte del proyecto por lo que este criterio no se relaciona con él.
TU 40	Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.	No se proporcionarán alimentos a especies de fauna silvestre. Durante la construcción del proyecto se implementará un reglamento interno de obra en el cual se establecerá la estricta prohibición de dañar, molestar, cazar, extraer o comercial cualquier especie de flora o fauna silvestre que se encuentre en el área del proyecto y sus inmediaciones, considerando sanciones acordes a la gravedad de la falta.
TU 43	En las Zonas Arqueológicas solo se permite la construcción de obras, infraestructura o desarrollo avaladas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.	El proyecto no coincide con sitios arqueológicos, al menos, considerando la prospección inicial, no se avistó alguno. De cualquier manera, en congruencia con lo establecido en los Artículos 42 y 43 de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos, así como en los Artículos 42 y 43 de su Reglamento, se presentará ante el INAH el trámite de *Visto bueno de obra en áreas de monumentos arqueológicos o en que se presuma su existencia* correspondiente. Cabe resaltar que es dicha instancia quien tiene competencia para evaluar y autorizar las solicitudes relacionadas a aspectos arqueológicos y que, a su vez, las autorizaciones ambientales que en su caso sean emitidas sólo pueden referirse a los aspectos ambientales de obras y actividades.
TU 44	Antes de efectuar cualquier tipo de desarrollo e infraestructura se deberá efectuar un reconocimiento arqueológico y notificar al Instituto Nacional de Antropología e Historia de cualquier vestigio o sacbé (camino blanco maya) que se encuentre.	El proyecto no coincide con sitios arqueológicos, al menos, considerando la prospección inicial, no se avistó alguno. De cualquier manera, en congruencia con lo establecido en los Artículos 42 y 43 de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos, así como en los Artículos 42 y 43 de su Reglamento, se presentará ante el INAH el trámite de *Visto bueno de obra en áreas de monumentos arqueológicos o en que se presuma su existencia* correspondiente. Cabe resaltar que es dicha instancia quien tiene competencia para evaluar y autorizar las solicitudes relacionadas a aspectos arqueológicos y que, a su vez, las autorizaciones ambientales que en su caso sean emitidas sólo pueden referirse a los aspectos ambientales de obras y actividades.

III.1.4.3. Programas de Desarrollo Urbano (PDU).

El proyecto pretendido se ubica en el municipio de Tulum, Quintana Roo, el cual cuenta con el PDU del Centro de Población de Tulum decretado en 2008, sin embargo, el proyecto no está incluido en los polígonos que lo conforman.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

De cualquier forma, se realizará el trámite de licencia de construcción ante el ayuntamiento de Tulum para conocer si debe considerarse alguna restricción adicional, aun cuando el proyecto se ubica al interior de una instalación existente.

En la **Figura III.7.** se muestra la ubicación del proyecto respecto al PDU del centro de población de Tulum:



Figura III.6. Coincidencia del proyecto con el PDU del Centro de Población de Tulum.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

III.1.4.4. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

III.1.4.4.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP).

Las ANP´s son el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad. Se trata de porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante decreto presidencial o a través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas. Se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, los programas de ordenamiento ecológico y los respectivos programas de manejo. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

El proyecto **NO COINCIDE CON EL POLÍGONO DE NINGÚN ÁREA NATURAL PROTEGIDA** de ninguna categoría ni ámbito (ni municipal ni estatal ni federal), por lo que no se realiza la vinculación del proyecto pretendido ni con algún uso prohibido o permitido ni con la Reglas Administrativas de algún instrumento de esta categoría, pues no le resultan aplicables.

En la figura que se muestra seguidamente se presenta la relación del proyecto con respecto a las ANP´s más próximas.

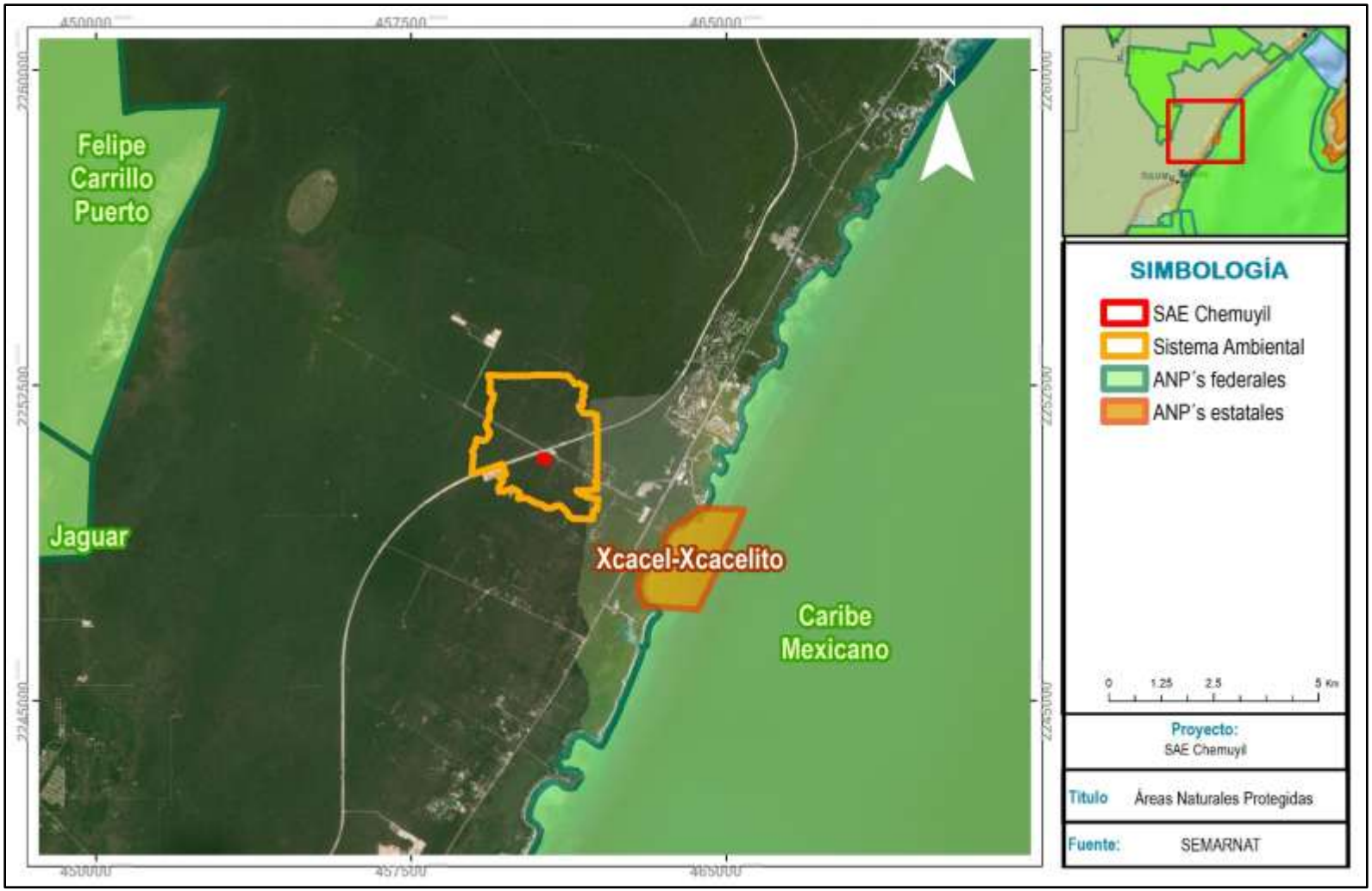


Figura III.7. Ubicación del proyecto con respecto a ANP´s.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

III.1.4.5. Regiones prioritarias.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), tiene la misión de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable, en beneficio de la sociedad. Por tal motivo, promueve el programa de identificación de regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en México; el programa identifica y agrupa zonas según sus las características físicas y biológicas del entorno que las constituyen, las cuales clasifica en regiones y áreas: Regiones Terrestres Prioritarias (RTP); Regiones Marinas Prioritarias (RMP); Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), y Áreas de Importancias para la Conservación de Aves (AICAS). Cada región y área, tiene el cometido de destacar la riqueza natural e integridad ecológica con mayor importancia en nuestro país, además de constatar que cuentan con las características idóneas para su conservación.

Antes que nada, se aclara que no es atribución ni obligación de este promovente realizar la evaluación del estado de conservación de las Regiones Prioritarias existentes en México, facultad que es conferida a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, según consta el ACUERDO mediante el cual fue creada, expedido el 16 de marzo de 1992, siendo que las regiones prioritarias tiene el propósito de destacar la riqueza natural e integridad ecológica con mayor importancia en nuestro país, además de constatar que cuentan con las características idóneas para su conservación que sean útiles en la planeación de estrategias de manejo y conservación y para brindar acceso a información sintetizada a los usuarios interesados. Por otro lado, en la información vertida en las fichas técnicas disponibles en la página de la CONABIO (http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/regionalizacion.html) se sintetiza su estado general, pues se incluyen sus características relevantes, las actividades económicas importantes, las problemáticas presentes e incluso, recomendaciones.

Por último, debe recordarse que la Regiones Prioritarias no son un elemento vinculante, sin embargo, indican condiciones ecológicas particulares encaminadas a fomentar un mayor cuidado en el aprovechamiento de las zonas que abarcan, tan es así que no establecen criterios que indiquen acciones a realizar en sus delimitaciones, así como tampoco prohibiciones, expresas. Por otro lado, como se ha explicado, sirven para generar información que sirva en la conservación de áreas ecológicamente

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

importantes, por ejemplo, mediante el ordenamiento del territorio, siendo que sirven, junto con otra información, para la definición de UGA´s y criterios dentro de éstas, con los cuales se ha procurado la concordancia del proyecto.

De esta manera, en los siguientes apartados se realiza una descripción referencial, dada la coincidencia de algunas de estas con el área del proyecto, aclarándose que las condiciones que se describen en cada una no son homogéneas en todo el polígono que las define, por lo que no se debe pensar en ellas como superficies prístinas libre de irrupción antrópica.

III.1.4.5.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

El proyecto no coincide con AICA´s (ver **Figura III.8.**).

III.1.4.5.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias.

El proyecto coincide con la **RHP** *105 Corredor Cancún – Tulum*. En esta RHP los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza, lo que le confiere buena permeabilidad. En la **Figura III.9** se muestra la coincidencia del proyecto con la RHP 105 Corredor Cancún – Tulum.

Sus principales problemáticas son la modificación del entorno por el establecimiento de complejos turísticos, la realización de obras de ingeniería para corredores turísticos, el relleno de áreas inundables, la formación y la modificación de la vegetación por remoción, así como la contaminación por la generación de aguas residuales y el manejo inadecuado de desechos sólidos.

En cuanto a esto, como ya se ha abordado, la UGA en la que se ubica el proyecto pretendido corresponde a la principal área de extracción de materiales pétreos en el municipio, siendo que su política es de aprovechamiento, por lo que no se espera que particularmente en el área del proyecto se presenten cada una de las principales problemáticas detectadas en este RHP. Por otro lado debe considerarse que la descripción que se muestra en la ficha de la RHP (https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-hidrologicas-prioritarias-de-mexico) alude a un área equivalente a 171,500 ha, por lo que dichas condiciones no pueden considerarse aplicables de manera homogénea y que tampoco puede particularizarse a la superficie del proyecto que apenas supera 1 ha (incluso el SA definido es de 817 ha, apenas el 0.48 % de la superficie de esta RHP), es decir que

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

dentro de esta RHP hay zonas que pueden presentar algunas de las características y problemáticas que se mencionan y otras que no.

Considerando particularmente las problemáticas mencionadas, se tiene que el proyecto no trata ni está relacionada con actividades o desarrollos turísticos, por lo que no propiciará *la modificación del entorno por el establecimiento de complejos turísticos*, de igual manera, no corresponde a *la realización de obras de ingeniería para corredores turísticos*; por otro lado, el sitio del proyecto no coincide con zonas con algún régimen de inundación, por loque no caerá en *el relleno de áreas inundables*; si bien se realizará la remoción de vegetación forestal, se considera que el proyecto no contribuirá significativamente a *la formación y la modificación de la vegetación por remoción*, puesto que se establecerán medidas para mitigar sus impactos potenciales, como los son el rescate y reubicación de individuos de especies de flora silvestre que se encuentren en el área del proyecto; en cuanto a *la contaminación por la generación de aguas residuales* y *el manejo inadecuado de desechos sólidos*, cabe señalar que este tipo de proyectos, una vez en operación no se considera típicamente un generador de aguas residuales, siendo que las únicas que serán producidas serán aquellas derivadas del uso de servicios sanitarios durante la etapa de construcción, para lo cual se contratará el servicio de letrina portátiles con prestador de servicios autorizado en la materia, quien se encargará de la limpieza de estos, así como de la disposición de las aguas residuales, mientras que se realizará un manejo integral de los residuos, en congruencia con lo dicho en la LGPGIR, gestionando los residuos de acuerdo a su tipo; para el caso particular de los residuos peligrosos, se contratarán prestadores de servicios autorizados por la SEMARNAT para su manejo y disposición final.

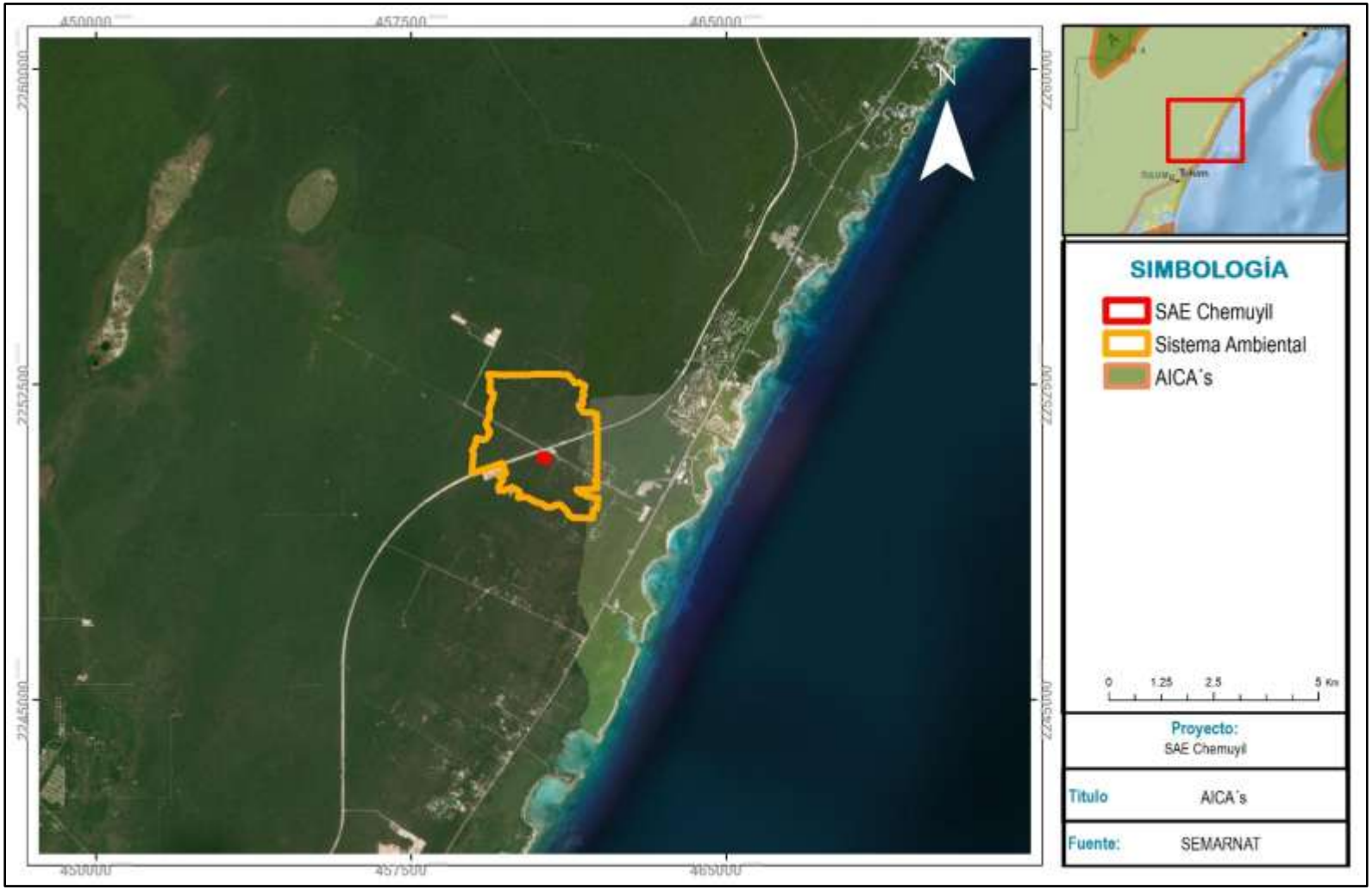


Figura III.8. Ubicación del proyecto con respecto a AICA´s.

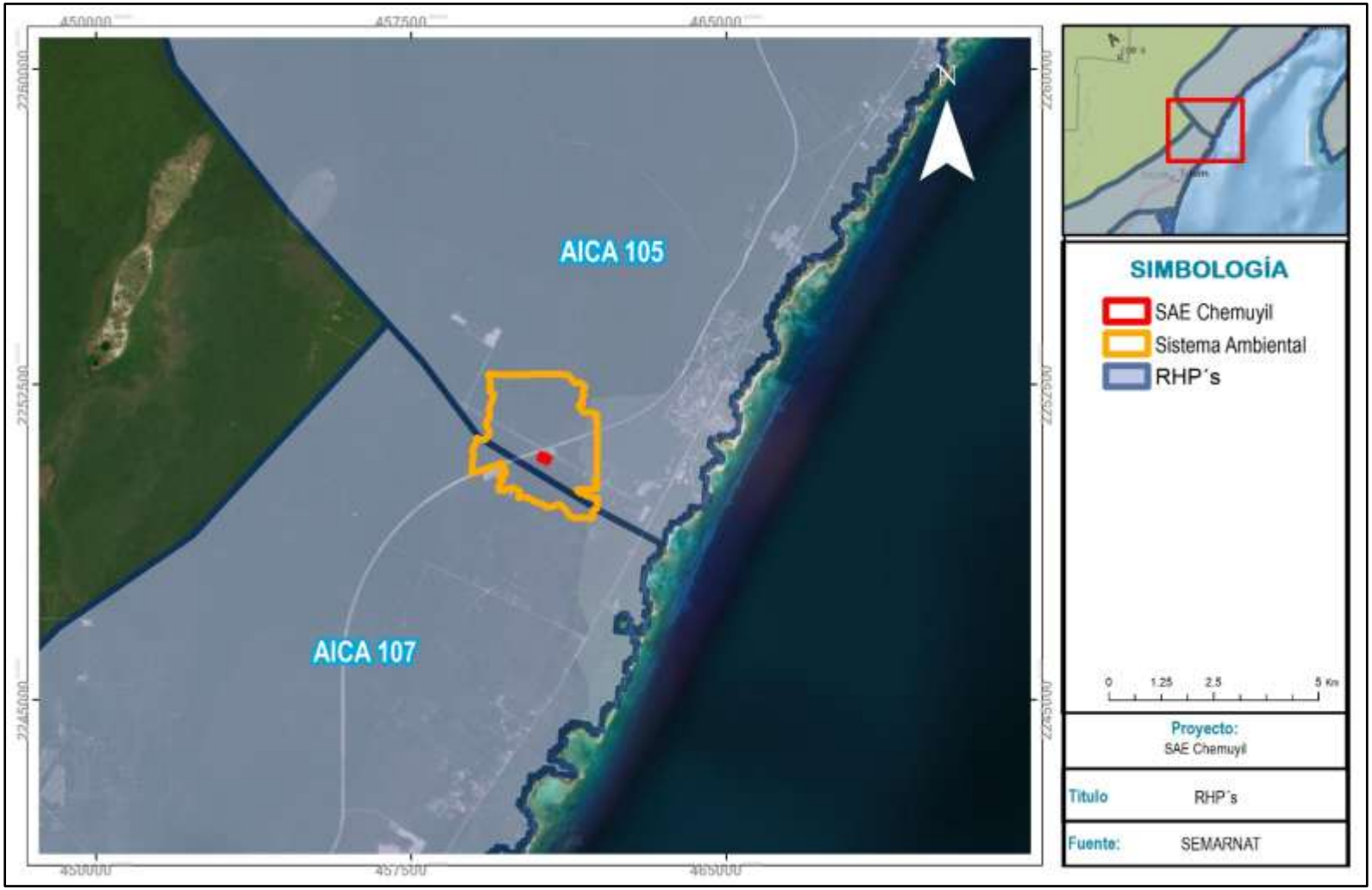


Figura III.9. Ubicación del proyecto con respecto a RHP´s.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

en su captación, se consideran las siguientes:

- *Aprovechamiento de fuentes autorizadas*. No se contempla la perforación y aprovechamiento de pozos de extracción de agua subterránea como parte del proyecto. En caso de requerirse el abastecimiento de agua para las actividades constructivas inherentes al proyecto, se realizará su adquisición en fuentes municipales autorizadas.
- *Instalación de sanitarios*. Se contratará el servicio de letrinas portátiles con un prestador de servicios autorizado en la materia, las cuales serán instaladas en los frentes de trabajo de acuerdo con el número de trabajadores. Será el mismo prestador de servicios quien se encargará de la limpieza y mantenimiento de éstas, así como de su disposición final.
- *Mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos*. Con esta medida pretende evitarse la ocurrencia de emisiones fugitivas, principalmente de sustancias derivadas de hidrocarburos (gasolina, aceites) que pudieran contaminar de manera directa el suelo o el agua. Cabe aclarar que los mantenimientos nunca serán realizados en el área del proyecto o sus colindancias, sino que se recurrirá al servicio en talleres autorizados en la zona urbana más cercana.
- *Atención de derrames*. En caso de la ocurrencia de algún derrame de hidrocarburos u otras sustancias, se realizará su contención y recuperación, la cual será manejada como residuo peligroso, para lo que se contará con un kit de contención de derrames.
- *Manejo integral de residuos*. La intención de la medida es realizar un manejo y disposición de los residuos que sean generados durante la realización de los trabajos que pudieran ocasionar afectación directa o bien, indirecta, por la formación de lixiviados, de acuerdo con su tipo: residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.
- *Talleres de concienciación e implementación de reglamento interno*. Consistirá en la impartición de pláticas de difusión relativas al cuidado del ambiente, el manejo de los residuos, entre otras, al personal que labore en la construcción de la obra, de manera que se logren las actitudes adecuadas en pro del ambiente.
- *Supervisión técnica*. Esta medida consistirá en la vigilancia permanente por parte de personal especializado (biólogo, ingeniero ambiental, ecólogo, etc.) del cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación que se establezcan.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

encaminadas a fomentar un mayor cuidado en el aprovechamiento de las zonas que abarcan. Por lo dicho, se considera que este elemento no representa un impedimento para la realización del proyecto, independientemente de que se realizarán las medidas preventivas y de mitigación pertinentes para evitar o disminuir los impactos esperados.

III.1.4.5.3. Regiones Marinas Prioritarias (RMP).

El proyecto coincide con la **RMP 64** *Tulum – Xpuha*. De acuerdo con la CONABIO, la RMP 64 es la zona con mayor aporte de agua dulce al mar. En esta RMP se observa el surgimiento de grandes desarrollos hoteleros y áreas turísticas crecientes, la zona está sometida a un intenso ecoturismo.

Sus principales problemáticas son la modificación del entorno por obras de dragado, el relleno de áreas inundables y la desforestación, además de la contaminación por la generación de aguas residuales y el manejo inadecuado de desechos sólidos, la presión creciente sobre especies como el manatí y tortugas, además de la falta de regulación en cuanto a que no existe normativa concerniente a caletas y cenotes por parte del sector turístico.

Debe considerarse que la descripción que se muestra en la ficha de la RHP (https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-marinas-prioritarias-de-mexico) alude a un área equivalente a 74,300 ha, por lo que dichas condiciones no pueden considerarse aplicables de manera homogénea y que tampoco puede particularizarse a la superficie del proyecto que apenas es de 2 ha (incluso el SA definido es de 817 ha, apenas el 1.10 % de la superficie de esta RMP), es decir que dentro de esta RMP hay zonas que pueden presentar algunas de las características y problemáticas que se mencionan y otras que no, por otro lado, cabe mencionar que el proyecto pretendido no coincide con la porción marina de esta RMP.

Por otro lado, se aclara que el proyecto no coincide con la porción marina de esta RMP. Como tal, no se considera que el proyecto represente un impacto importante para esta RMP dado el tipo de actividad a desarrollar, sin embargo, de manera similar a lo menciona para las RHP´s, será importante el cuidado de la calidad del agua, procurando un manejo integral de los residuos, el mantenimiento y verificación de los vehículos, maquinaria y equipos que sean utilizados durante las actividades para evitar fugas o derrames, además de realizar la concienciación sobre el cuidado de los recursos hídricos.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

especies como el manatí y tortugas, tampoco coincide con zonas con algún régimen de inundación, por loque no caerá en *el relleno de áreas inundables*; si bien se realizará la remoción de vegetación forestal, se considera que el proyecto no contribuirá significativamente a incrementar la *deforestación*, puesto que se establecerán medidas para mitigar sus impactos potenciales, como los son el rescate y reubicación de individuos de especies de flora silvestre que se encuentren en el área del proyecto; en cuanto a *la contaminación por la generación de aguas residuales* y *el manejo inadecuado de desechos sólidos*, cabe señalar que este tipo de proyectos, una vez en operación no se considera típicamente un generador de aguas residuales, siendo que las únicas que serán producidas serán aquellas derivadas del uso de servicios sanitarios durante la etapa de construcción, para lo cual se contratará el servicio de letrina portátiles con prestador de servicios autorizado en la materia, quien se encargará de la limpieza de estos, así como de la disposición de las aguas residuales, mientras que se realizará un manejo integral de los residuos, en congruencia con lo dicho en la LGPGIR, gestionando los residuos de acuerdo a su tipo; para el caso particular de los residuos peligrosos, se contratarán prestadores de servicios autorizados por la SEMARNAT para su manejo y disposición final; adicionalmente, como se ha comentado, no se contempla la realización de actividad ni la construcción de desarrollos turísticos como parte del proyecto, por lo que no incide en los impactos relacionados a la *falta de regulación en cuanto a que no existe normativa concerniente a caletas y cenotes por parte del sector turístico*.

Como tal, no se considera que el proyecto represente un impacto importante para esta RMP dado el tipo de actividad a desarrollar. Sin embargo, de manera similar a lo menciona para las RHP´s, será importante el cuidado de la calidad del agua, procurando un manejo integral de los residuos, el mantenimiento y verificación de los vehículos, maquinaria y equipos que sean utilizados durante las actividades para evitar fugas o derrames, además de realizar la concienciación sobre el cuidado de los recursos hídricos.

Por lo dicho en el párrafo anterior, como parte de las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales esperados, así como dar cumplimiento al criterio de excepcionalidad relativo a mitigar el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, se consideran las siguientes:

- *Instalación de sanitarios*. Se contratará el servicio de letrinas portátiles con un prestador de servicios autorizado en la materia, las cuales serán instaladas en

[redacted]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- *Mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos*. Con esta medida pretende evitarse la ocurrencia de emisiones fugitivas, principalmente de sustancias derivadas de hidrocarburos (gasolina, aceites) que pudieran contaminar de manera directa el suelo o el agua. Cabe aclarar que los mantenimientos nunca serán realizados en el área del proyecto o sus colindancias, sino que se recurrirá al servicio en talleres autorizados en la zona urbana más cercana.
- *Atención de derrames*. En caso de la ocurrencia de algún derrame de hidrocarburos u otras sustancias, se realizará su contención y recuperación, la cual será manejada como residuo peligroso, para lo que se contará con un kit de contención de derrames.
- *Manejo integral de residuos*. La intención de la medida es realizar un manejo y disposición de los residuos que sean generados durante la realización de los trabajos que pudieran ocasionar afectación directa o bien, indirecta, por la formación de lixiviados, de acuerdo con su tipo: residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.
- *Talleres de concienciación e implementación de reglamento interno*. Consistirá en la impartición de pláticas de difusión relativas al cuidado del ambiente, el manejo de los residuos, entre otras, al personal que labore en la construcción de la obra, de manera que se logren las actitudes adecuadas en pro del ambiente.
- *Supervisión técnica*. Esta medida consistirá en la vigilancia permanente por parte de personal especializado (biólogo, ingeniero ambiental, ecólogo, etc.) del cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación que se establezcan.

Por último, debe recordarse que la Regiones Prioritarias no son elementos vinculantes, lo cual se hace evidente al no presentar reglas, normas o criterios a seguir, siendo más bien indicativos, sin embargo, señalan condiciones ecológicas particulares encaminadas a fomentar un mayor cuidado en el aprovechamiento de las zonas que abarcan. Por lo dicho, se considera que este elemento no representa un impedimento para la realización del proyecto, independientemente de que se realizarán las medidas preventivas y de mitigación pertinentes para evitar o disminuir los impactos esperados.

En la **Figura III.11** se muestra la coincidencia del proyecto con esta RMP.

III.1.4.5.4. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

El proyecto no coincide con RTP´s (ver **Figura III.12**).

[redacted]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

con base al cumplimiento de criterios específicos con la finalidad de servir como referencia para la gestión de las comunidades locales y grupos interesados en la conservación y manejo sustentable.

El proyecto no coincide con sitios RAMSAR (ver **Figura III.13**).



Figura III.11. Ubicación del proyecto con respecto a RMP´s.

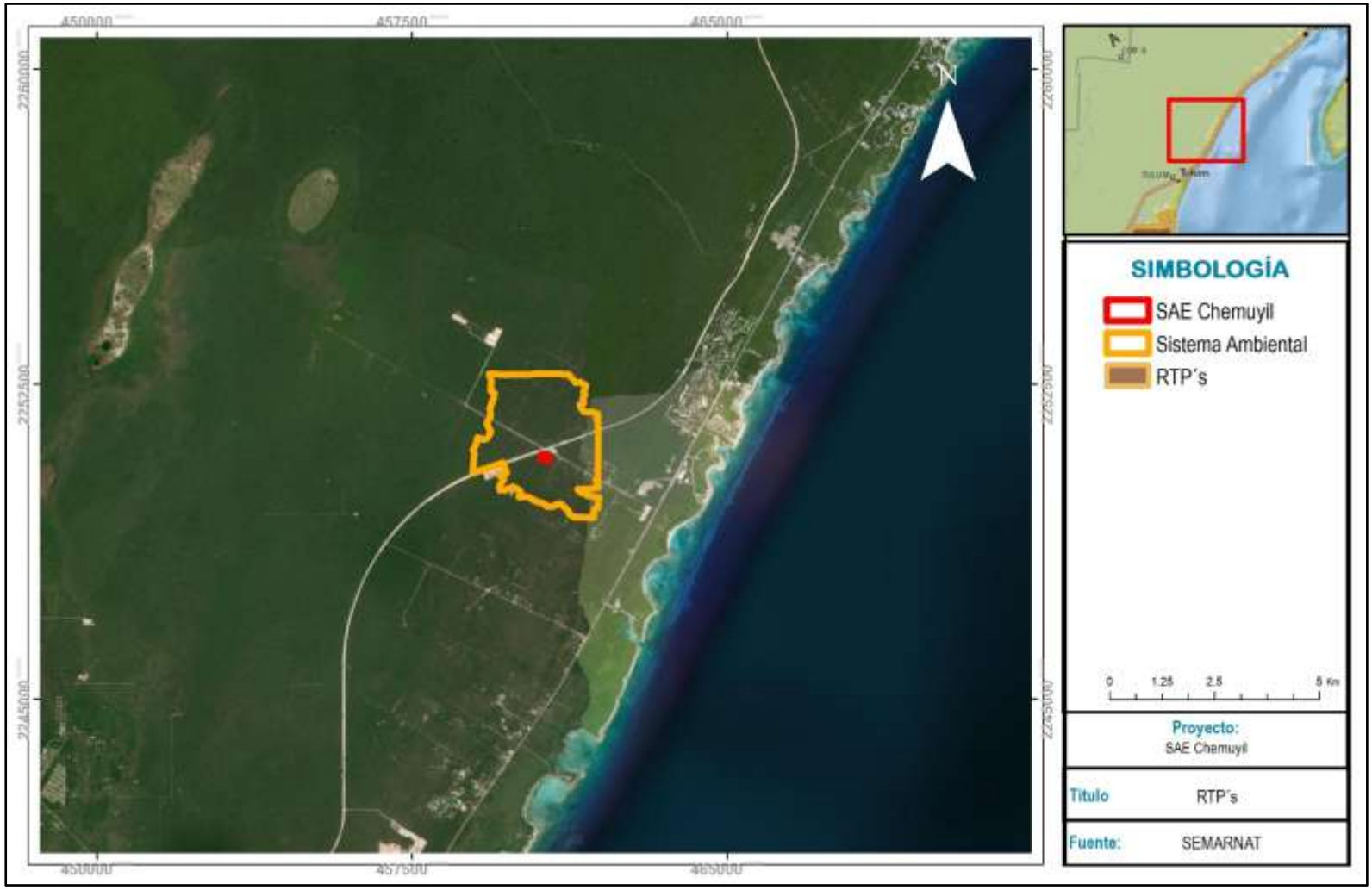


Figura III.12. Ubicación del proyecto con respecto a RTP´s.

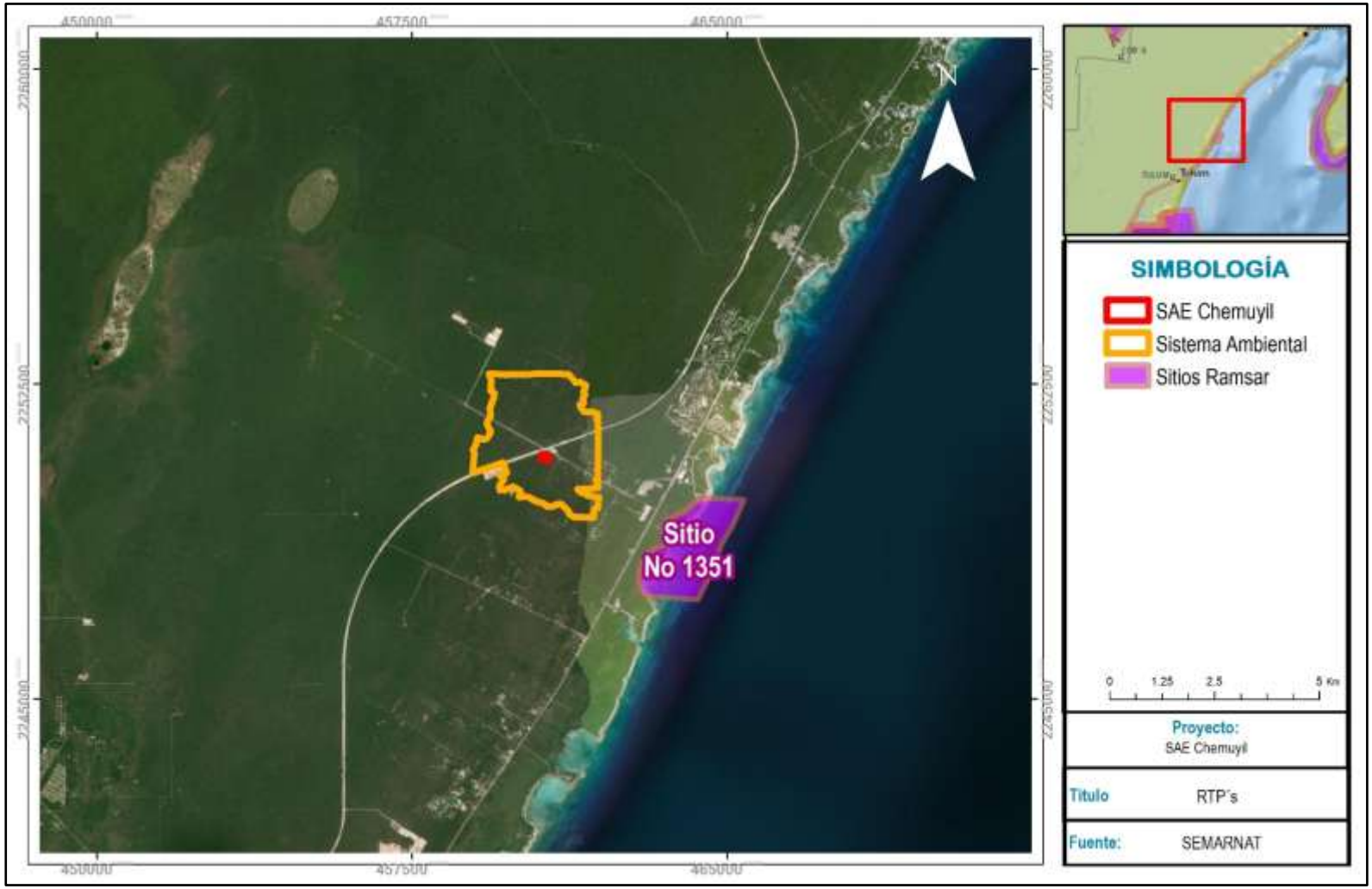


Figura III.13. Ubicación del proyecto con respecto a sitios RAMSAR.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

carácter regulatorio que adecua la conducta de los agentes económicos a los fines del Estado relacionados con la protección del ambiente y el equilibrio ecológico. Por tanto, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales conforme a sus facultades ha emitido en materia de agua, suelo, protección de flora y fauna, ruido, impacto ambiental, residuos, contaminación por fuentes fijas y/o móviles, etc., normas que señalan su ámbito de validez, vigencia y la gradualidad en su aplicación.

En lo que respecta al proyecto, a continuación, se listan las NOM´s que se consideran vinculables al proyecto:

Tabla 17. Vinculación del proyecto con las NOM´s.

Norma Oficial Mexicana	Especificaciones	Vinculación
En materia de emisiones móviles a la atmósfera		
NOM-041-SEMARNAT-2015 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	4.2.1 4.2.2 4.5 5.1.3 5.1.5	Se realizará mantenimiento preventivo y, en su caso, correctivo, programado y periódico de los vehículos, maquinaria y equipos que sean empleados durante la construcción de las obras que conforman el proyecto. En el caso de vehículos de transporte, si fuera el caso, se realizarán verificaciones de acuerdo con lo que indique la normativa municipal. Debe considerarse que, estrictamente, esta norma indica que no es aplicable para maquinaría de construcción, sin embargo, se realizará el mantenimiento de toda la maquinaria que sea utilizada.
NOM-045-SEMARNAT-2017 Protección ambiental.- vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición	7.1	
En materia de residuos peligrosos		
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	6.2 7.1	Se realizará la identificación de los residuos generados mediante esta norma, de manera que aquellos que sean catalogados como residuos peligrosos sean separados y colocados en un almacén hecho *ex profeso*, con las condiciones mínimas establecidas en la LGPGIR y su Reglamento. Posteriormente, para su disposición final, se contratarán los servicios de prestadores de servicio autorizados para el manejo, transporte y disposición final de este tipo de residuos. Ningún residuo será almacenado por un tiempo mayor a 6 meses.
NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad	5.1.	De acuerdo con la identificación de las características de los residuos peligrosos que se generen, se asegurará que durante

[redacted]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana		aquellos residuos incompatibles de acuerdo.
En materia de vida silvestre		
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	5.1.	Esta Norma fue utilizada para determinar cuáles de las especies de flora y fauna registradas, están bajo algún régimen de protección especial. Se toman bajo consideración especial a las especies de flora y fauna que se encuentren sujetas a la presente norma, donde aplican Programas de Manejo de Flora y Fauna Silvestre para mantenerlas distribuidas dentro del ecosistema. En el supuesto de encontrar especies incluidas en esta NOM, se tomarán las medidas necesarias para salvaguardar a los individuos como reubicación. Incluso al momento se pretende reproducir individuos (flora) que se encuentren en la norma y así disminuir el impacto hacia estas especies en alguna categoría de riesgo reforestándolas. Se hacen recomendaciones con relación a las especies de fauna silvestre amenazadas, para en caso de encontrarse en algún espacio de operación se tomen las medidas necesarias, como es ahuyenta miento o reubicación, en caso necesario y así procurar su conservación. Se menciona que también se considera la **modificación de su anexo normativo III**.
En materia de contaminación por ruido.		
NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición	5.9.1.	Se realizará mantenimiento preventivo y, en su caso, correctivo, programado y periódico de los vehículos, maquinaria y equipos que sean empleados durante la construcción de las obras que conforman el proyecto. En el caso de vehículos de transporte, si fuera el caso, se realizarán verificaciones de acuerdo con lo que indique la normativa municipal.
En materia de contaminación del suelo.		
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	6.2	Esta norma sólo aplicaría en el supuesto de que ocurrieran derrames de hidrocarburos o derivados en suelo natural; en el caso de suceder un evento de este tipo, se tomarán en consideración los lineamientos para el muestreo y su

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

		posterior remediación.
En materia de residuos de manejo especial.		
NOM-161-SEMARNAT-2011 Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	3.1. 7 9.1	Se tomarán en consideración las especificaciones de esta norma para la identificación y manejo integral de los residuos sólidos de manejo especial, mismo que se plasmará en el programa de manejo.

III.2. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS ESTATALES.

III.2.1. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del estado de Quintana Roo.

Artículo 1º.- La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, y regular las acciones tendentes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como las de protección del ambiente del Estado de Quintana Roo, de acuerdo con las siguientes bases:

IX. Regular y vigilar los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial;

Artículo 5º.- Corresponden al Estado, como orden de gobierno, por conducto de la Secretaría, del Instituto o de la Procuraduría, según sea el caso, las siguientes atribuciones:

VI. La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de residuos industriales de manejo especial;

Artículo 6º.- Corresponde al Municipio, como orden de gobierno, la atención y control de los asuntos que afecten al ambiente en su territorio, para lo cual deberán crear las unidades administrativas respectivas, con el propósito de cumplir con las siguientes atribuciones:

IV. La regulación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte,

[redacted]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Dado que se contempla que como parte del proyecto se generen residuos sólidos urbanos y de manejo especial y considerando que, de acuerdo con lo dicho en el articulado que se cita, estos son competencia estatal, se realizará la consulta a la Secretaría estatal respecto a la existencia de sitios de disposición final habilitados en el estado, así como la necesidad de que estos sean transportados por prestadores de servicios autorizados en la materia y la existencia de un padrón estatal de estos.

Artículo 116.- Las emisiones de contaminantes generadas por fuentes móviles, que circulen en el territorio estatal, no deberán rebasar los límites máximos permisibles señalados en las normas oficiales mexicanas.

Artículo 117.- Los propietarios o poseedores de vehículos automotores verificarán periódicamente éstos, con el propósito de controlar, en la circulación de los mismos, las emisiones contaminantes. Dicha verificación deberá efectuarse en los periodos y centros de verificación vehicular autorizados por la Secretaría.

La omisión de dicha verificación o la falta de cumplimiento de las medidas que para el control de emisiones se establezcan, será objeto de sanciones en los términos que prevenga esta ley, sus disposiciones reglamentarias y demás ordenamientos aplicables.

Artículo 118.- En materia de fuentes móviles, con excepción del transporte público federal:

I. Corresponde a la Secretaría:

b) Establecer programas de verificación vehicular obligatoria;

d) Autorizar, previo estudio de factibilidad, el establecimiento y operación de los centros de verificación para vehículos automotores;

f) Autorizar a los centros de verificación la expedición de constancias respecto de los vehículos que se hubieren sometido al procedimiento de verificación obligatoria, las cuales aprobarán o negarán la misma;

h) Integrar un registro de los centros de verificación vehicular; e

En este sentido, en primera instancia, se menciona que se establecerá un programa de mantenimiento periódico para la maquinaria y vehículos que sean utilizados durante el proceso constructivo, de manera que estos sean llevados a talleres autorizados para su revisión y mantenimiento preventivo/correctiva, con lo cual se aseguré que operarán

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

combustible utilizado).

Por otro lado, se realizará la consulta a la autoridad estatal respecto a la existencia de centro de verificación vehicular autorizados siendo que, en su caso, los vehículos automotores serán sometidos a esta de acuerdo con la periodicidad que se establezca en la legislación aplicable, obteniendo constancia de ello.

III.2.2. Ley de Vida Silvestre para el estado de Quintana Roo.

Artículo 33.- Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios. La Secretaría aprobará el establecimiento de cercos no permeables y otros métodos como medida de manejo para ejemplares y poblaciones de especies nativas, cuando así se requiera para proyectos de recuperación y actividades de reproducción, repoblación, reintroducción, traslocación o preliberación.

Esta Ley alude principalmente a actividades de manejo y aprovechamiento de la vida silvestre, lo cual no corresponde con lo pretendido para la realización del proyecto.

En cuanto al Artículo que específicamente se cita, se menciona que el proyecto pretendido contará con una cerca perimetral, la cual se considera más que nada una medida de seguridad, tanto para personas como para especies faunísticas, pues al tratarse de una instalación de almacenamiento de energía eléctrica la interacción con ella representa un riesgo de contacto eléctrico.

III.2.3. Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del estado de Quintana Roo.

Artículo 8. Para los efectos de la presente Ley, se entenderá las siguientes:

II. Almacenamiento: Retención temporal de los residuos en lugares propicios para prevenir daños al ambiente, los recursos naturales y a la salud de la población en tanto son recolectados para su reutilización, reciclado, coprocesamiento, tratamiento o disposición final.

VI. Biorresiduos: Los sustratos orgánicos biodegradables de origen vegetal y/o animal o residuos biodegradables, susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario, comercial o derivado del arrastre de corrientes marinas, siempre que estos últimos sean similares a los primeros.

[redacted]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

el proceso que lo generó.

Artículo 14. En función de la cantidad de residuos que generan, se clasifican en:

I. Micro generador: Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta 400 kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;
II. Pequeño generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a 400 kilogramos y menor a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y
III. Gran generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Respecto al articulado citado, se entiende que, a diferencia de lo que establece el Artículo 42 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos , esta Ley define lo conducente a Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Manejo Especial, siendo que la categoría de generador no la establece con base a la cantidad de generación de Residuos Peligrosos, sino que menciona residuos en general, entendiéndose que se excluyen justamente los Residuos Peligrosos por ser competencia de la federación.

Teniendo en cuenta lo anterior, se menciona que los residuos más voluminosos que se contempla producir son residuos pétreos derivados de excavaciones, así como el material vegetal que resultará de la remoción de vegetación, los cuales sumados a otros residuos de este tipo no se consideran rebasarán las 10 toneladas, considerando el tamaño de la instalación.

Artículo 21. En materia de residuos, está prohibido:

XI. El almacenamiento por más de 6 meses de residuos sólidos urbanos, biorresiduos y de manejo especial en las fuentes generadoras o empresas de servicios;
XII. La mezcla de residuos sólidos urbanos, biorresiduos y de manejo especial;

De acuerdo con lo establecido en este Artículo, se asegurará que los Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Manejo Especial que sean generados no permanezcan almacenados por un periodo mayor a 6 meses, contados a partir de su generación. Así mismo, se realizará la consulta a la Secretaría estatal respecto a la existencia de sitios

[redacted]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Artículo 62. Los grandes generadores de residuos sólidos urbanos, biorresiduos y de manejo especial, están obligados a:

I. Solicitar ante la Secretaría, el registro su Plan de Manejo de Residuos, avalado por un prestador de servicios registrado ante la misma;
II. Anexar al Plan de Manejo, el plan de contingencia ambiental que involucre la posible generación y/o liberación de residuos al ambiente, antes, durante y después de un desastre de causa natural o antropogénica, con base en la evaluación de riesgos, disponibilidad de recursos materiales y humanos, preparación de la comunidad y capacidad de respuesta;
III. Incluir una bitácora física y electrónica, en la cual se registren los datos sobre generación, prestadores de servicios autorizados y contratados, modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos de este ordenamiento y los que deriven de la misma, y
IV. IV. Presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que se sujetaron los residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan en el Reglamento de la presente Ley.

Como se mencionó, no se estima que los residuos que serán generados rebasen las 10 toneladas al año, considerando el tamaño de la instalación, por lo cual no se aplicaría lo que se menciona en el Artículo respecto a los planes de manejo.

III.2.4. Ley de Acción de Cambio Climático en el estado de Quintana Roo.

Artículo 18 TER. La Secretaría integrará un Registro Estatal de Emisiones con la finalidad de inscribir los reportes de emisiones de las fuentes fijas y móviles de competencia estatal, el cual contendrá los siguientes elementos:

I. Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro Estatal de Emisiones.
II. Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia estatal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas.
III. Las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas que deberán ser reportadas.

[redacted]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Artículo 43.- La Procuraduría de Protección al Ambiente realizará por conducto del personal debidamente autorizado visitas de inspección en las fuentes emisoras sujetas a reporte, para verificar la información proporcionada, así como su entrega en tiempo y forma, de conformidad con la normativa aplicable, así como de acuerdo con las disposiciones reglamentarias que de esta Ley se deriven.

Con relación al articulado mencionado, se tiene que no se conoce la existencia de un reglamento de esta Ley en la que se establezcan los gases o compuestos de efecto invernadero ni las cantidades de estos sujetos a reporte; derivado de esto, no se entiende cuál sería el criterio para que la autoridad estatal realizara, en su caso, visitas de verificación, sin embargo, en caso de ocurrir, serán atendidas previa recepción de un acta de inspección.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B PARTICULAR.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (SAE) CHEMUYIL

ABRIL 2026

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 1

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

IV.1.1. Delimitación del área del Sistema Ambiental (SA)..... 1

IV.2. Caracterización del Sistema Ambiental (SA). 6

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA. 7

IV.2.1.1. Tendencias del cambio de uso de suelo en área del SA. 5

IV.2.1.2. Matriz de Tabulación Cruzada. 6

IV.3. Caracterización. 9

IV.3.1. Medio abiótico. 9

IV.3.1.1. Clima 9

IV.3.1.1.1. Tipos de Climas. 9

IV.3.1.1.2. Estaciones Climatológicas. 12

IV.3.1.1.3. Temperatura promedio mensual y anual. 12

IV.3.1.1.4. Precipitación promedio mensual y anual. 13

IV.3.1.1.5. Periodo de sequía. 15

IV.3.1.1.6. Ciclones Tropicales 18

IV.3.1.1.7. Inundaciones 21

IV.3.1.1.1. Vulnerabilidad al cambio climático. 21

IV.3.1.1.2. Incendios..... 29

IV.3.1.1.3. Velocidad del Viento 31

IV.3.1.2. Calidad del Aire. 32

IV.3.1.2.1. Sistema Nacional de Información para la calidad del Aire (SINAICA). 32

IV.3.1.2.2. Monitoreos de contaminantes atmosféricos en el Estado de Quintana Roo. 34

IV.3.1.3. Geología y geomorfología. 37

IV.3.1.3.1. Fallas y Fracturas 39

IV.3.1.3.2. Zona Sísmica 41

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IV.3.1.4. Edafología 47

IV.3.1.4.1. Unidades de Suelo 47

IV.3.1.4.2. Estado de conservación del suelo 50

IV.3.1.5. Erosión Hídrica. 54

IV.3.1.5.1. Erosión hídrica en el Sistema Ambiental (SA). 54

IV.3.1.5.2. Erosión hídrica en el Área forestal del proyecto. 54

IV.3.1.5.3. **Escenario 1.** Erosión hídrica en condiciones actuales en el área forestal. 55

IV.3.1.5.4. **Escenario 2.** Erosión hídrica una vez ejecutado el proyecto en el área forestal. 55

IV.3.1.5.5. Volumen de erosión hídrica a mitigar (Ton/Año). 56

IV.3.1.6. Erosión eólica. 57

IV.3.1.6.1. Estimación del índice de Agresividad del Viento 58

IV.3.1.1. Hidrología 60

IV.3.1.1.1. Hidrología Superficial 60

IV.3.1.1.2. Región Hidrológica “Yucatán NORTE” (RH32). 62

IV.3.1.1.3. Cuenca hidrológica “Quintana Roo” (RH32A). 62

IV.3.1.1.4. Disponibilidad media anual de agua superficial en la región hidrológica 32 Yucatán Norte. 62

IV.3.1.1.5. Recursos hidrológicos (cuerpos de agua y ríos) presentes en el Sistema Ambiental. 63

IV.3.1.1.6. Hidrología subterránea 63

IV.3.1.1.7. Determinación de la disponibilidad media anual de agua (DMA). 64

IV.3.1.1.8. Recarga total media anual (R). 64

IV.3.1.1.9. Descarga natural comprometida (DNC). 65

IV.3.1.1.10. Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS). 65

IV.3.1.1.11. Disponibilidad media anual de aguas subterráneas (DMA). ... 65

IV.3.1.1.12. Calidad del agua en el SA. 66

IV.3.1.2. Balance hídrico. 68

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IV.3.1.4.1. Escenario 1 Sin CUSTF y con cobertura vegetal..... 69
IV.3.1.4.2. Escenario 2 con CUSTF sin cobertura vegetal. 69
IV.3.1.4.3. Comparación de Escenario 1 y Escenario 2. 69
IV.3.1.5. Ubicación del Sistema Ambiental Regional con respecto a las Áreas de Importancia Ecológica (ANP, RTP, RHP, AICAS)..... 71
IV.3.1.5.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).71
IV.3.1.5.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). 71
IV.3.1.5.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). 72
IV.3.1.5.3. Regiones Marinas Prioritarias (RMP). 76
IV.3.1.5.4. Sitios RAMSAR. 76
IV.3.1.5.5. Áreas Naturales Protegidas (ANP´s). 79
IV.3.1.5.6. Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM). 81
IV.3.1.5.7. Rutas migratorias de aves. 83
IV.3.1.6. Medio biótico. 85
IV.3.1.6.1. Flora. 85
IV.3.1.6.2. Tipos de vegetación en el área del proyecto. 87
IV.3.1.6.3. Caracterización de la vegetación del sistema ambiental (SA) y el área del proyecto (AP) sujeto a ACUSTF. 87
IV.3.1.6.4. Materiales y métodos. 89
IV.3.1.6.5. Forma y dimensiones de las Unidades o sitios de Muestreo (UM) 90
IV.3.1.6.6. Etapas y desarrollo de las Actividades de muestreo de la vegetación de selva mediana subperennifolia en el área del proyecto y su sistema ambiental. 91
IV.3.1.6.7. Establecimiento de las UM en el SA y AP 93
IV.3.1.7. Delimitación de las Unidades de Muestreo en el AP y SA del proyecto. 93
IV.3.1.7.1. Levantamiento de las variables dasometricas en las unidades de muestreo en el área de estudio en la VSA/SMQ. 97
IV.3.1.7.2. Trabajo de gabinete. 99

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IV.3.1.7.4. Curva de acumulación de especies. 102

IV.3.1.7.5. Curva de acumulación de especies por estrato de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el área de estudio (SA-AP). 106

IV.3.1.8. Descripción de la composición florística de la vegetación de SMQ en el SA y en el AP SAE Chemuyil. 115

IV.3.1.8.1. Especies con alguna categoría de riesgo o endémicas en el área de estudio. 120

IV.3.1.8.2. Análisis de diversidad de la vegetación en el Sistema Ambiental y área del proyecto. 122

IV.3.1.8.3. Riqueza específica y Diversidad de especies registradas en el sistema ambiental SA y área del proyecto (AP). 123

IV.3.1.8.4. Riqueza y diversidad de registradas en las UM de 500 m^2, 16 m^2 y 1 m^2 en el sistema ambiental (SA) y área del proyecto (AP) SAE Chemuyil. 123

IV.3.1.8.5. Similitud florística del área del proyecto (AP) respecto al sistema ambiental (SA). 125

IV.3.1.9. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies en las UM del SA y del proyecto (CUSTF). 126

IV.3.1.10. Fauna. 133

IV.3.1.10.1. Distribución potencial de fauna silvestre en el Sistema Ambiental (SA). 136

IV.3.1.10.2. Anfibios: 136

IV.3.1.10.3. Reptiles. 136

IV.3.1.10.4. Aves. 137

IV.3.1.10.5. Mamíferos. 137

IV.3.1.11. Muestreo de fauna silvestre. 138

IV.3.1.11.1. Metodología. 138

IV.3.1.12. Método de muestreo por grupo faunístico. 141

IV.3.1.12.1. Herpetofauna. 141

IV.3.1.12.2. Avifauna. 142

IV.3.1.12.3. Mastofauna. 143

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IV.3.1.13.2. Densidad (ind/ha) e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA). 147
IV.3.1.13.3. Riqueza y Estimadores de riqueza para la confiabilidad del muestreo. 148
IV.3.1.13.4. Índices de Diversidad. 149
IV.3.1.13.5. Rarefacción. 150
IV.3.1.13.6. Nomenclatura y clasificación taxonómica. 150
IV.3.1.13.7. Resultados. 151
IV.3.1.13.8. Herpetofauna. 157
IV.3.1.13.9. Herpetofauna del AP. 158
IV.3.1.13.10. Herpetofauna del SA. 158
IV.3.1.13.11. Evaluación de la diversidad de Herpetofauna. 161
IV.3.1.13.12. Curva de Rarefacción y confiabilidad del muestreo. 162
IV.3.1.13.13. Avifauna. 162
IV.3.1.13.14. Avifauna del AP. 164
IV.3.1.13.15. Avifauna del SA. 165
IV.3.1.13.16. Evaluación de la diversidad de Avifauna. 172
IV.3.1.13.17. Curva de Rarefacción. 173
IV.3.1.13.18. Mastofauna. 173
IV.3.1.13.19. Evaluación de la diversidad de Mastofauna. 178
IV.3.1.13.20. Curva de Rarefacción. 179
IV.2.4.2.6 Especies de importancia para la conservación. 179
IV.3.1.14. Estacionalidad de las Aves 186
IV.3.1.15. Análisis integral de la fauna presente en el AP y SA. 187
IV.3.1.15.1. Riqueza específica y estimadores de abundancia 187
IV.3.1.15.2. Índices de diversidad para el SA y AP 188
IV.3.1.16. Medio socioeconómico. 189
IV.3.1.17. Demografía. 191
IV.3.1.17.1. Población total y desagregada por sexo. 191
IV.3.1.17.2. Escolaridad 192

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IV.3.1.17.5. Características socioeconómicas 197
IV.3.1.17.6. Infraestructura 199
IV.4. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto 200
IV.4.1. Balance hídrico. 201
IV.4.1.1. Infiltración en el Sistema Ambiental. 202
IV.4.1.2. Infiltración en el CUSTF o área del proyecto. 202
IV.4.1.2.1. Escenario 1 Sin CUSTF y con cobertura vegetal. 202
IV.4.1.2.2. Escenario 2 con CUSTF sin cobertura vegetal. 202
IV.4.1.2.3. Comparación de Escenario 1 y Escenario 2. 203
IV.4.2. Captura de carbono. 204
IV.4.2.1. Primer escenario. Condición Actual - Toneladas de carbono almacenado en la biomasa presente en la superficie sujeta a CUSTF. 204
IV.4.2.2. VI.4.2. Segundo Escenario. 205
IV.4.3. Generación de oxígeno. 205
IV.4.1. Amortiguamiento de los fenómenos naturales 206
IV.4.2. Regulación climática 206
IV.4.3. Protección de la biodiversidad, ecosistemas y formas de vida 207
IV.4.3.1. Flora 207
IV.4.3.2. Fauna 212
IV.4.1. La Protección y recuperación de suelos 219
IV.4.1.1. Erosión hídrica en el Sistema Ambiental (SA) 219
IV.4.1.2. Erosión hídrica en el Área forestal del proyecto. 220
IV.4.1.2.1. Escenario 1. Erosión hídrica en condiciones actuales en el área forestal. 220
IV.4.1.2.2. Escenario 2. Erosión hídrica una vez ejecutado el proyecto en el área forestal. 220
IV.4.1.2.3. Volumen de erosión hídrica a mitigar (ton/año). 221
IV.4.2. Erosión eólica 222

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IV.5. Bibliografía..... 226

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

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

IV.1.1. Delimitación del área del Sistema Ambiental (SA).

En primer lugar, se señala que el *instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de Cambio De Uso De Suelo Forestal, modalidad B-Particular* menciona en su apartado *IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto* cuarto párrafo que"*...para el caso de la evaluación de impacto ambiental es necesario contar con un sistema de referencia, el cual al tener límites territoriales, permite delimitar el ámbito de análisis de la estructura y el funcionamiento de uno o más ecosistemas*", entendiéndose de esto último que primero debe hacerse la delimitación y, una vez teniéndola, el análisis de los componentes ambientales, no al revés.

Así, para el caso del proyecto, se tiene que el polígono donde se pretende su implementación se localiza en una zona cercana a las localidades de Chemuyil y Chan Chemuyil en el municipio de Tulum. En primera instancia, para delimitar los límites del área de estudio y para la elaboración del Sistema Ambiental (SA), así como las condiciones físicas y bióticas que las caracterizan, dado que no había una imagen que correspondiera a la carta de la zona de Chemuyil, en el municipio de Tulum, se recurrió al Continuo de Elevaciones Mexicano, correspondiente al territorio nacional, con una resolución de 15 metros de la Biblioteca digital de Mapas del INEGI (https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/), de la cual se realizó un corte de aproximadamente 12 por 14 kilómetros, considerando que abarcara completamente el espacio en el que se ubica el proyecto. Los datos fueron manejados y procesados mediante le software Arcmap 10.4, a través de sus distintas herramientas.

Como primer paso, se realizó el llenado de vacíos existentes, a través de la herramienta "*fill*" del software, de manera que se evitaran picos y vacíos, haciendo la imagen más uniforme. A continuación, se realizó la estimación de la dirección del flujo en el área de interés mediante la herramienta "*flow direction*". Esto permite establecer una dirección a cada píxel del ráster el cual indicará hacia dónde corre el flujo, adquiriendo

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

serán en las que éste se concentra.

Una vez obtenida la acumulación de flujo es posible modelar la red de drenaje. Para este proceso se utilizó la "*Raster calculator*", indicando el valor que permitiera inferir las celdas que forman parte de un cauce. Después, se segmentó la red obtenida para individualizarlos, usando la herramienta "*Stream link*". En este caso, para la ordenación de la red de drenaje se utilizó el método de Strahler, en el que cada segmento tiene un valor inicial de 1, siendo estos los cauces sin afluentes; cuando dos cauces de primer orden confluyen, se considera un segmento de segundo orden, con un valor de dos; si un cauce de primer orden y uno de segundo coinciden, predomina el de mayor valor, no siendo aditivos; si dos cauces de segundo orden se unen, entonces tenemos un cauce de tercer orden y así sucesivamente. Una vez hecho lo anterior, el elemento obtenido se convirtió a formato vectorial (.shp) utilizando la herramienta "*Stream to feature*", pues esta capa servirá para geoprocesos subsecuentes. A la par, se generaron las microcuencas que el software define con base a los cálculos realizados, lo cual se hace con la herramienta "*Basin*". Ahora, con la capa en formato shapefile derivada del resultado del ordenamiento de cauces se utilizó la herramienta "*Feature Vertices to Point*", especificando que únicamente se obtuvieran los vértices finales, los cuales representan los puntos de salida en los que vierten los flujos determinados. Sobre esta capa se realizó una selección dentro de un rango de 1,000 metros respecto a la ubicación del SAE Katenah, considerando que estos serían los puntos de descarga más íntimamente relacionados al proyecto, los cuales fueron extraídos en una capa nueva. Posteriormente, con la capa de los puntos de drenaje extraídos se obtuvieron las microcuencas asociadas a los puntos de descarga como una sola capa utilizando la herramienta "*Watershed*", con lo que se conformó una sola, que correspondería al Sistema Ambiental.

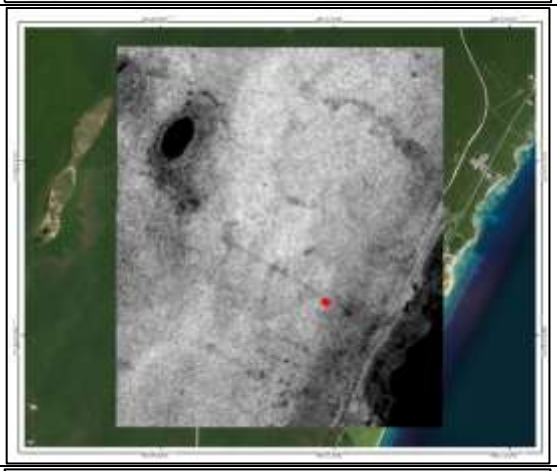
Ahora bien, tomando en cuenta que el Artículo 7, fracción XI, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define como Cuenca hidrológico-forestal la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y **donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común**, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas, se entiende que una cuenca es definida por los niveles altitudinales de los terrenos que lo rodean, siendo que los bordes delimitados a través de estos producen un espacio de forma cóncava (aunque irregular) hacia donde todos los cauces son dirigidos en una instancia final. A su vez, considerando lo dicho en el *instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de Cambio De Uso De Suelo Forestal, modalidad B-Particular,* en su apartado *IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende*

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

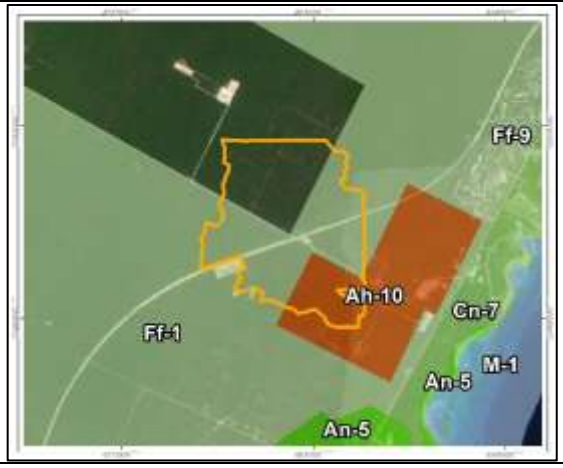
que "*La delimitación del área de estudio es una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas que se ubican en la zona y se realizará de forma congruente con la representación gráfica regional…*", se entiende que la metodología descrita en este apartado, al hacer uso de modelos de elevación y de la dirección de flujos hidrológicos para la definición de la cuenca es congruente con lo citado. Cabe resaltar que los modelos digitales de elevación (abreviados como DEM, por sus siglas en inglés) son una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, los cuales permiten caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo de manera que, en este caso, son la base de la metodología utilizada para la definición del SA; además el DEM empleado como insumo principal se considera información oficial, puesto que fue obtenido del INEGI (https://www.inegi.org.mx/app/mapas/). Además, la metodología utilizada se considera adecuada al tratarse de una actual y ampliamente utilizada para la definición de cuencas hidrográficas con diversos fines, en congruencia con lo establecido en el Artículo 35 BIS 1 de la LGEEPA, así como el Artículo 36 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, pues este tipo de metodología ha sido empleada por diversos autores (Jancewicz *et al*., 2022; Vega, 2020; Ficher *et al*., 2019; Rojas, 2017; Castro, 2017; Cruz *et al*., 2015; Torres *et al*., 2013; Gerarldi *et al*., 2010; Cotler *et al*., 2007).

Si bien la metodología descrita fue utilizada como proceso principal para la definición del SA, al realizarse con base a información disponible en el sitio de una dependencia cuya finalidad es producir y difundir información estadística y geográfica de calidad, pertinente y oportuna para el Estado y la sociedad, la cual se encuentra a una escala adecuada para los fines del presente documento y emplear una metodología ampliamente utilizada, se consultaron también otras capas de información que pudieran indicar límites administrativos, o bien, físicos (***criterios***) que acotaran el área de estudio a mayor detalle, las cuales se mencionan en la siguiente Tabla:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1. Modelo Digital de Elevación (DEM), resolución de 15m.	Se descargó el Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) del INEGI, correspondiente al territorio nacional con resolución de 15 m. Se menciona que no se encontró alguna imagen correspondiente a una carta que abarcara la zona del proyecto.	
2. Metodología para la determinación de cuenca.	Se realizó un corte del CEM para reducir el área de trabajo, para lo cual se definió un raster de aproximadamente 12 x 14 km, procurando que abarcara el área del proyecto.	
3. Metodología para la determinación de cuenca.	Realizando la metodología descrita en el apartado IV.1.1. se definió una cuenca inicial.	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

4. Metodología para la determinación de cuenca.	Se realizó un corte considerando elementos físicos, como lo es el edificio de la base de mantenimiento del Tren Maya y unos caminos asociados.	
5. Resultado final.	Las consideraciones anteriores dieron como resultado el Sistema Ambiental definido para el proyecto.	
No fueron utilizados como criterios:		
6. POEL.	El municipio de Tulum no cuenta con un *Programa de Ordenamiento Ecológico Local*, sin embargo, el proyecto coincide parcialmente con el POERC Cancún – Tulum, si bien los límites de sus UGA´s parecen más bien límites administrativos que naturales.	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

7. POEGT.	La UAB en la cual se encuentra incluido el proyecto es demasiada amplia, por lo que no ayuda a acotar un área más estrecha para el SA.	
8. POEMRGMMC.	La UAB en la cual se encuentra incluido el proyecto es demasiada amplia, de igual manera, las circundantes no ayudan a acotar un área más estrecha para el SA.	

IV.2. Caracterización del Sistema Ambiental (SA).

Esta sección se enfoca en la caracterización retrospectiva de la calidad ambiental del área de estudio (SA), se define la composición estructural mediante el análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos; identificando y describiendo las tendencias de desarrollo o de deterioro existentes que inciden o pudieran haber incidido de manera determinante en la calidad ambiental que actualmente predominan en el SA.

Se realiza un análisis integral mediante la cuantificación de los componentes antes mencionados determinantes de la calidad ambiental del SA donde se pretende ubicar las obras del proyecto, este análisis y sus resultados se traducen en la determinación del estado “cero” o “estado sin proyecto”, es decir, el diagnóstico y cuantificación se enfocan la caracterización del estado actual del SA donde se pretende establecer el proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

complementado con los trabajos de campo realizados en el Área del Proyecto y Sistema Ambiental, los aspectos del medio socioeconómico, se caracterizaron a nivel municipal con la información del último Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.

En esta sección se presenta la caracterización, e interacción de los elementos bióticos, abióticos, y socioeconómicos presentes en el área de estudio, donde previamente se definió el Sistema Ambiental (SA) con una superficie total de 749.2787 ha, que fungirá como la unidad de análisis del área de influencia indirecta de las obras incluidas en el proyecto, y que el área de influencia directa corresponde a la superficie de CUSTF.

Los Usos de Suelo y Vegetación del SAR se determinaron acorde a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII (INEGI, 2018). A continuación, se presenta en la siguiente **Figura**, los tipos de vegetación presente en el SA, de acuerdo con la mencionada Carte de Uso de Suelo y Vegetación.

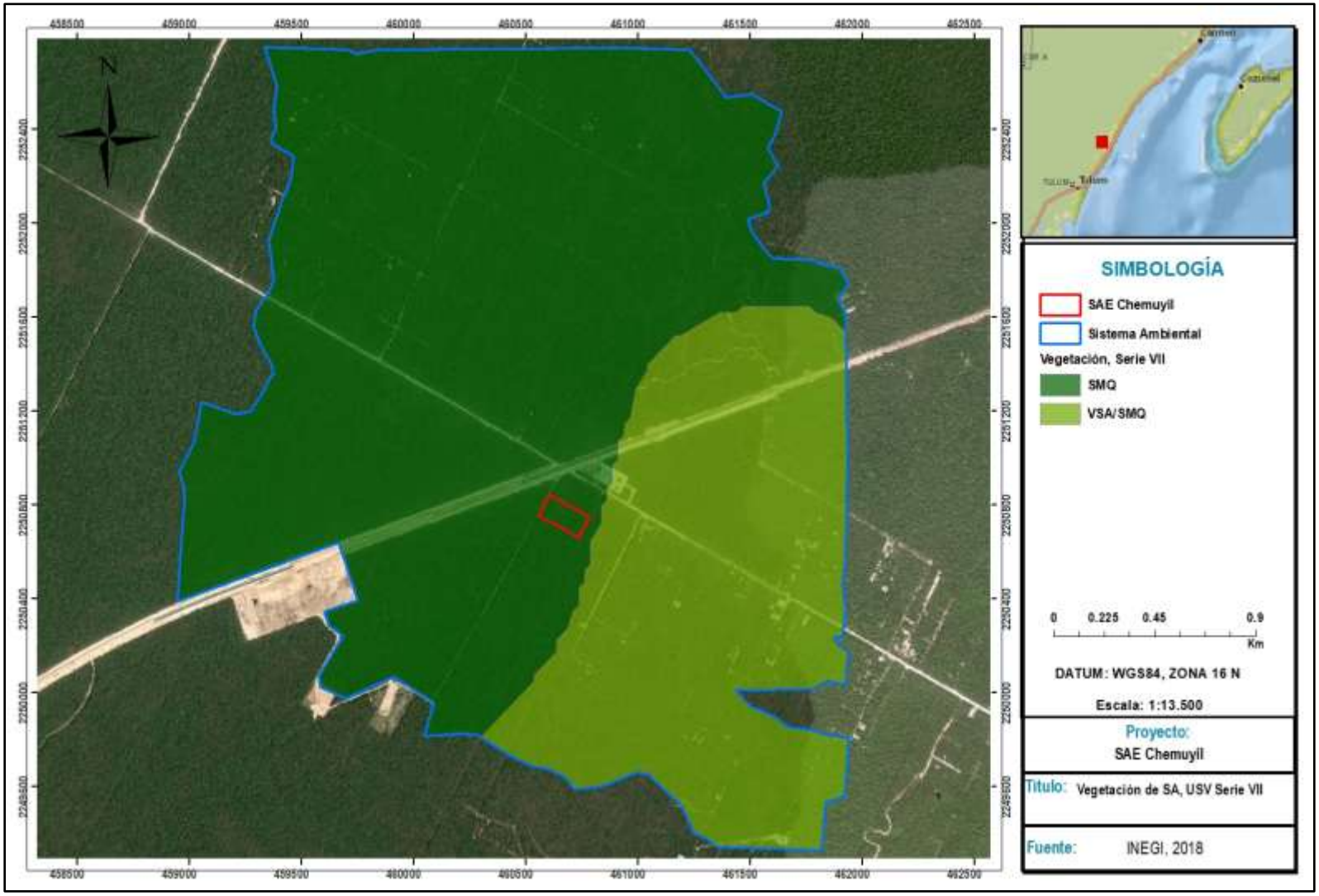


Figura IV.1. Uso de suelo y vegetación del SA, Serie VII (INEGI, 2018)

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

SMQ	Selva Mediana Subperennifolia	508.0647	67.80
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	241.2140	32.2
Total		**749.2787**	**100**

Como puede observarse en la Tabla anterior, de acuerdo con la Carta de Usos de Suelo y Vegetación, Serie VII del INEGI, la superficie del SA cuenta con dos tipos de vegetación, siendo la **SMQ** la que se presentan en mayor porcentaje de la superficie. En la **Figura 1**, se puede observar que la superficie de CUSTF comprende en su totalidad un área forestal de Selva Mediana Subperennifolia.

IV.2.1.1. Tendencias del cambio de uso de suelo en área del SA.

Las tendencias en el cambio de uso de suelo pueden ser evaluadas mediante la comparativa en el cambio que sufren las superficies de los polígonos que delimitan los tipos de usos de acuerdo con su clasificación en un periodo de tiempo determinado. En ese sentido se realiza un cotejo de las proyecciones cartográficas de distintas Cartas de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI a escala 1:250 000.

Se aplicó la metodología desarrollada por Pontius *et al*., (2004), la cual permite obtener para cada categoría de uso del suelo las ganancias, pérdidas, el cambio neto y los intercambios experimentados entre dos momentos temporales, permitiendo valorar el cambio total tomando como referencia las persistencias, y la de evaluar cuáles fueron las transiciones más significativas entre categorías.

Dicha metodología parte del resultado obtenido en una matriz de tabulación cruzada (que en el estudio de usos de suelo comúnmente se denomina matriz de cambios), resultado de cruzar dos mapas de usos de suelo de diferentes fechas (2005 y 2018). Tomando a 2005 (T1) y 2018 (T2), En dicha matriz, las filas representan las categorías del mapa en el tiempo 1 (T1) y las columnas las categorías del mapa en el tiempo 2 (T2). Asimismo, la diagonal principal muestra las persistencias entre el T1 y T2, mientras que los elementos fuera de la diagonal principal dan cuenta de las transiciones ocurridas entre el T1 y T2 para cada categoría. En la fila 6 se observa el total ocupado por cada categoría en el T2 (), mientras que en la columna 6 se muestra el total de cada categoría en el tiempo T1 (), como se puede apreciar en el cuadro siguiente.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

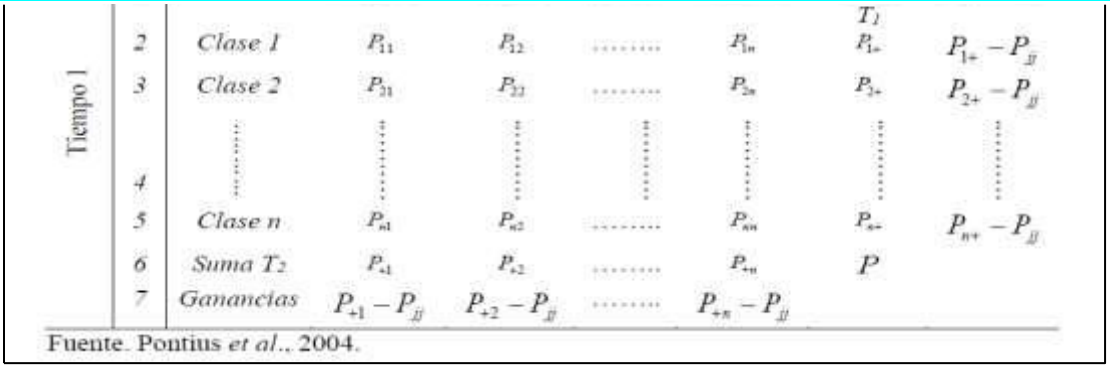


Figura IV.2. Esquema general de una matriz de cambios.

IV.2.1.2. Matriz de Tabulación Cruzada.

Para el análisis de la modificación del uso de suelo, se partió con la utilización de las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación Series, III (2005), V (2011) y VII (2018) descargadas del portal de INEGI; realizándose el corte para extraer solo la parte que se encuentra dentro del polígono del SA; para facilitar el análisis de la superposición de estas capas, se agruparían ciertos atributos considerados en las series cartográficas.

Sin embargo, una vez realizados los cortes a las capas vectoriales, se observó que, a través de los periodos de publicación de las distintas Cartas de Usos de Suelo y Vegetación, los atributos de Selva Mediana Subperennifolia (**SMQ**) y Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (**VSA/SMQ**), no presentan cambios "aparentes" de acuerdo con la escala en la que se presentan desde la Serie III hasta la Serie VII.

Tabla IV.3. Criterios utilizados para el análisis del SA.

Clave	Descripción	Serie III		Serie V		Serie VII	
		Sup Ha	(%)	Sup Ha	(%)	Sup Ha	(%)
SMQ	Selva Mediana Subperennifolia	507.9726	67.79	508.0648	67.8	508.0647	67.8
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	241.3061	32.21	241.2139	32.2	241.2140	32.2
Total		**749.2787**	**100**	**749.2787**	**100**	**749.2787**	**100**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

presenta un uso de suelo destinado a infraestructura ferroviaria, eléctrica, así como de asentamientos rurales; sin embargo, dado que la capa de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (Serie VII) fue elaborada a escala 1:250,000, esta no presenta cabalmente los atributos de uso de suelo actuales, por lo que esta capa se usa con fines referenciales, tal como se presenta en la siguiente **Figura**.

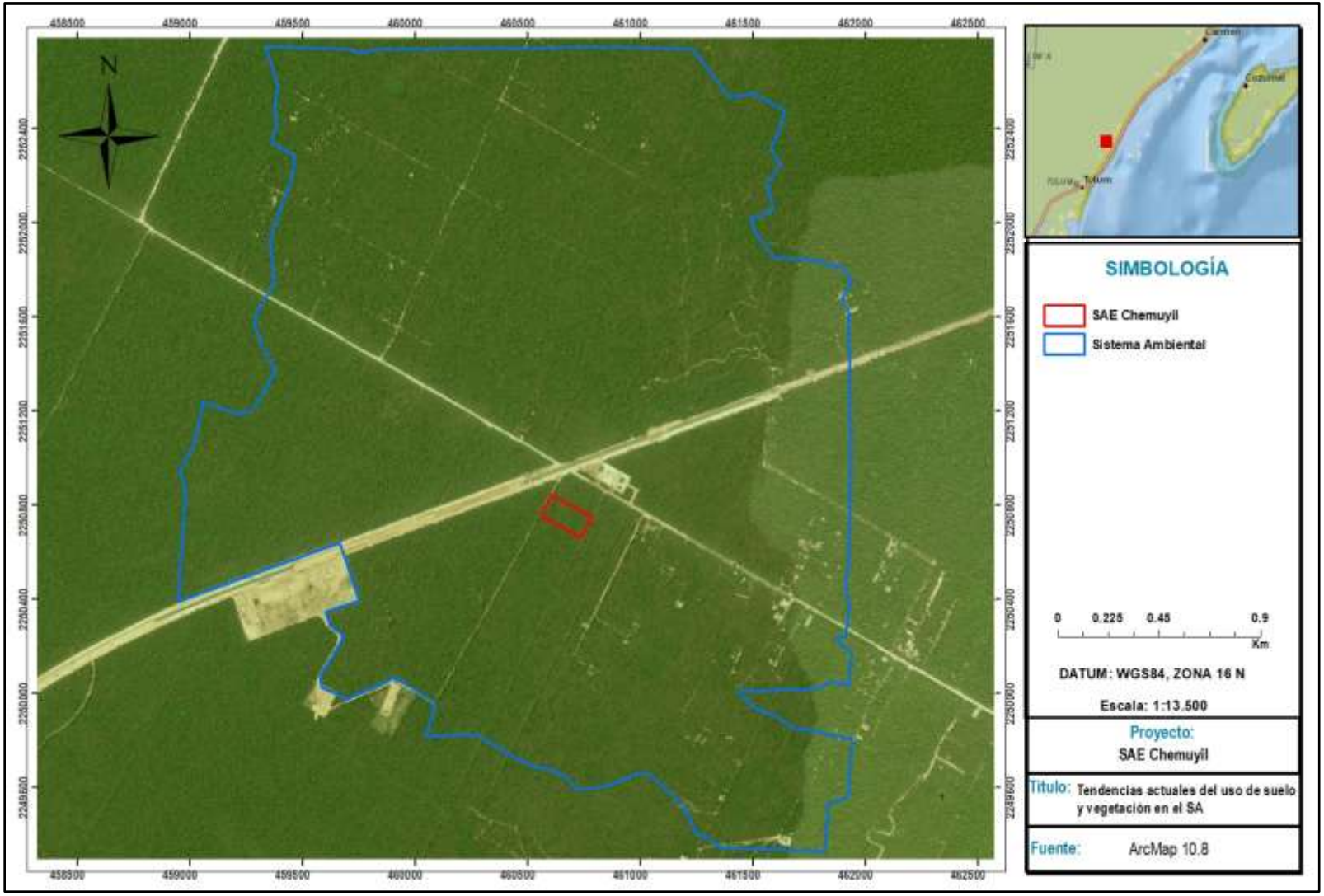


Figura IV.3. Tendencias actuales del uso de suelo y vegetación en el SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

área de influencia indirecta del proyecto, ya que el área de influencia directa corresponde a la superficie de CUSTF (**2** ha), en la que existe vegetación forestal de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ) de acuerdo con la capa de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI Serie VII.

Tabla IV.4. Unidades de estudio del Proyecto.

Unidad de análisis		Superficie en Ha
Unidad de análisis de procesos o área de influencia indirecta del proyecto.	Sistema Ambiental (SA)	749.2787
Unidad de análisis local (puntual) o Área de influencia Directa del Proyecto.	Área de CUSTF (VSA/SMQ)	2.0000

IV.3. Caracterización.

IV.3.1. Medio abiótico.

El medio abiótico es definido como un medio natural en donde se integran todos aquellos componentes que determinan el espacio físico en el que habitan los seres vivos; estos componentes se dan por las condiciones físicas y químicas del medio ambiente y conforman una parte del entorno en el que se desarrollan los seres vivos. En su conjunto conforman los ecosistemas, es decir, el espacio donde los seres vivos realizan sus interacciones con el medio; que a continuación, se describen los principales factores del medio físico en donde se ubica el SAR.

IV.3.1.1. Clima

IV.3.1.1.1. Tipos de Climas.

El Clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un lugar determinado. El clima es el resultado de la interacción de varios factores que influyen directamente en sus características. De acuerdo con la clasificación hecha por Vladimir Köppen, adaptada por García E. y CONABIO, 2008, para las condiciones de la República Mexicana, el tipo de clima dominante en el Sistema Ambiental es:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

más seco entre 0 y 60 mm.

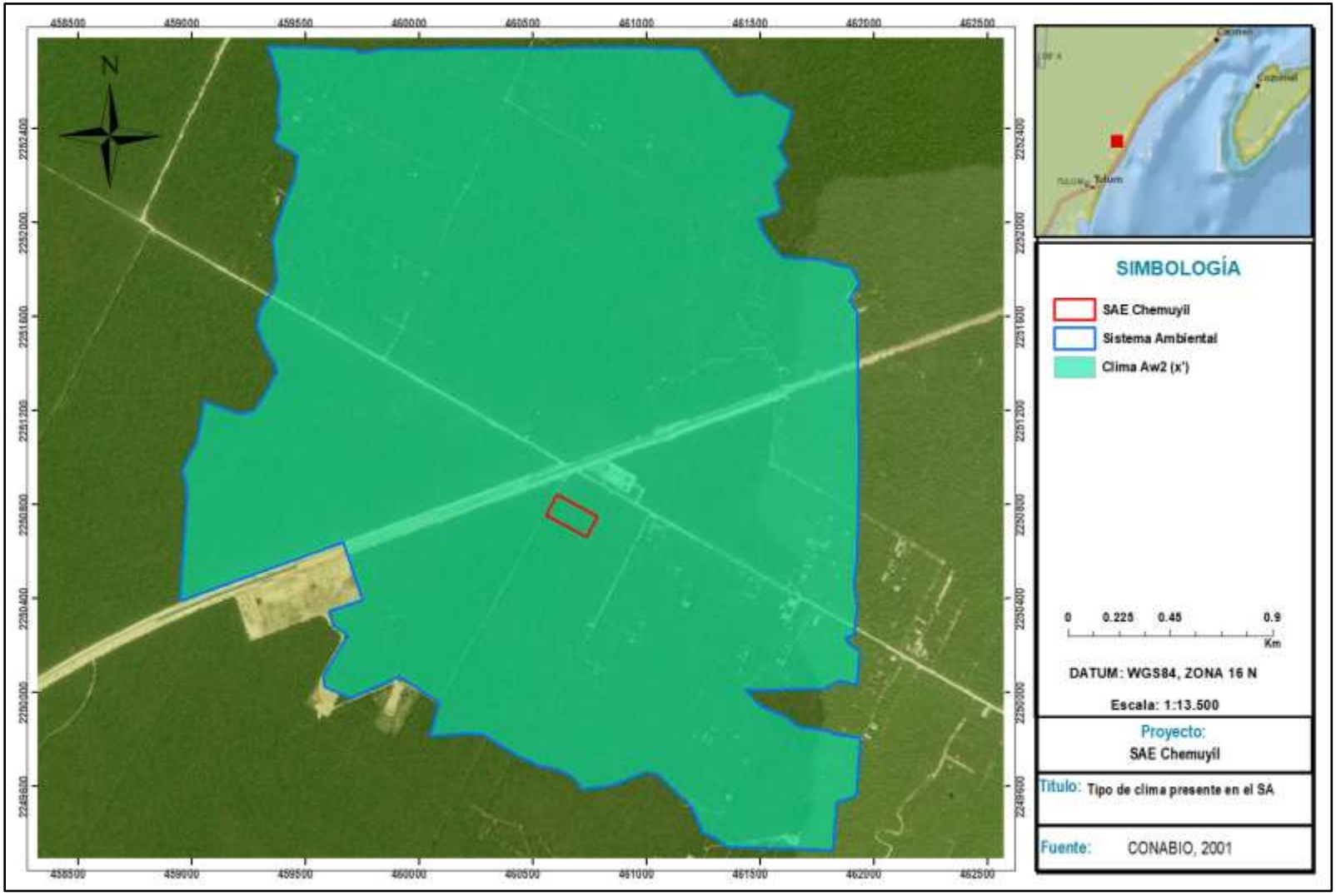


Figura IV.4. Tipo de clima presente en el SAR

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CONAGUA, cuentan con información que comprende desde el primer dato registrado hasta el dato más reciente disponible en las bases de datos del SMN reportado por los Organismos de Cuenca y Direcciones Locales de la CONAGUA.

Las principales variables climatológicas que se pueden consultar son: Temperaturas extremas (máxima y mínima), precipitación acumulada en 24 horas, algunos fenómenos como la tormenta eléctrica, niebla, granizo, la cobertura del cielo, evaporación y las normales climatológicas.

Con el fin de hacer un análisis más preciso de las condiciones meteorológicas del Sistema Ambiental Regional, se consideró la información contenida en las normales climatológicas, la cual corresponde a un periodo de 29 años (1991-2020) de la estación climatológica más cercana al SA: Tulum.

Tabla IV.5. Estación climatológica más cercana al SAR.

ESTACIÓN	NO.	MUNICIPIO Y ESTADO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m.s.n.m.)
Tulum	23025	Tulum, Quintana Roo	20°13'32" N	87°27'29" W	10

IV.3.1.1.3. Temperatura promedio mensual y anual.

La temperatura media anual para la estación meteorológica Tulum es de 25.6°C.

Tabla IV.6. Temperatura Promedio mensual y anual.

ESTACIÓN	MES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Playa del Carmen	23.6	24.4	25.4	26.1	26.6	26.8	26.9	26.9	26.6	25.7	24.6	24.1	25.6

Con base en la **Tabla** anterior se elaboró la siguiente Grafica (**Figura IV.5**), en donde se puede observar que la temperatura media más elevada registrada en la estación Tulum corresponden a los meses de abril a septiembre; mientras que las temperaturas más bajas se presentan en los meses de diciembre y enero.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

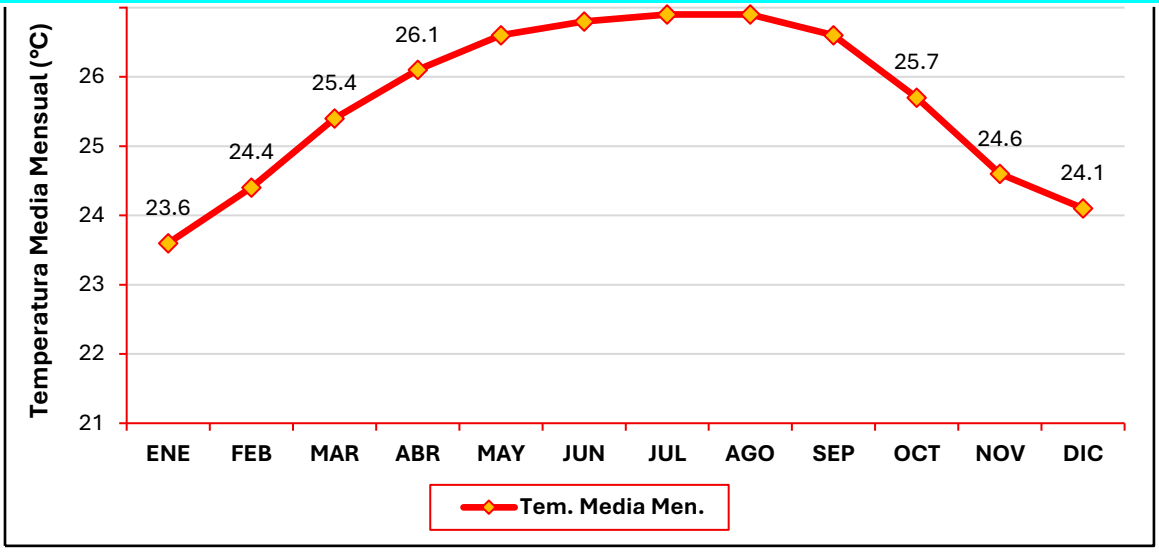


Figura IV.5. Temperatura media mensual en el SA.

IV.3.1.1.4. Precipitación promedio mensual y anual.

De acuerdo con la capa vectorial de Precipitación Media Anual escala 1:4000000 del Catálogo de metadatos geográficos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, el SA se ubican en una superficie cuyo rango de precipitación va desde los 1500 a 2000 mm.

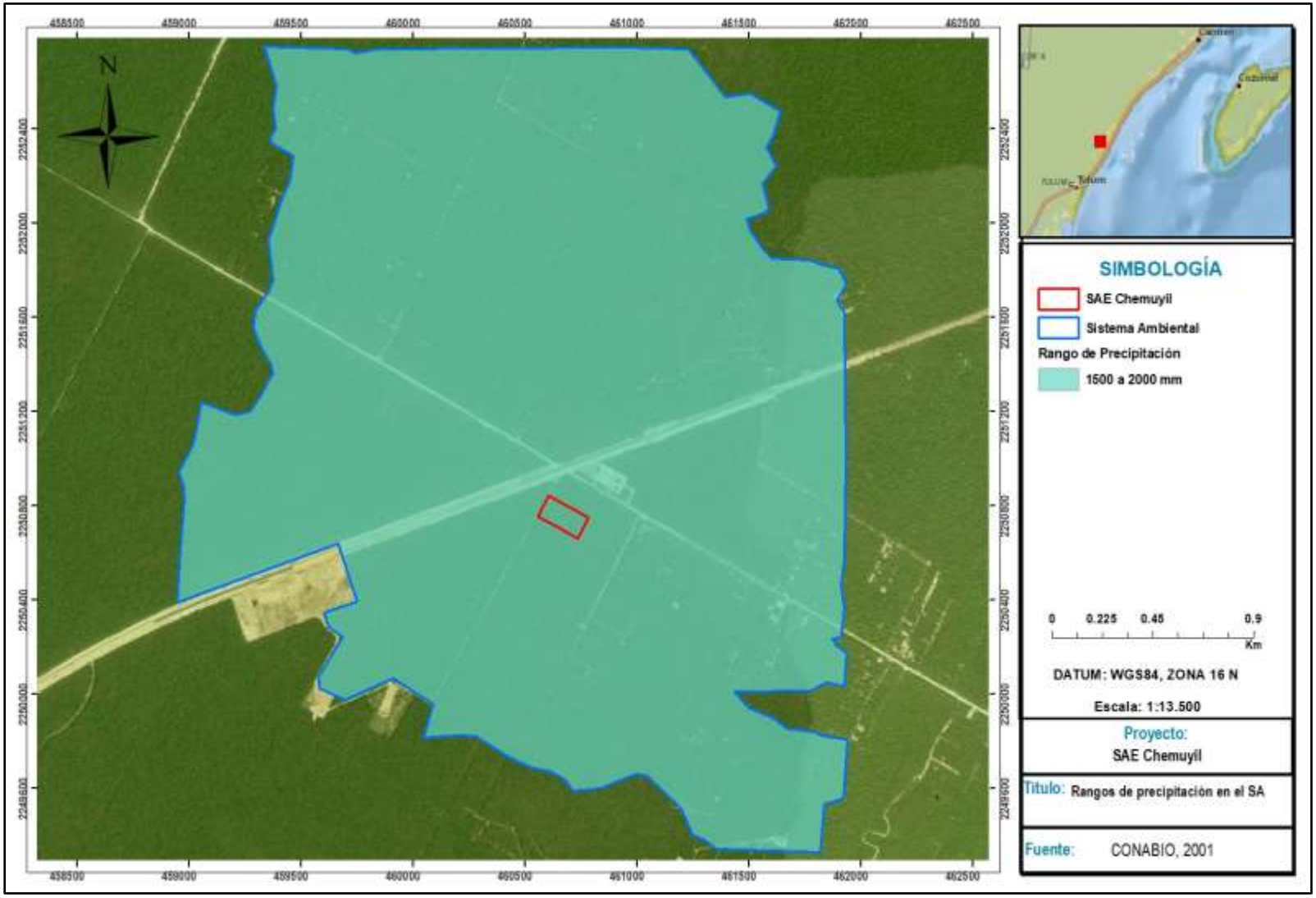


Figura IV.6. Rangos de precipitación en el SA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

precipitación corresponden a diciembre, febrero y marzo.

Tabla IV.7. Precipitación Promedio mensual y anual.

ESTACIÓN	MES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Playa del Carmen	60.4	41.8	33	40.3	89.7	150.5	98.3	91.1	177.1	204.2	92.1	42.2	**1,120.7**

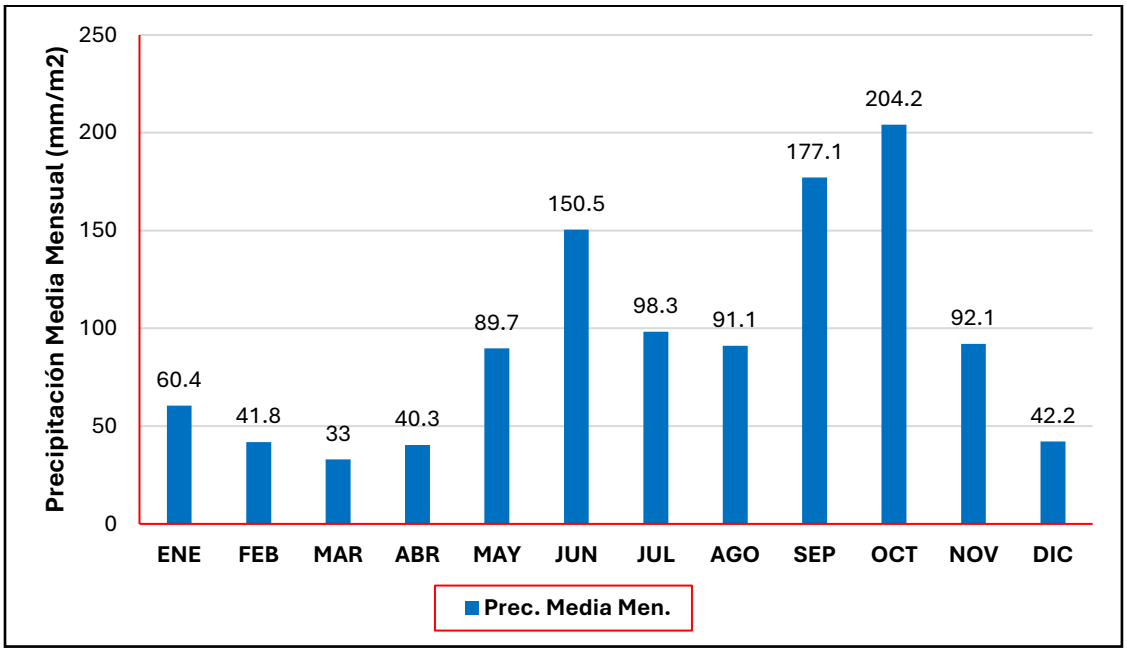


Figura IV.7. Precipitación media mensual presente en el SA.

IV.3.1.1.5. Periodo de sequía.

La sequía se presenta cuando la precipitación acumulada, durante un cierto lapso, es significativamente más pequeña que el promedio de las precipitaciones registradas en dicho lapso o que un valor específico de la precipitación (Ramírez, 2014). De acuerdo con la capa vectorial de Grado de Peligro por Sequía del CENAPRED, el SA del proyecto se ubica en un área geográfica de Riesgo por Sequía **Bajo** en el 68.32% de su superficie y de **Muy Bajo**, en el 31.67% de la misma.

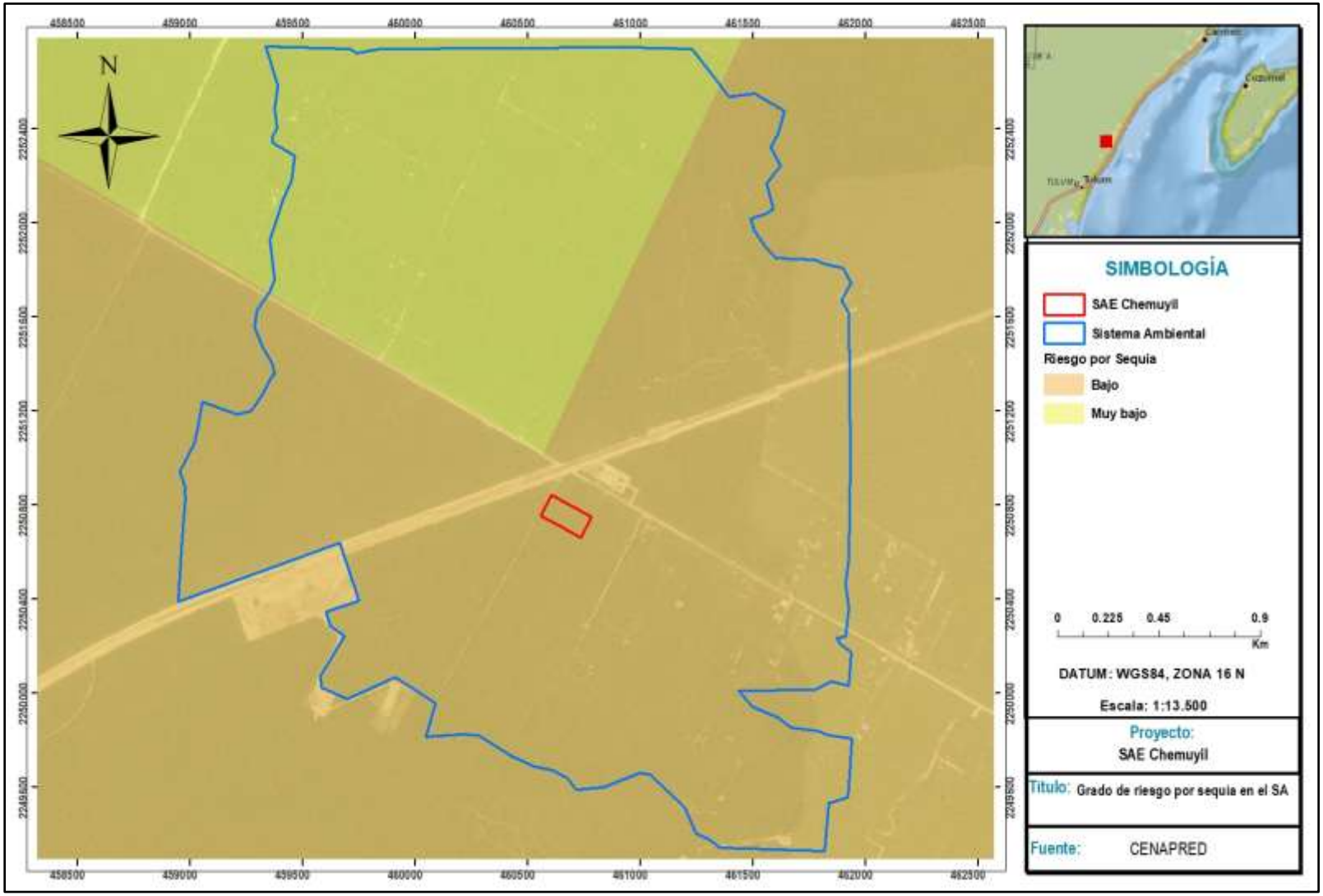


Figura IV.8. Grado de Riesgo por Sequía en el SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

los valores de temperatura media y precipitación en una escala de 1:2. La escala de precipitaciones en milímetros debe ser siempre el doble que la de temperaturas en °C, es decir 10°C deben ser representados con la misma altura que 20 mm de agua caída. Esta condición es impuesta por el índice de Gaussen que sostiene que una temperatura promedio de 10°C durante un mes logra evaporar totalmente 20 mm de agua caída en el lugar. De esta manera se obtiene una representación gráfica de periodos secos y periodos húmedos.

Tabla IV.8. Variables climatológicas promedio de la estación Tulum.

VARIABLE PROMEDIO	MESES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Temperatura (°C)	23.6	24.4	25.4	26.1	26.6	26.8	26.9	26.9	26.6	25.7	24.6	24.1	**25.6**
Precipitación (mm/m^2)	60.4	41.8	33	40.3	89.7	150.5	98.3	91.1	177.1	204.2	92.1	42.2	**1,120.7**

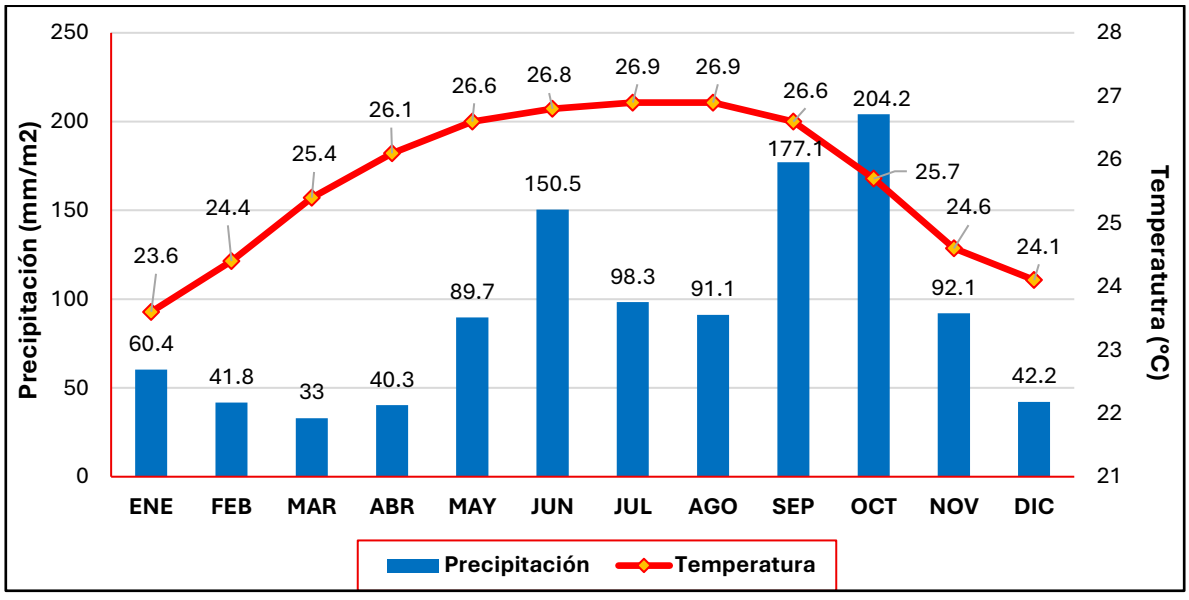


Figura IV.9. Diagrama ombrotérmico elaborado.

Las sequías de medio verano o canícula es la disminución en la cantidad de lluvia durante el periodo lluvioso, esta merma puede ser de uno, dos o tres meses. Este fenómeno varía en su intensidad cada año por interferencias de Vaguadas Polares

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

como retorno al invierno, dependiendo de la fuerza de esta, puede llegar a ocasionar daños en los cultivos.

Como puede observarse en el diagrama anterior (Figura IV.19), los bajos valores promedios de precipitación en los meses de julio y agosto, coinciden con los altos valores promedios de temperatura. De igual forma se puede observar que, el único mes seco del año es marzo, debido a que la precipitación es menor en todo el año, mientras que el mes más húmedo es octubre.

IV.3.1.1.6. Ciclones Tropicales

Cuando los ciclones tropicales se desarrollan intensamente y se internan en el continente pueden causar daños de gran consideración. La dirección del viento varía de acuerdo con el paso del meteoro, de tal manera que es difícil marcar zonas de riesgo derivadas de este evento. Los vientos pueden afectar zonas muy amplias, pues en ocasiones el radio de influencia del huracán puede ser de varios cientos de kilómetros e incluso, algunos ciclones penetran en tierra.

a) Los ciclones tropicales pueden presentarse en alguna de sus tres fases:
b) Como depresión tropical con velocidades de vientos menores de 63 km/hr;
c) Como tormenta tropical con velocidades de vientos de entre 63 a 118 km. /hr; y
d) Como huracán con velocidades arriba de 118 km/hr. Cabe mencionar que un ciclón tropical adquiere la categoría de huracán cuando se presentan vientos con velocidades mayores a los 118 km/hr.

A continuación, se presenta las categorías que puede adoptar un huracán:

- Huracán categoría 1: 118-153 km/hr.
- Huracán categoría 2: 154-177 km/hr.
- Huracán categoría 3: 178-209 km/hr.
- Huracán categoría 4: 210-249 km/hr.
- Huracán categoría 5: mayor a 249 km/hr.

En la capa Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales (2012) se muestran los municipios de México con algún grado de peligro por presencia de ciclones tropicales, el mapa se encuentra a escala 1:200, 000. El índice de peligro por ciclones tropicales fue obtenido por medio de un conteo de las trayectorias de los ciclones dentro de un cuadro de 1° geográfico cuadrado y se consideró la de mayor intensidad.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

De acuerdo con esta información del CENAPRED, publicado en la página de la CONABIO, se tiene que el Sistema Ambiental se encuentra en un grado de riesgo **Muy Alto**, lo cual se entiende por su posición sobre la costa del estado, estando expuesta a los fenómenos que surgen en el Mar Caribe.

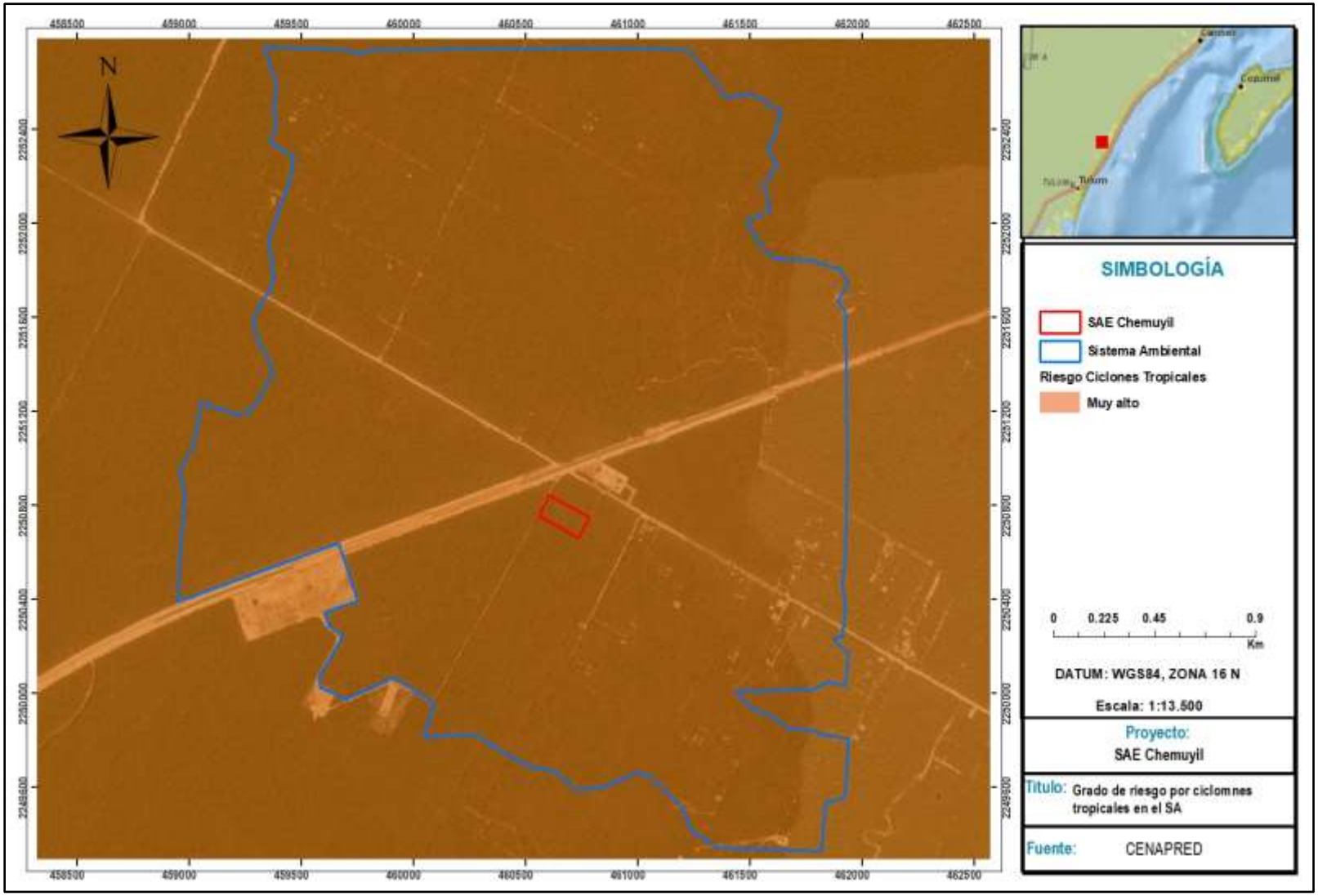


Figura IV.10. Grado de Riesgo por Ciclones Tropicales en el SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

extremo), oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica, provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay, y generalmente, ocasiona daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura (CENAPRED, 2016).

En México las inundaciones se pueden originar en la temporada de lluvias a partir de mayo y terminan en noviembre o en la época de invierno de diciembre a marzo. En invierno los estados más susceptibles son los ubicados en la zona noroeste del país, sin embargo, también afectan la vertiente del golfo de México y la Península de Yucatán.

Según el mapa de Grado de Riesgo por Inundaciones por Municipios de México, a escala 1:70,000 (CENAPRED, 2007), toda la superficie del SA se clasifica con un grado de riesgo **Alto** de inundaciones.

IV.3.1.1.1. Vulnerabilidad al cambio climático.

De acuerdo al Centro Nacional de Prevención del Desastre (CENAPRED) el área donde se encuentra el proyecto, en cuanto a su Vulnerabilidad al cambio climático se indica como "***Bajo***", tal y como puede verse de la consulta de los indicadores municipales de peligro, exposición y vulnerabilidad, disponible en su página electrónica (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/Apps/Municipios/), de donde se toma la imagen que se presenta en la siguiente página.

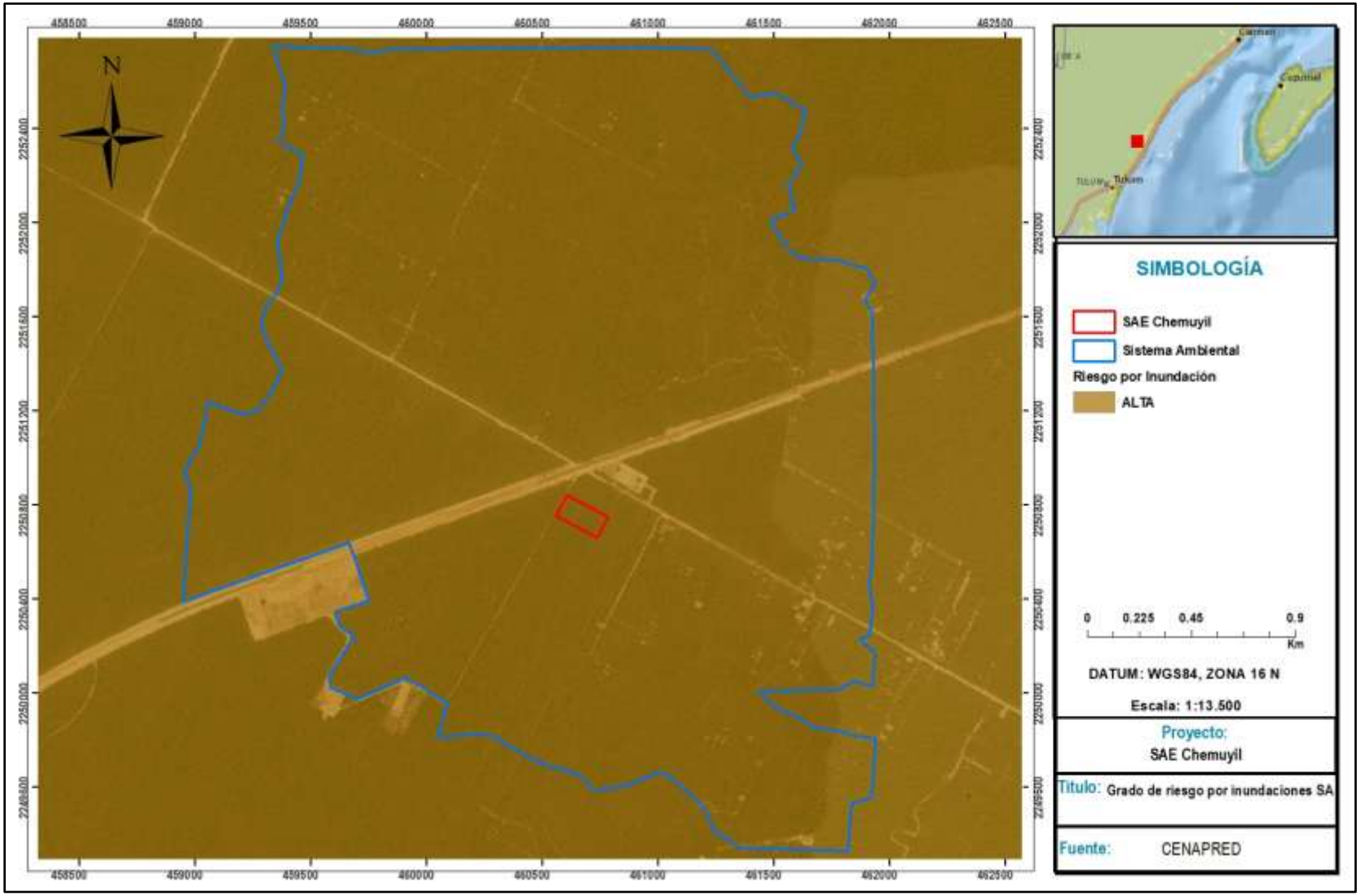


Figura IV.11. Grado de Riesgo por Inundación en el SA.

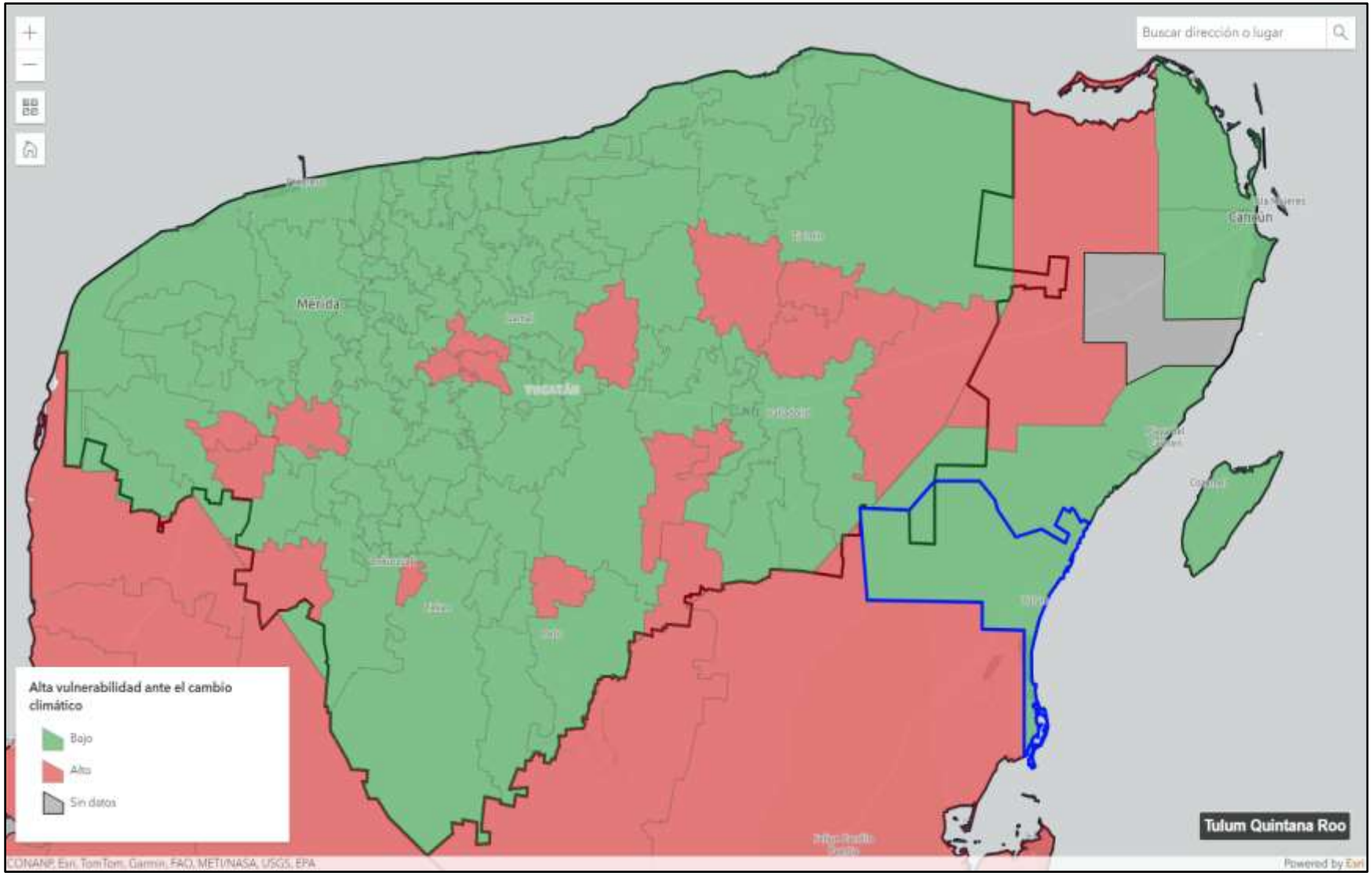


Figura IV. 12. Vulnerabilidad al cambio climático del municipio de Tulum, Quintana Roo (**CENAPRED**).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

es el "*Nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación*"; entendiendo también que el mismo instrumento, en su Artículo 3º, fracción IV, se refiere al ***cambio climático*** como la "*Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables*", lo cual coincide con lo dicho en el Artículo 2º, fracción VII de la **Ley General de Protección Civil**. De lo anterior se entiende que, si bien, el ser humano puede influir en la variación del clima a nivel regional o global, los sistemas afectables ya cuentan con una susceptibilidad natural intrínseca y que permite en mayor o menor medida resistirla, o bien, recuperarse de los efectos de estas variaciones.

En cuanto a lo anterior, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, en su Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (**ANVCC**) 2019 aborda 6 tipos de vulnerabilidades específicas asociadas al cambio climático:

1. Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones.
2. Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves.
3. Vulnerabilidad de la población al incremento potencial del dengue.
4. Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones.
5. Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a estrés hídrico.
6. Vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico.

Considerando que, como se mostró, el municipio de Tulum está señalado como "*Baja Vulnerabilidad*" en el documento Municipios vulnerables al Cambio Climático (**INECC**) con base en los resultados del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC) (2021). Sin embargo, en el INECC, Tulum únicamente presentan una **Muy Alta** Vulnerabilidad de la población al incremento en la distribución potencial del dengue.

Cabe señalar que la evaluación de la vulnerabilidad en cuanto a cambio climático se realiza con base a los componentes exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (LGCC, Art. 3, XLII), mientras que, en lo que respecta a la proclividad a desastres naturales, la identificación de riesgos (LGPC, Art. 2, XXXI) se hace a través del análisis de los peligros y la vulnerabilidad.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

agentes perturbadores naturales (LGPC, Art. 2, XXII), por ejemplo, las vulnerabilidades de asentamientos humanos a inundaciones, de *la población al incremento potencial del dengue*, de la producción ganadera extensiva a inundaciones, de la producción ganadera extensiva a estrés hídrico y de la producción forrajera a estrés hídrico podrían asociarse a agentes perturbadores de origen hidrometeorológico como inundaciones y sequías, si bien se menciona que la zona en la que se encuentra el municipio de Tulum no tiene vocación agropecuarias, sino, turística.

Respecto a esto, en las figuras que se muestran a continuación, se ilustra el grado de probabilidad de ocurrencia de los agentes perturbadores mencionados (peligro) (LGPC, Art. 2, XXXVII), los cuales pueden derivar en desastres cuando los daños que ocasionan, por su magnitud, exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada (LGPC, Art. 2, XVI). La información se encuentra disponible en el Atlas Nacional de Riesgos (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/Apps/Municipios/).

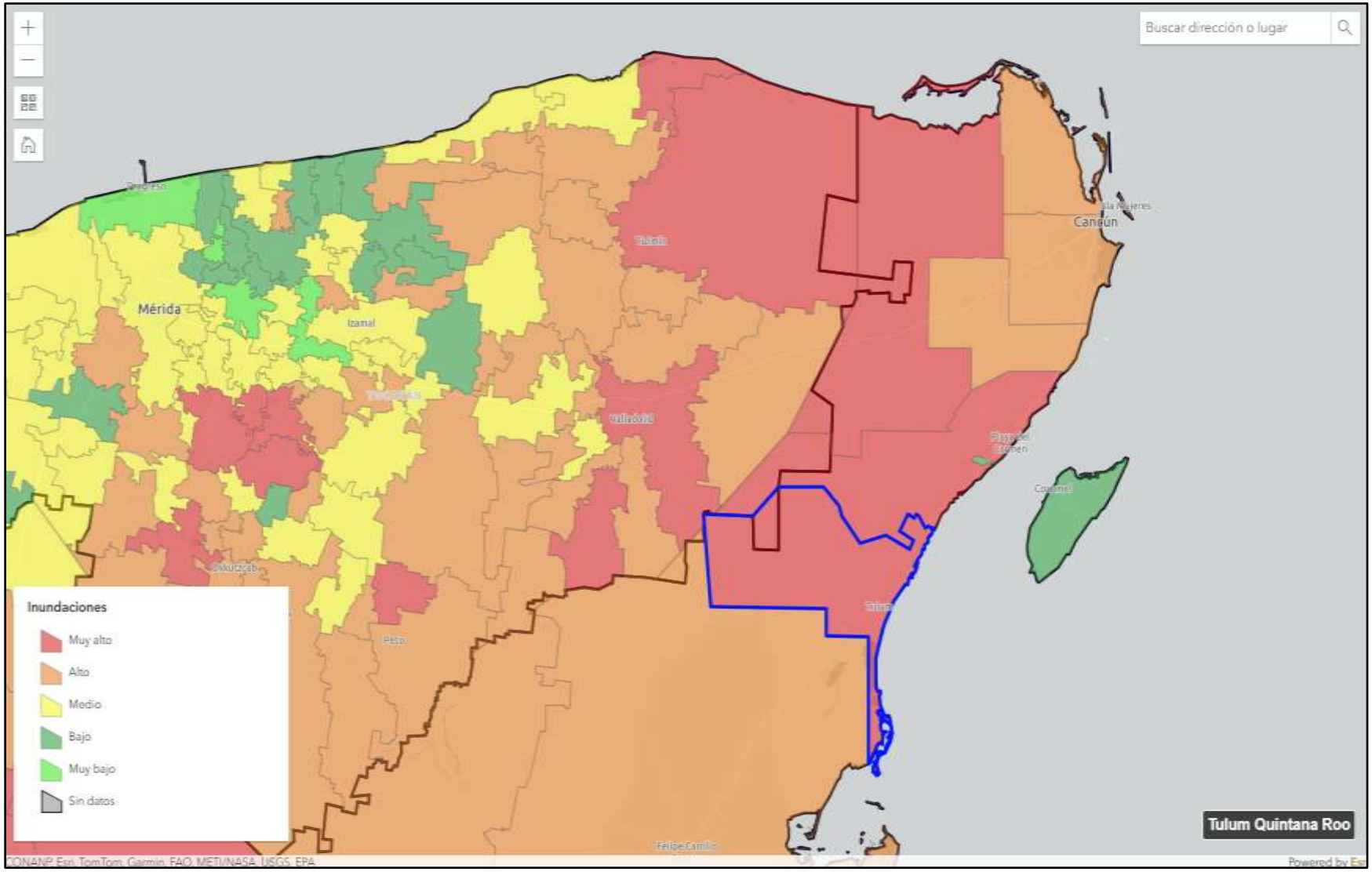


Figura IV. 13. Vulnerabilidad por inundaciones en el municipio de Tulum, Quintana Roo (**CENAPRED**).

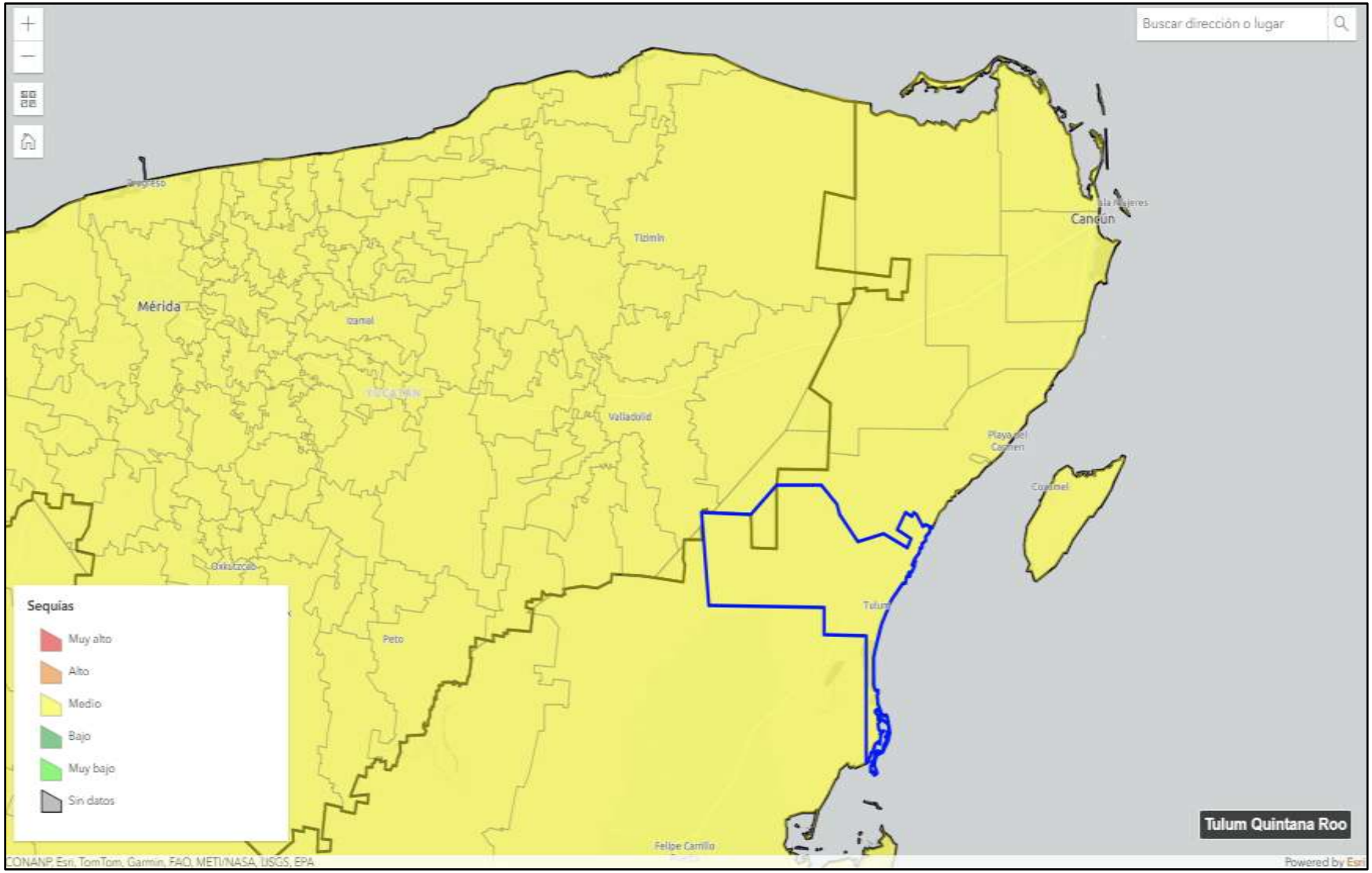


Figura IV. 14. Vulnerabilidad por sequías en el municipio de Tulum, Quintana Roo (**CENAPRED**).

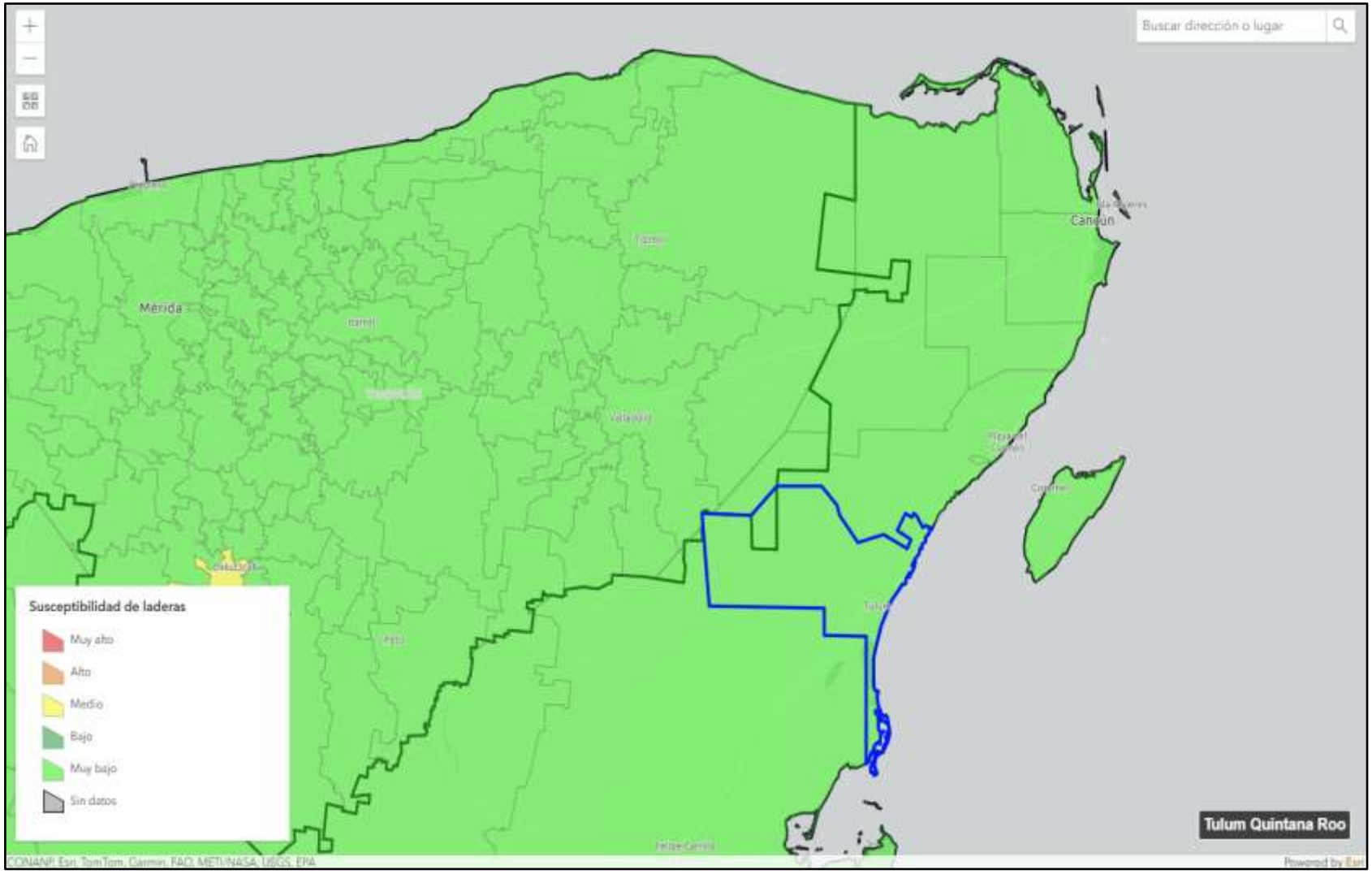


Figura IV. 15. Vulnerabilidad por susceptibilidad de laderas en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo (**CENAPRED**).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

presentados en las figuras anteriores, lo cual es especialmente cierto para el peligro por inundaciones, dado que el municipio de Tulum, en el que se sitúa el proyecto tiene una amplia zona costera expuesta directamente hacia el Mar Caribe, donde es esperada la ocurrencia periódica de huracanes.

Por otra parte, se considera que el proyecto, tanto por sus características como por sus dimensiones, pueda ser una fuente importante de variación en cuanto al cambio climático, ya que los proyectos de su tipo no son considerados generadores de emisiones (LGCC, Art. 3, XVI), puesto que una vez operando, estas se consideran nulas, siendo que durante el proceso constructivo sólo serán generadas por la utilización de vehículos y maquinaria que utiliza combustibles fósiles, siendo este un impacto, puntual e intermitente, que cesa cuando se detiene la actividad generadora. Por otro lado, la degradación (LGCC, Art. 3, XV) que ocasionarían el proyecto sería la asociada a la realización del CUSTF como tal, siendo que se establecen medidas preventivas para reducir al mínimo posible la afectación de vegetación, así como una medida de mitigación que tiene la finalidad de compensar la superficie forestal que sería removida (planteadas en el **Capítulo VII** del presente documento).

IV.3.1.1.2. Incendios.

Con la finalidad de observar la incidencia del proyecto en áreas en las que se hubieran suscitado incendios forestales se recurrió a las capas de información geográfica del "*Concentrado Nacional de Polígonos de Incendios Forestales*" respecto a la información histórica 2015-2020, generada por la CONAFOR (disponible en la página https://snif.cnf.gob.mx/incendios/). Se constató que la superficie en la que se pretende la construcción del proyecto no coincide con incendios forestales reportados de 2020 a 2025 y que, por ende, no se aprecia pérdida de cubierta forestal debido a la acción de algún incendio, lo cual coincide con lo registrado en campo.

En la figura que se presenta a continuación se muestra la ubicación de los incendios forestales históricos ocurridos en la zona de acuerdo con las capas mencionadas y su relación respecto al proyecto:

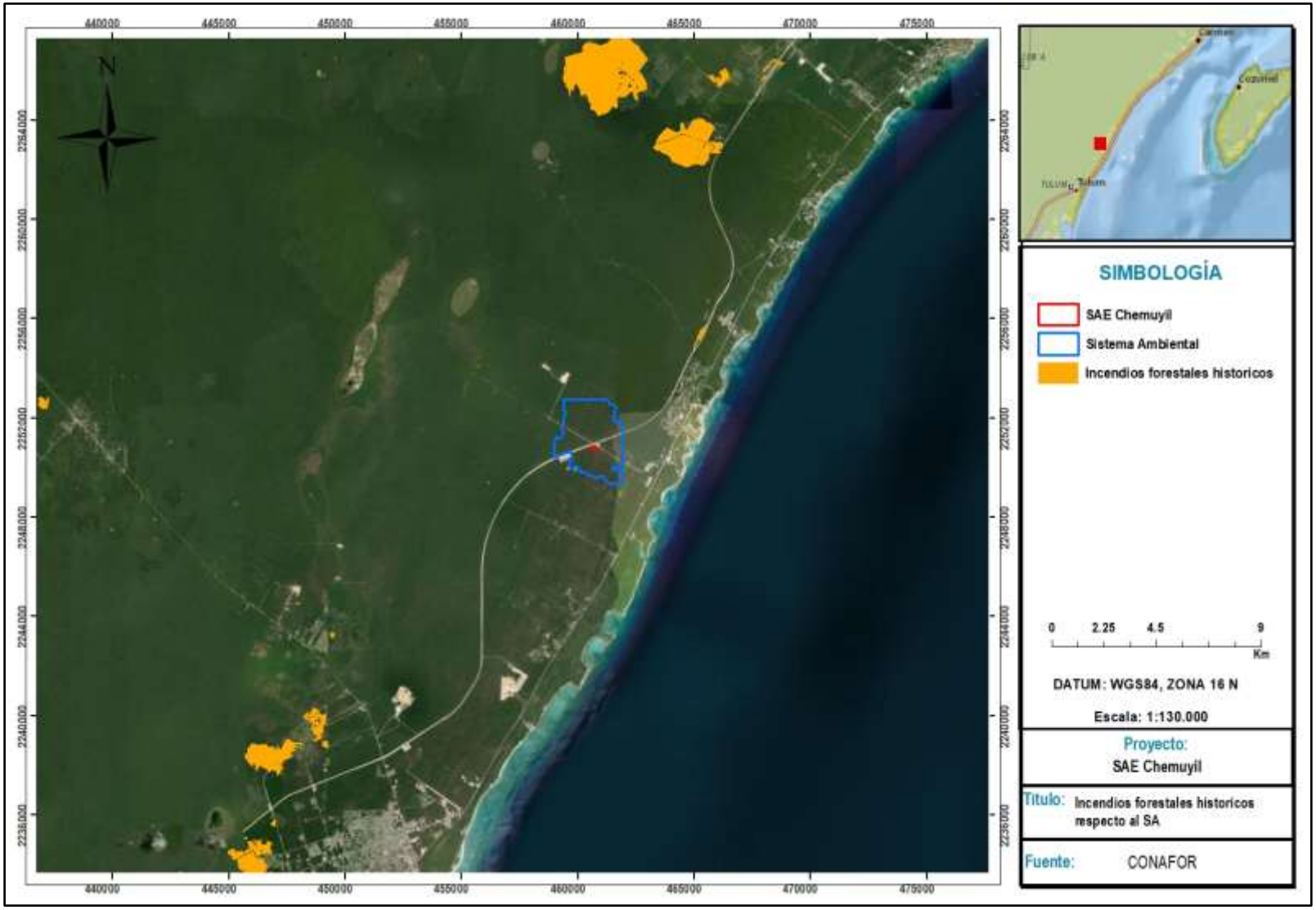


Figura IV. 16. Incendios forestales históricos respecto al SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla IV.9. Incendios forestales cercanos al SA.

Clave	Año	Estado	Municipio	Causa	Tipo de Incendio	Tipo de vegetación afectada	Tipo de Impacto	Area Afectada (ha)
25-23-0009	2025	Quintana Roo	Tulum	Desconocido	Superficial	SMQ	Mínimo	16.5516
25-23-0018	2025			Quema de basurero				9.7981
24-23-0003	2024			Intencional				66.3789
24-23-0005	2024							3.4528
22-23-0007	2022		Solidaridad	Fogatas				9.2276
22-23-0008	2022			Quema Basurero				2.2298
22-23-0014	2022			Fumadores				24.953
22-23-0037	2022			Desconocido				739.688
22-23-0038	2022		Tulum	Actividades Ilícitas				178.603
22-23-0041	2022		Solidaridad					347.804
21-23-0019	2021		Tulum	Quema basurero				4.325
20-23-0031	2020			Cazadores		VSa/SMQ		89.79
20-23-0033	2020			Quema basurero				6.12

En la tabla anterior se muestra el historial de incendios forestales más cercanos al SA, por lo que puede afirmarse que en el área en la que pretende establecerse el proyecto no hay evidencia de la ocurrencia reciente de incendios forestales.

IV.3.1.1.3. Velocidad del Viento

El viento es el aire en movimiento, es decir, el desplazamiento de los gases que constituyen la atmósfera de nuestro planeta. Este movimiento ocurre principalmente por las diferencias en la presión atmosférica debido, principalmente, a cambios de temperatura en distintos lugares de las superficies de la Tierra. (CENAPRED, 2017).

La velocidad del viento se mide en estaciones meteorológicas con el anemómetro que tiene paletas (como cuchara) que giran con el viento como un rehilete. Así se han establecido mediciones de viento por muchas décadas en muchas zonas del país por lo que es posible establecer estadísticamente las velocidades máximas.

Estación Meteorológica Automática (EMA): Es un sistema autónomo y automático formado por un conjunto de sensores de medición, dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos, montados sobre una estructura de soporte, en donde son distribuidos, orientados y conectados al Sistema de adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos (SAPAD) de la estación, con el objetivo de realizar la

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Sensores básicos que integran una EMA:

- Velocidad del viento
- Dirección del viento
- Presión atmosférica
- Temperatura
- Humedad relativa
- Radiación solar
- Precipitación

De acuerdo con la red de la EMA, para el SA se utilizaron los datos de la estación de Sian Kaan II, ubicada en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, considerando que es la más cercana al área del proyecto. La velocidad del viento es de 8.04 Km/h dicho valor corresponde a la velocidad del viento promedio durante 90 días.



Figura IV.17. Estaciones Meteorológicas Automáticas en la República Mexicana.

IV.3.1.2. Calidad del Aire.

IV.3.1.2.1. Sistema Nacional de Información para la calidad del Aire (SINAICA).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

monitoreo ubicadas en las diversas entidades federativas que disponen de la infraestructura adecuada para tal tipo de medición.



Figura IV.18. Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire.

La información proviene de Sistemas de Monitoreo de Calidad del Aire, SMCA, que son manejados por diferentes órdenes de gobierno, estatal y municipal. Las mediciones de calidad del aire de los SMCA se pueden consultar en dos diferentes secciones:

La información proviene de Sistemas de Monitoreo de Calidad del Aire, SMCA, que son manejados por diferentes órdenes de gobierno, estatal y municipal. Las mediciones de calidad del aire de los SMCA se pueden consultar en dos diferentes secciones: Los contaminantes que son monitoreados son:

- Ozono, O_3
- Monóxido de Carbono, CO
- Dióxido de Azufre, SO_2
- Dióxido de Nitrógeno, NO_2
- Partículas Suspendidas menores o iguales a 10 µm, PM^{10}
- Partículas Suspendidas menores o iguales a 2.5 µm, $PM^{2.5}$

Para el cálculo de los indicadores del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de la calidad del aire, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Como se observa en la figura anterior el área del proyecto no tiene incidencia en ninguna estación de monitoreo de calidad del aire. Considerando que la estación más cercana al área de interés es la Estación: SDS01 ubicada en la ciudad de Mérida, Yucatán, a continuación, se presentan los datos correspondientes al mes de marzo del 2026.

Tabla IV.10. Valores del monitoreo de calidad del aire obtenidas de la estación SDS01.

Parámetro	Concentración (PPM)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Dióxido de azufre, SO_2	0.0015	0.0016	0.0018
Dióxido de nitrógeno, NO_2	0.000	0.000	0.000
Monóxido de carbono, CO	-1	-0.84	-0.66
Óxido nítrico, NO	0.000	0.000	0.000
Óxidos de nitrógeno, NO_x	0.000	0.000	0.000
Ozono, O_3	0.007	0.02	0.03
Partículas Suspendidas menores o iguales a 2.5 µm, PM2.5	-22	9	34

*Datos correspondientes al mes de marzo de 2026.

IV.3.1.2.2. Monitoreos de contaminantes atmosféricos en el Estado de Quintana Roo.

La secretaria de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo cuenta con una plataforma de monitoreo de contaminantes atmosféricos particulados (PM10 y PM2.5), que tiene la finalidad de presentar los resultados históricos y en tiempo real del monitoreo de los datos que son obtenidos a partir de sensores PURPLEAIR y contrastados con el índice de Aire y Salud (NOM-172-SEMARNAT-2019).

Además de los resultados del monitoreo de contaminantes, la plataforma representa gráficamente la dirección de los vientos y los puntos de calor (incendios), para visualizar la correlación que existe entre los parámetros, lo cual permite identificar posibles fuentes de contaminación y predecir su dispersión.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

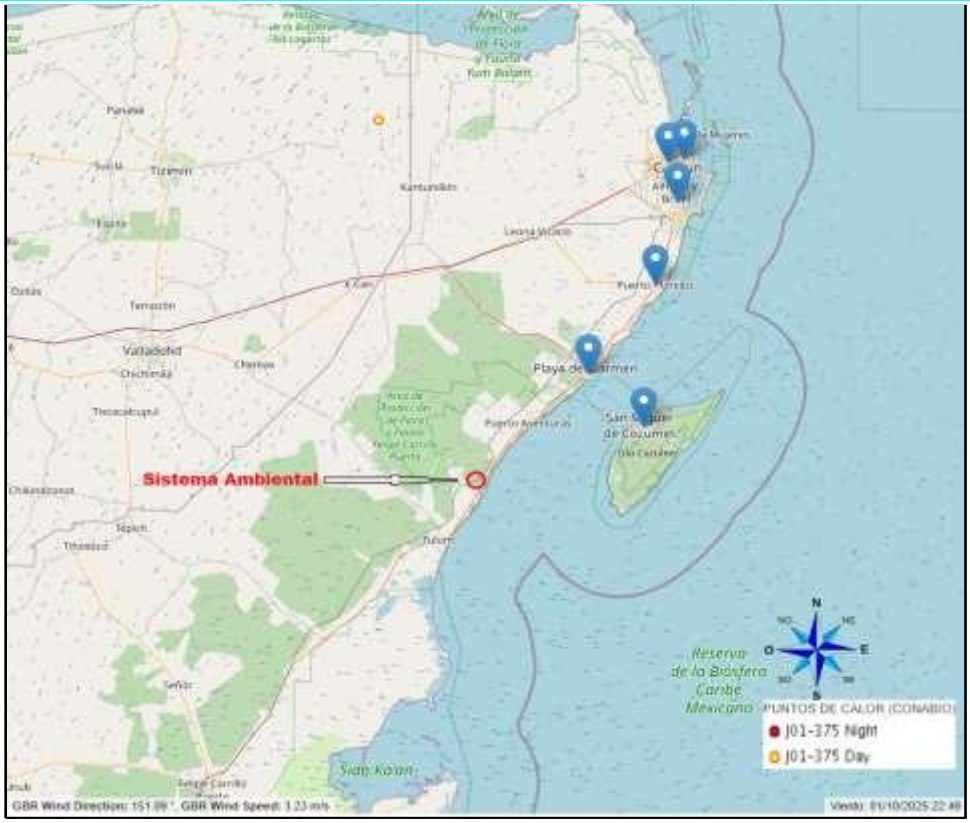


Figura IV.19. Plataforma de monitoreo de contaminantes atmosféricos particulados en el Estado de Quintana Roo.

En esta plataforma se generó un reporte semanal para la estación ubicada en la ciudad de Playa del Carmen perteneciente al Ayuntamiento de Solidaridad-SEMA. Datos obtenidos mediante la medición del contaminante PM2.5 (Partículas Menores a 2.5 micrómetros) con el empleo de sensores PurpleAir y el índice de Aire y Salud (NOM-172SEMARNAT-2019).

Tabla IV.11. Información semanal de la calidad del aire (15 al 21 de marzo del 2023).

Concepto	Valor
Valor promedio	14.69
Valor máximo	22.79
Valor mínimo	1.38
Horas totales con buena calidad del aire	168
Horas totales con aceptable calidad del aire	0
Horas totales con mala calidad del aire	0
Horas totales con muy mala calidad del aire	0
Horas totales con extremadamente mala calidad del aire	0

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Buena	Bajo	0-25
Aceptable	Moderado	>25-45
Mala	Alto	>45-79
Muy mala	Muy alto	>79-147
Extremadamente mala	Extremadamente alto	>147

Figura IV.20. Índice de Aire y Salud. Estación Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad

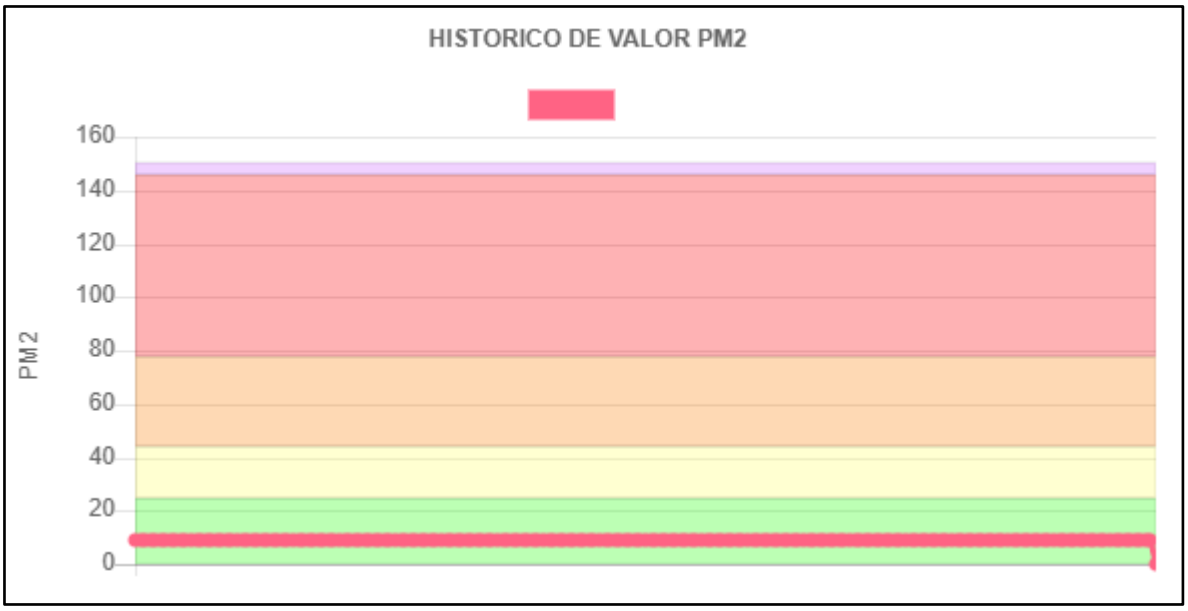


Figura IV.21. Valor histórico de PM2.5

De acuerdo con la información presentada anteriormente se puede concluir que la región donde se establece el proyecto no presenta valores extremos de contaminación del aire, además de que la calidad del aire conforme a los valores de sus índices es **Buena**.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

épocas geológicas. Tomando como referencia el Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales de la carta F16-11 "Cozumel" a escala 1:250,000 Serie I del INEGI, el Sistema Ambiental Regional se compone principalmente por rocas sedimentarias de tipo caliza.

Tabla IV.12. Unidades geológicas presentes en el SA.

Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Serie	Superficie (ha)	Superficie (%)
Tpl(cz)	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Neógeno	Plioceno	749.2787	100

Las **rocas sedimentarias** se forman a causa de los agentes externos de erosión: agua, viento, hielo y cambios de temperatura, se produce el efecto de meteorización (desintegración y descomposición de las rocas), cuyas partículas son transportadas y finalmente depositadas. Conforme se acumulan sedimentos, los materiales del fondo se compactan formando la Roca Sedimentaria. (Guía para la interpretación de cartografía geológica. INEGI, 2005).

El tipo de **roca sedimentaria caliza** es una roca química o bioquímica, es la roca más importante de las rocas carbonatadas; constituida de carbonato de calcio (>80% CaCo3), pudiendo estar acompañada de: aragonito, sílice, dolomita, siderita y con frecuencia la presencia de fósiles, por lo que son de gran importancia estratigráfica. Por su contenido orgánico, arreglo mineral y textura existen gran cantidad de clasificaciones en calizas. Sin embargo, en ninguna se considera la presencia de material clástico. En los casos donde es considerable o relevante la presencia de clásticos se clasifica la caliza y el tamaño de la partícula determina el nombre secundario: caliza arcillosa, caliza arenosa y caliza conglomerática. (Guía para la interpretación de cartografía geológica. INEGI, 2005).

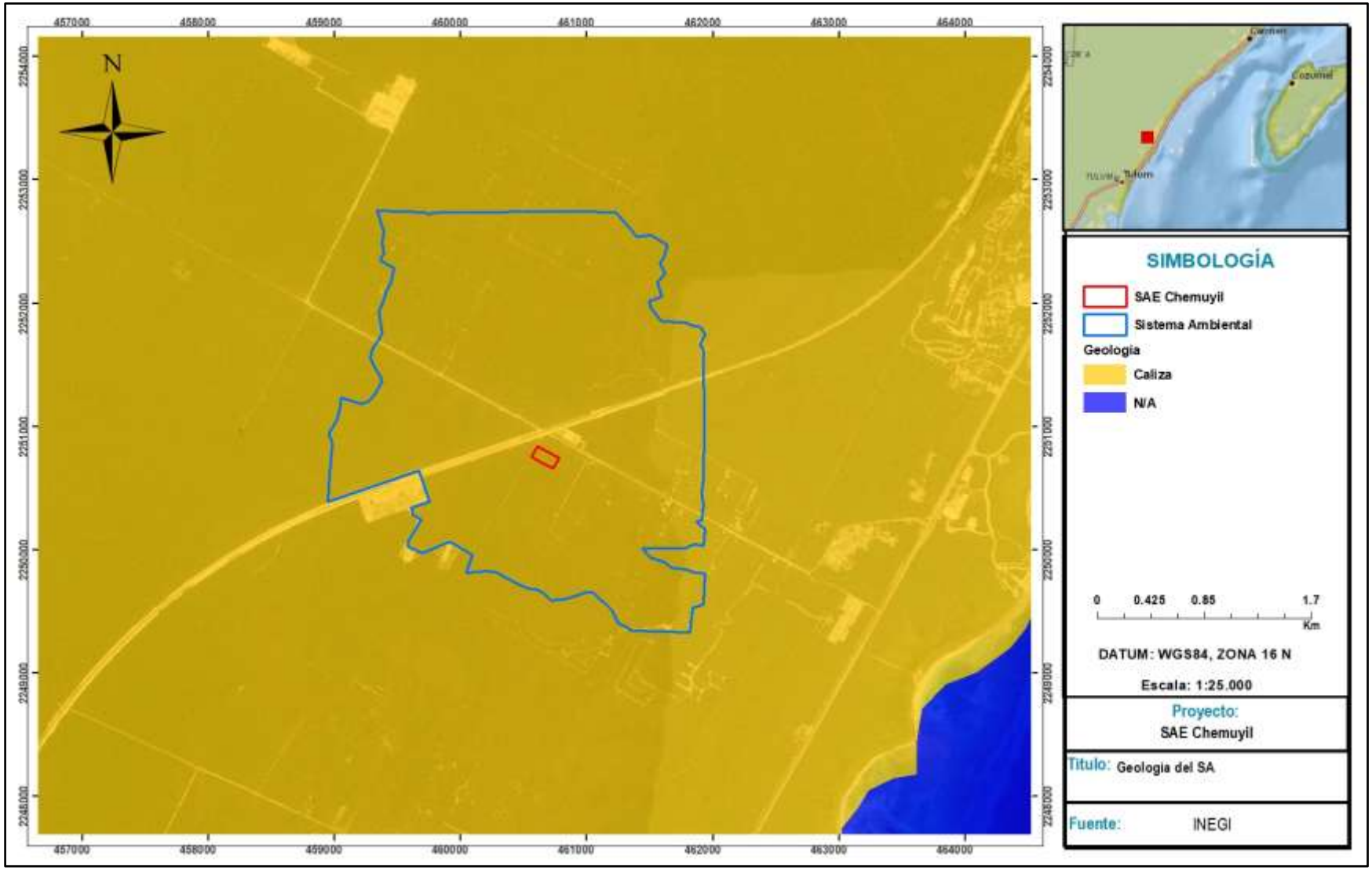


Figura IV.22. Geología del SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación

IV.3.1.3.1. Fallas y Fracturas

En la geología se le reconoce como falla a la ruptura que tiene una superficie provocando deslizamientos que puede tener diversas direcciones, ya sean verticales, horizontales o la combinación de ambas, mientras que una fractura se define como una grieta o superficie de rotura producida en la roca, no relacionada con un fenómeno de foliación o clivaje en las metamórficas, a lo largo de la cual no ha habido ningún movimiento (IMPRES, 1993). Por otro lado, la fractura geológica es cualquier superficie discontinua producida por la rotura de una masa rocosa (deformación frágil), mientras que, un eje estructural son las formas tectónicas que pueden referirse a un sistema de ejes rectangulares tridimensionales, elegidos de manera que mantengan una relación conveniente entre las fuerzas que están en juego, o que se suponen que están en juego.

De acuerdo con la carta del Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos Serie I escala 1:250,000, en la siguiente **Figura** se puede observar que la superficie del SA se ubica una fractura geológica, la cual se presenta desde la porción sureste hasta la zona central contiguo al área del proyecto del SAE Chemuyil con una longitud 1.72 km.

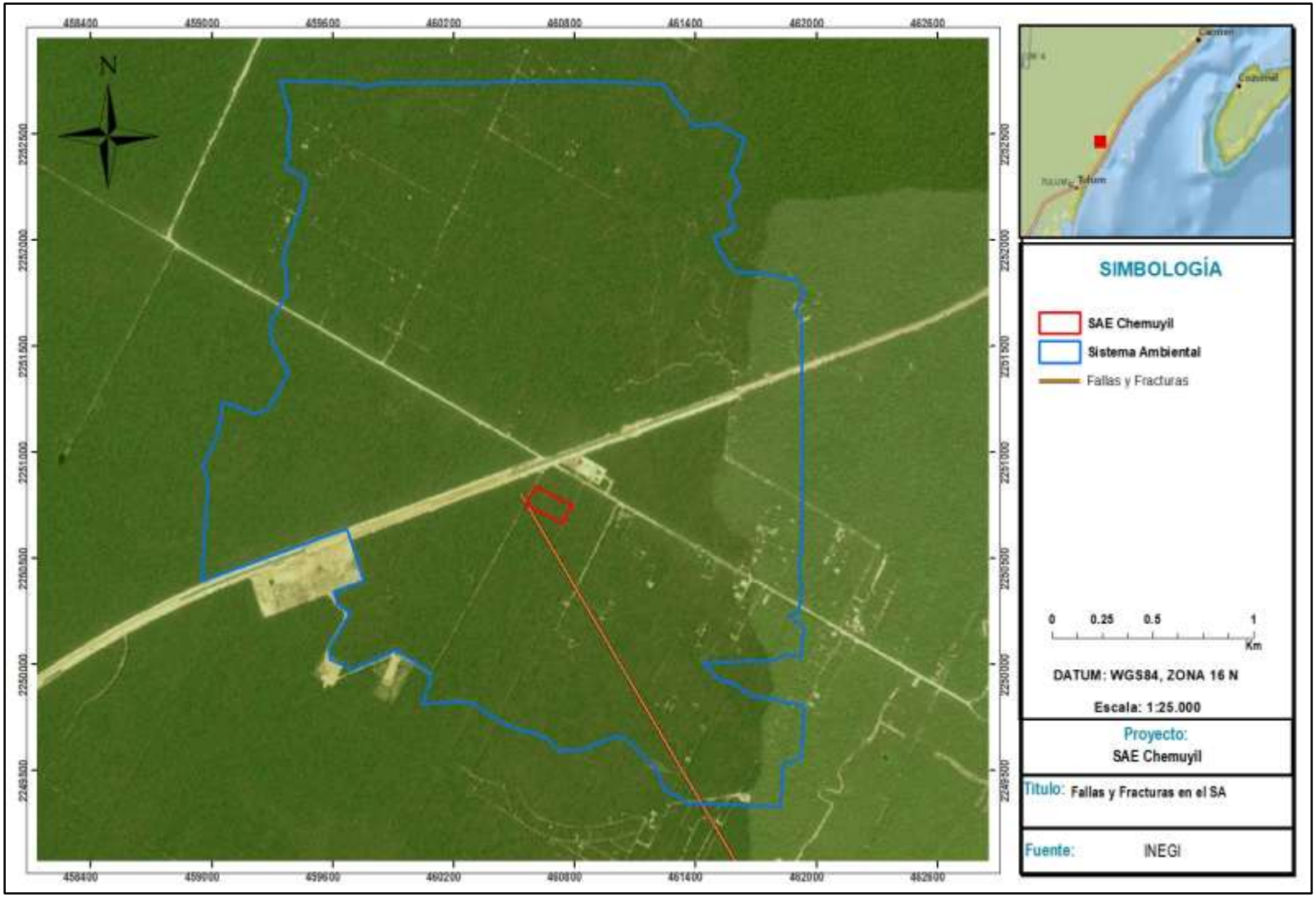


Figura IV.23. Fallas y Fracturas geológicas respecto al SA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

del mundo, enclavada dentro del área conocida como el Cinturón Circumpacífico donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta (SGM, 2017).

La alta sismicidad en el país es debido principalmente a la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como a fallas locales que corren a lo largo de varios estados, aunque estas últimas menos peligrosas. La Placa Norteamericana se separa de la del Pacífico, pero roza con la del Caribe y choca con las de Rivera y Cocos, de aquí la incidencia de sismos.

El territorio mexicano está clasificado según el peligro sísmico de acuerdo con el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en el Capítulo Diseño por Sismo, en el cual se ha delimitado en cuatro zonas: A, B, C y D (**Tabla IV.12**), cuyo peligro es de menor a mayor. Básicamente se determinaron en función de la sismicidad propia de cada región.

Tabla IV.13. Clasificación de peligro sísmico (CFE,2015).

Aceleración Máxima de Roca (cm/s^2)	Zona	Peligrosidad	Características
aro < 50	A	Muy Baja	Se caracteriza por ser una región en la cual no se tienen registros históricos de eventos importantes en los últimos 80 años y no se espera que la amplificación del suelo sea mayor a un 10% de la aceleración de la gravedad
50 ≤ aro < 100	B	Baja	Se caracteriza por ser una demarcación en donde no se registran sismos con frecuencia
100 ≤ aro < 200	C	Alta	Presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70 % de gravedad.
aro ≥ 200	D	Muy Alta	Se caracteriza por presentar temblores de gran magnitud (M > 7); se presentan con frecuencia y la amplificación del terreno puede ser superior al 70% de la aceleración de la gravedad.

El SA del proyecto se localiza en la zona “A”, (sismicidad **Muy Baja)**. No se tienen registros históricos de eventos sísmicos importantes en los últimos 80 años y no se esperan amplificaciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad.

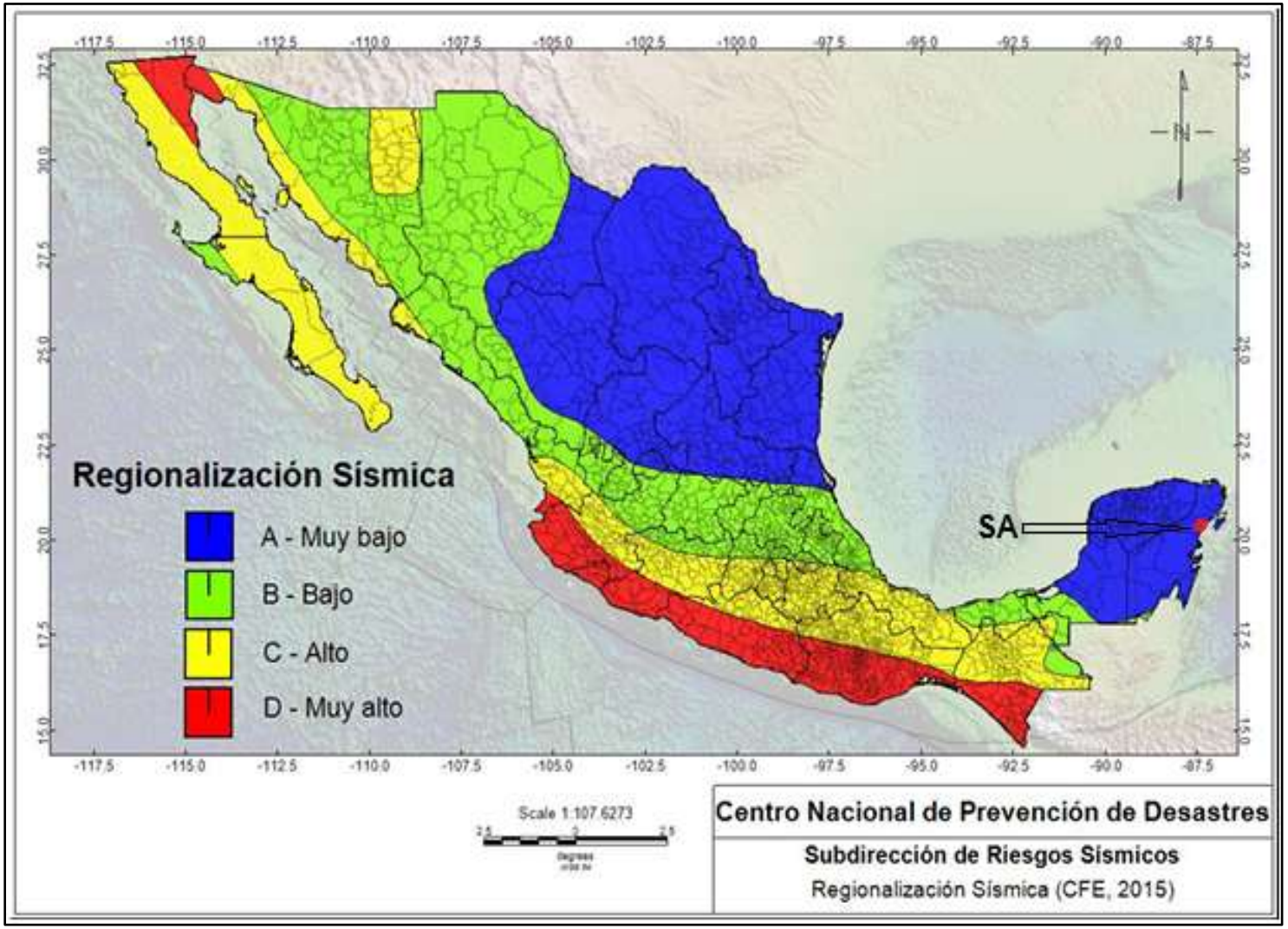


Figura IV.24. Regionalización sísmica de México y respecto a la ubicación del SA; Fuente: CFE 2015.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

obtenido del portal oficial del INEGI, el cual permitió una representación detallada del relieve y la identificación precisa de los rangos altitudinales presentes en el SA. A continuación, en la siguiente tabla se detalla la distribución de los rangos altitudinales en el Sistema Ambiental del proyecto.

Tabla IV.14. Rangos de elevación presentes en el SA

Rango	Elevación (msnm)	Superficie (ha)	%
1	11 – 13	63.3864	8.46
2	13 – 15	184.8427	24.67
3	15 – 17	232.3418	31.01
4	17 – 20	268.7076	35.86
Total		**749.2787**	**100**

En relación con las elevaciones presentes en el SA como se ha mencionado en apartados anteriores la topografía en general es plano. Las elevaciones abarcan un rango altitudinal que va desde los 11 (msnm) hasta los 20 msnm. Los rangos altitudinales más representativos corresponden a las zonas **1** y **2**, que van de los 17 a 20 msnm, (35.86% de la superficie del SA) y de 15 a 17 msnm (31.01% de la superficie del SA). Esto indica que la mayor parte del SAR se encuentra en un rango de altitudes relativamente uniforme.

Para el Área del Proyecto (con superficie de 2 ha) se presentan dos rangos de elevación:

- Rango 3 (15 – 17 msnm): 1.61 ha, que representa el 80.5% de la superficie de AP.
- Rango 4 (17 – 20 msnm): 0.39 ha, que representa el 19.5% de la superficie del AP.

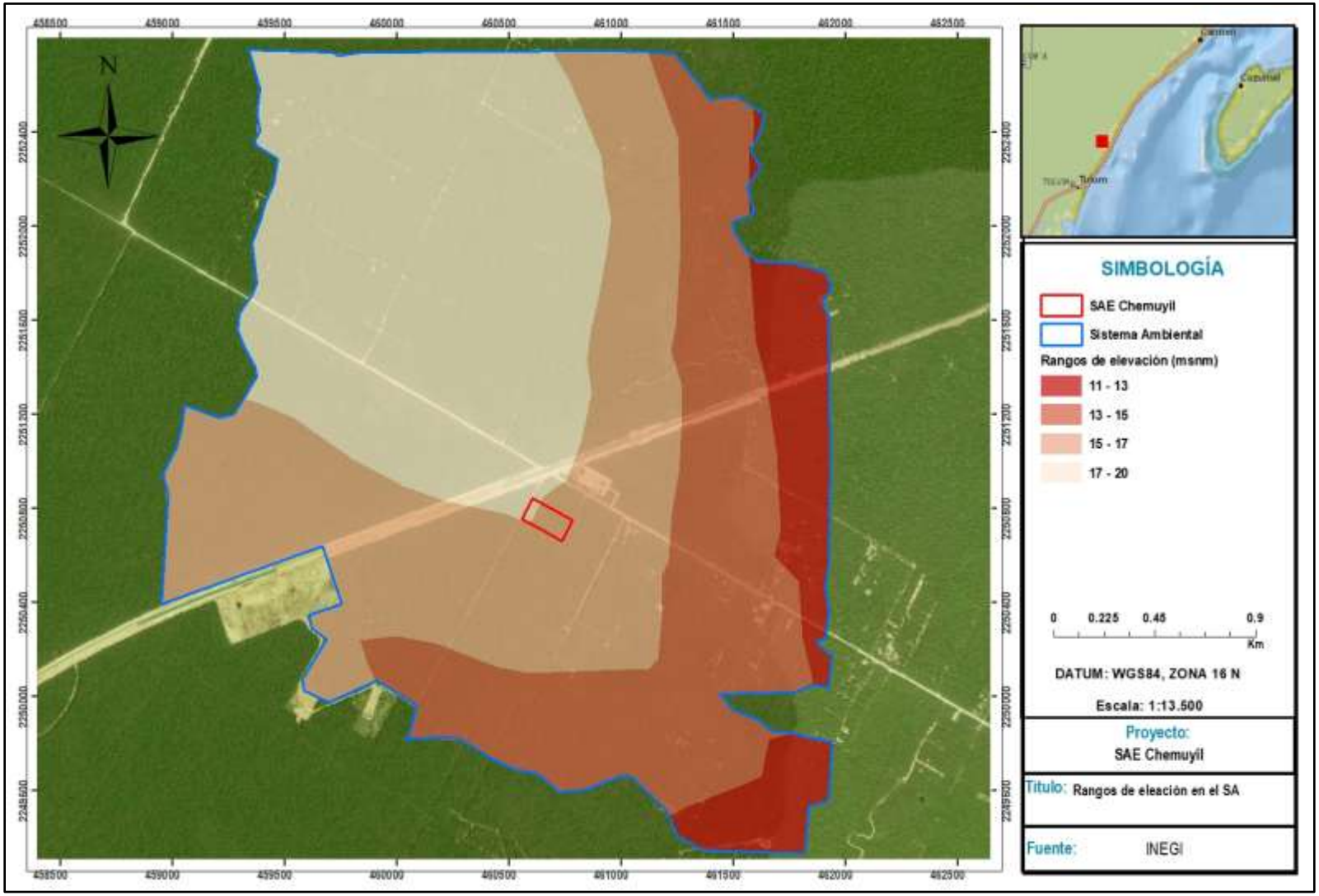


Figura IV.25. Rango de elevaciones en el SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

terreno con lo cual se puede conocer desde esta perspectiva la forma del terreno. Utilizando el Modelo Digital de Elevación. del INEGI a escala 1:10,000 con resolución de 5 metros. Mediante ArcGIS 10.5 con la herramienta *Slope* se generó una capa de los porcentajes de pendiente que presenta el área de estudio.

Los porcentajes de pendiente se categorizaron en **Siete Clases**, según la metodología de la FAO (2009) y basados en el Modelo Digital de Elevación (MDE) del INEGI, generalizando el área mínima cartografíale a partir de polígonos de cuatro hectáreas.

Tabla IV.15. Clases de pendiente y su grado de inclinación. Adaptado de la FAO (2009)

Clase	Descripción	% de Pendiente
1	Plano	0 – 15%
2	Suavemente Plano	15 – 30%
3	Inclinado	30 – 45%
4	Moderadamente inclinado	45 – 60%
5	Fuertemente inclinado	60 – 75%
6	Escarpado	75 – 90%
7	Muy escarpado	Mayor a 90%

En el SA, por sus características topográficas, su superficie presenta rangos de porcentaje de pendientes dominantes que van del 15-30% y 0-15% (Clases 2 y 1), lo que indica que prácticamente todo el terreno es plano (ver siguiente **Tabla** y **Figura**).

Tabla IV.16. Porcentaje de pendiente en el SA

Clase	Descripción	% de Pendiente	Superficie (ha)	% (superficie)
1	Plano	0 – 15%	219.8750	29.34
2	Suavemente Plano	15 – 30%	385.5735	51.46
3	Inclinado	30 – 45%	120.7023	16.11
4	Moderadamente inclinado	45 – 60%	18.7996	2.51
5	Fuertemente inclinado	60 – 75%	3.9046	0.52
6	Escarpado	75 – 90%	0.4237	0.06
7	Muy escarpado	Mayor a 90%	0	0
Total			**749.2787**	**100**

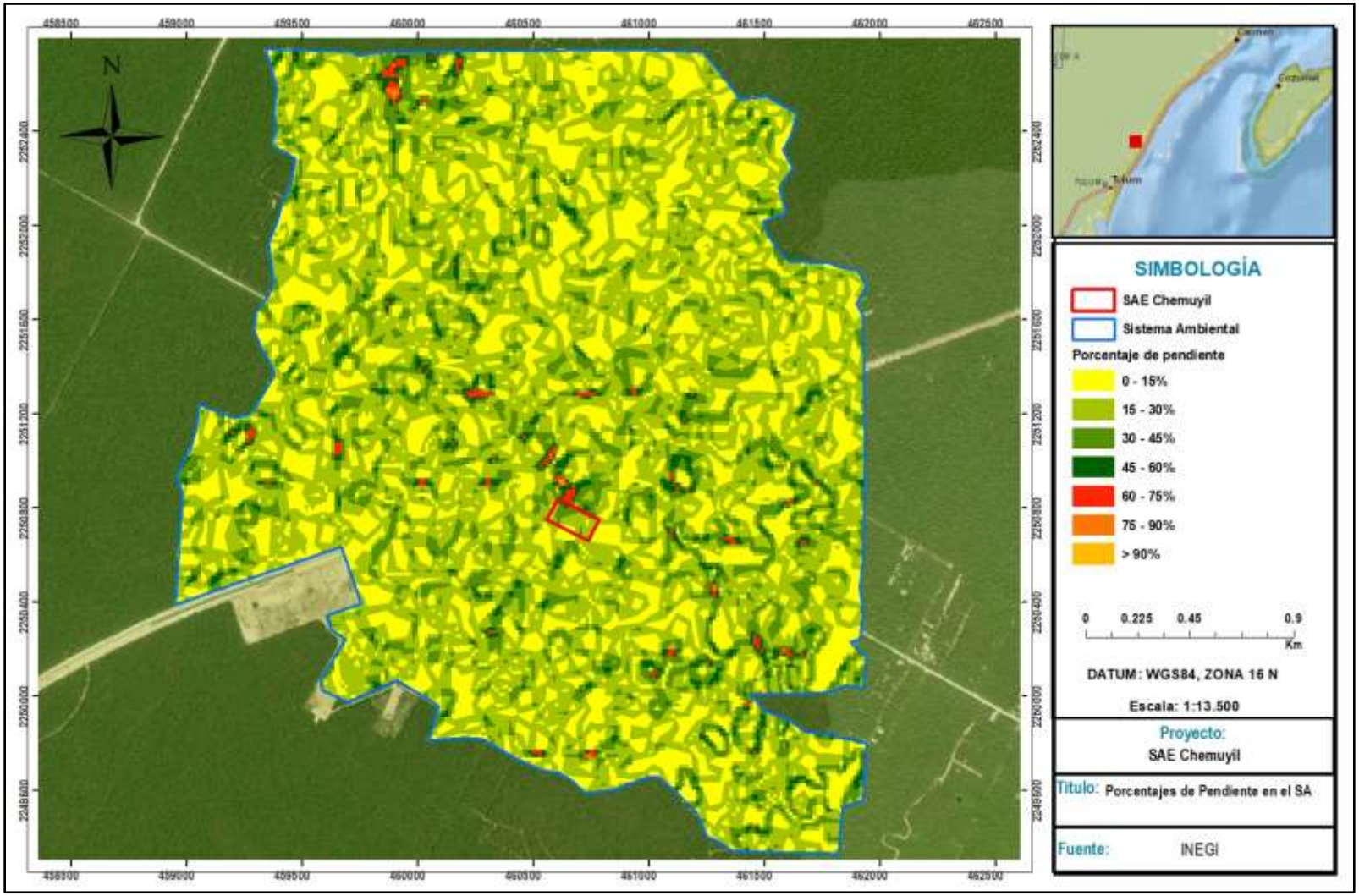


Figura IV.26. Rango de grado de pendiente en el SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

relación con las plantas y el entorno que le rodea. El suelo se origina a partir de la materia madre producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre.

IV.3.1.4.1. Unidades de Suelo

La información Edafológica sirve de apoyo en la planeación y ejecución de acciones encaminadas al uso óptimo de los recursos naturales, es marco de referencia para la prevención de desastres ecológicos y degradación ambiental, ocasionados por la sobreexplotación o uso inadecuado del suelo influenciadas por la actividad humana, provocando degradación y contaminación del medio ambiente.

Para el presente proyecto se utilizó el Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos escala 1: 250 000 Serie II del INEGI publicado en el año 2014. Esta capa contiene información actualizada de los diferentes grupos suelos que existen en el territorio mexicano, utilizando para la clasificación de los suelos el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (por sus siglas en ingles World Reference Base for Soil Resources WRB), reporte número 84, publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y adaptado por el INEGI, para las condiciones ambientales de México.

En la siguiente **Tabla**, se muestra la distribución de los tipos de suelo en el **SA**, en la cual se puede observar que la unidad de suelo dominante es de tipo **Leptosol**, con una sola clase de agrupación (**Phaeozem**).

Tabla IV.17. Agrupaciones de suelo presentes en el SA.

Clave	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Superficie (ha)	Superficie (%)
LPrz-hu/2P	Leptosol	N/A	N/A	461.8061	61.63
LPsk-rz+LPli-hu+PHlep/2	Leptosol	Leptosol	Phaeozem	287.4727	38.37
Total				**749.2787**	**100**

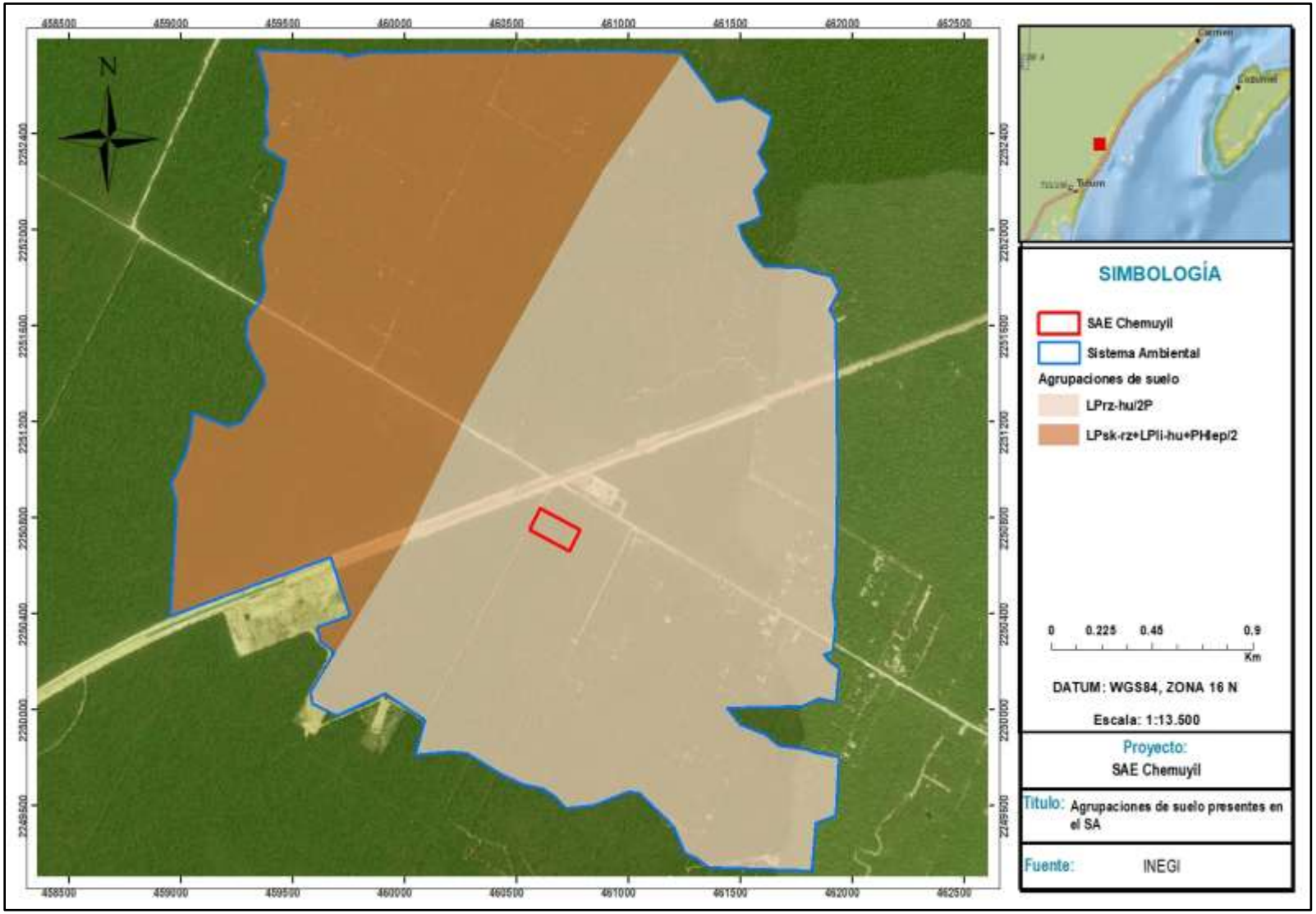


Figura IV.27. Asociaciones de suelo presentes en el SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Litosoles, del griego *Lithos*, piedra. Representan suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente como la sierra La Giganta, Del Burro, La Paila, San Carlos, del Pinacate y la Sierra Lacandona. También son abundantes en la Mixteca Alta Oaxaqueña, el Carso Huasteco, al pie de la Sierra Madre Occidental y en todos los sistemas de cañones. Un caso particular son los extensos afloramientos calizos encontrados en la **Península de Yucatán**. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero.

Phaeozem (PH): Del griego *phaios*, oscuro, y del ruso *zemlja*, tierra. Suelos de clima semiseco y subhúmedo, de color superficial pardo a negro, fértiles en magnesio, potasio y sin carbonatos en el subsuelo. El relieve donde se desarrollan estos suelos es generalmente plano o ligeramente ondulado. En México constituyen los suelos más importantes para la agricultura, por ejemplo, en los Altos de Jalisco, las llanuras de Querétaro, Hidalgo y norte de Guanajuato, en la Gran Meseta Chihuahuense, al pie de la Sierra Madre Occidental y en numerosos valles del sur y sureste de México.

- **Calificadores de Suelo**

Esquelético (**sk**): Suelos con un horizonte de más de 40% del volumen ocupado por piedras, gravas y guijarros dentro de los primeros 100 cm de profundidad. Se denomina hiperesquelético cuando el volumen ocupado de piedras, gravas y guijarros es mayor a 80% del volumen del suelo.

Húmico (**Hu**): del latín *humus*, tierra. Suelos ricos en carbono orgánico que tienen en promedio 1% o más en los primeros 50 cm de profundidad. Cuando tiene más de 5% se denomina hiperhúmico. En caso de Leptosoles debe contener 2% o más.

Léptico (**le**): Del griego *leptos*, roca. Suelos que están limitados por roca dura y continua, imposible de cavar con pala y pico, antes de los primeros 100 cm de profundidad. De acuerdo con la profundidad de la roca se llama epiléptico (0-49cm) o endoléptico (50-100 cm).

Lítico (**li**): Del griego *lithos*, piedra. Suelos limitados por roca dura y continua a menos de 10 cm de profundidad. El caso más extremo es el afloramiento rocoso que se denomina nudilítico y tecnolítico.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- **Clases y Texturas de las Agrupaciones**

La textura es la característica física del suelo determinada por la proporción relativa en la que se encuentran cada uno de sus componentes minerales o partículas primarias: arena, limo y arcilla. La textura influye sobre otras propiedades del suelo tales como la capacidad de almacenamiento de agua y su movimiento en el suelo; influye también en la capacidad de abastecimiento de nutrimentos y aire para las plantas y demás organismos vivos. Es uno de los factores más importantes al evaluar la erosionabilidad del suelo. En el caso del SA, la clase textural de los suelos dominantes se presentan de la siguiente manera:

Tabla IV.18. Clases y texturas de las agrupaciones de suelo presentes en el SA.

Agrupación de suelo	Clase Textural	Textura	Descripción	Pedregosidad superficial
LPrz-hu/2P	2	Media	Comúnmente llamados francos, equilibrados en el contenido de arena, arcilla y limo.	**Pedregosa** (**P**): con piedras mayores de 60 mm de diámetro, distribuidos en más del 40% del polígono de suelo.
LPsk-rz+LPli-hu+PHlep/2P				

IV.3.1.4.2. Estado de conservación del suelo

La degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo, resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales en su ecosistema.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través del Inventario Nacional de Suelos, realizó la actualización de la evaluación de la degradación del suelo, causada por el hombre a nivel nacional. El propósito fue ubicar los principales procesos de degradación del suelo en base a la reducción de la productividad de los terrenos.

El mapa de Degradación del suelo causada por el hombre, Capa Vectorial Escala 1:250,000, publicado en la página de la CONABIO y generada por la Dirección General Forestal y de Suelos (Órgano descentralizado de la SEMARNAT) y el Colegio de Postgraduados en el período 2001 - 2002. Muestra la ubicación de los tipos de erosión

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

nutrientes; así como la degradación física que distingue la compactación de la estructura del suelo, encostramiento y sellamiento; hundimiento, disminución de la disponibilidad de agua, y pérdida de la función productiva.

De acuerdo con la Capa Vectorial “Degradación del suelo en la República Mexicana” Escala 1:250 000, en el Sistema Ambiental Regional se tienen los siguientes tipos de degradación de suelo.

Tabla IV.19. Tipos de degradación del suelo presentes en el SA.

No.	ipo	Grado	Causa	Superficie ha	% Superficie
1	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas	405.2656	54.28
2	Sin aparente grado de degradación	No aplica	No aplica	344.0131	45.91
Total				**749.2787**	**100**

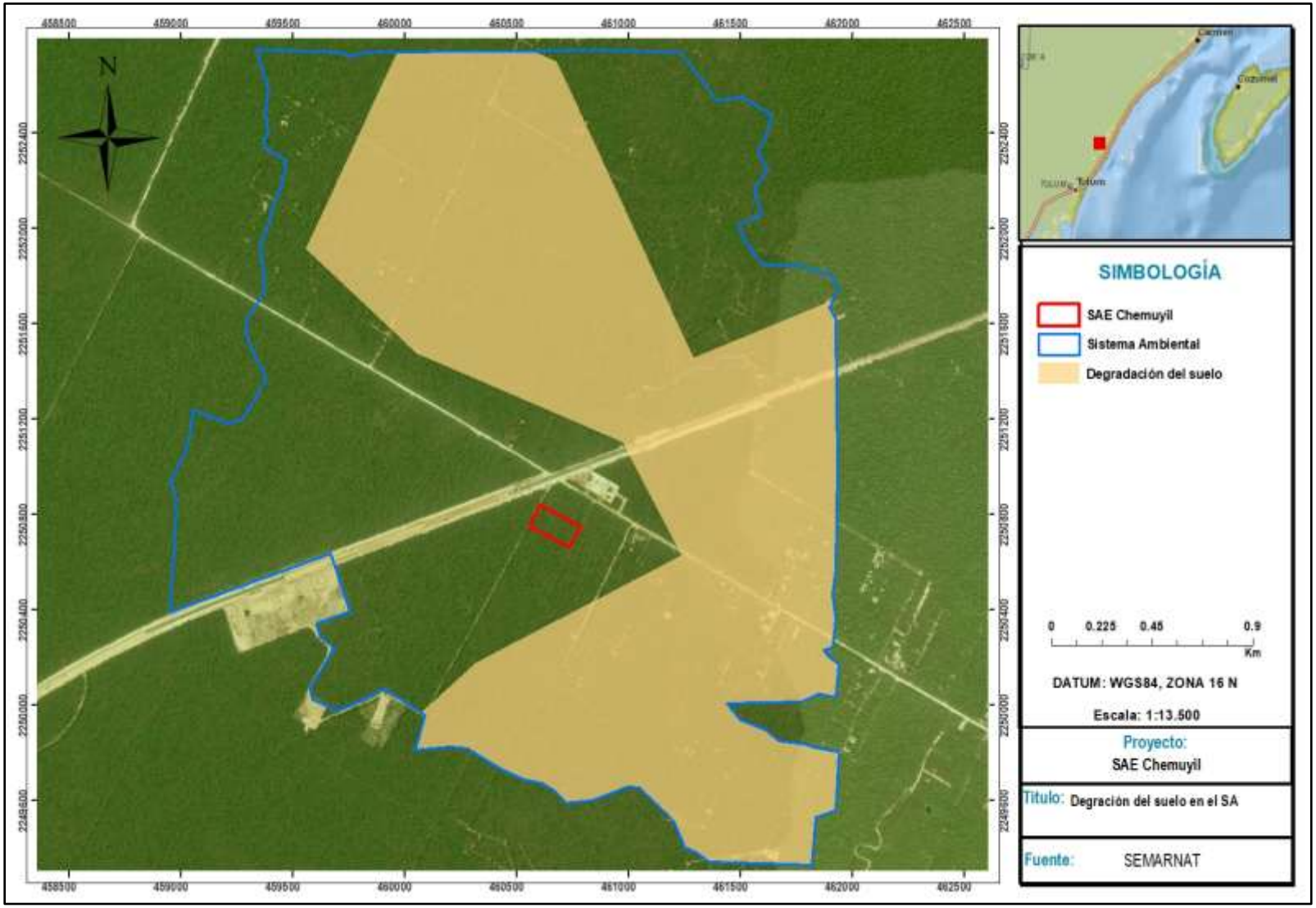


Figura IV.28. Tipo de degradación de suelos en el SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Los procesos formadores del suelo son muy lentos y requieren largos períodos de tiempo. En las praderas de climas templados, se necesitan 100 años para formar 1 a 2 cm de suelo. Como su regeneración es muy lenta, el suelo debe considerarse como un recurso no renovable.

La erosión es la pérdida de suelo fértil, debido a que el agua y el viento normalmente arrastran la capa superficial de la tierra. El ser humano acelera la pérdida de suelos fértiles por la remoción de la cubierta vegetal, producto de actividades de desarrollo socioeconómico. A partir del estudio realizado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Universidad Autónoma Chapingo (SEMARNAT-UACH, 2002), encontraron que la pérdida de suelo en México por erosión hídrica afecta al 42% del territorio, sin embargo, otros trabajos aseveran que la erosión hídrica afectaba al 85% de su territorio (Becerra, 1998; Alatorre y Begería, 2009).

Uno de los factores importantes en el proceso para controlar la erosión es la evaluación del riesgo a la erosión, el cual tiene como objeto identificar aquellas áreas, donde la productividad sostenible de un uso específico de tierra es amenazada por una pérdida excesiva de suelo (Zarate y Anaya, 1992; citados por Loredo *et al*., 2007).

A pesar de existir varios estudios en materia de erosión y degradación de suelos, pocos se han desarrollado con una evaluación directa en campo y menos bajo los mismos lineamientos; por lo que en este capítulo se realiza dicha evaluación utilizando metodologías de aceptación internacional y consensuadas en todo el país.

El proyecto **SAE Chemuyil** tendrá una superficie total de 2 hectáreas, de las cuales el total corresponde a superficie forestal.

Por otro lado, se comenta que el tipo de vegetación se clasificó con base a los trabajos de campo con relación al muestreo de flora, por consiguiente, el tipo de vegetación presente en el área forestal corresponde a Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En este apartado se muestran los resultados de la erosión hídrica presente en el SAR, utilizando la Ecuación Universal de Perdida de Suelo (EUPS) propuesta por Wischmeier y Smith, 1978. La memoria de cálculo se presenta como parte del respaldo electrónico que acompaña al presente documento (**ErosiónHídrica_SA.xlsx**).

El volumen de erosión hídrica total corresponde a 19.9966 ton/ha/año que se traducen en 7641.4324 ton/año en una superficie de 749.2787 ha. De acuerdo con la clasificación de Montes (2002), la tasa de erosión hídrica de acuerdo con el tipo de vegetación es baja, tanto para la SMQ como para la VSA/SMQ.

Tabla IV.20. Tasa de erosión hídrica (ton/ha/año) por tipo de vegetación presente en el SA.

Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Superficie SAR (ha)	Erosión (ton/año) en SAR	Clasificación
SMQ	14782.07	0.02	0.08	0.45	1.00	10.5601	508.0647	5365.2181	Baja
VSA/SMQ	14782.07	0.02	0.07	0.45	1.00	9.4365	241.2140	2276.2142	Baja
					TOTAL =	**19.9966**	**749.2787**	**7641.4324**	**Baja**

Como se puede observar en la tabla anterior, el SA cuenta con un volumen de erosión total de 19.9966 Ton/ha/año en su condición actual. No obstante, en términos de tasa de erosión, según la clasificación de erosión propuesta por Montes (2002) se considera baja, incluida en memoria de cálculo anexa en el capítulo IX.

IV.3.1.5.2. Erosión hídrica en el Área forestal del proyecto.

Utilizando la Ecuación Universal de Perdida de Suelo (EUPS) propuesta por Wischmeier y Smith, 1978, se calculó la erosión hídrica para el área forestal del proyecto (2.0000 ha), el cual presenta vegetación forestal que corresponde a Selva Mediana Subperennifolia (SMQ). La memoria de cálculo se presenta como parte del respaldo electrónico que acompaña al presente documento (**ErosiónHídrica_CUSTF.xlsx**).

A continuación, se realiza un análisis comparativo sobre la pérdida de suelo en condiciones actuales y una vez ejecutado el proyecto en su área forestal. Para esto, cada uno de los casos se denomina como “Escenario 1” y “Escenario 2”, y adicionalmente se presenta la comparativa de las condiciones actuales y una vez establecido el proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En este escenario se estimó la erosión hídrica del área forestal del proyecto en su condición actual (Ver tabla siguiente).

Tabla IV.21. Valores de la erosión hídrica en condiciones actuales en su área forestal (Escenario 1).

Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año) en AP
SMQ	14782.07	0.02	0.10	0.45	1.00	13.3736	2.0000	26.7471

Como puede observarse en la tabla anterior, el área forestal en su escenario 1 cuenta con un rango de tasa de erosión hídrica de **13.3736 Ton/ha/año**. Así mismo, se determina que el nivel de erosión del área forestal del proyecto en su escenario 1 es "*Bajo*", esto según la clasificación de erosión propuesta por Montes (2002), incluida en memoria de cálculo anexa en el capítulo IX.

Posterior a obtener las tasas de erosión hídrica en el área forestal del proyecto, se procedió al cálculo del volumen de erosión (ver tabla anterior), este cálculo se obtiene al multiplicar la tasa de erosión hídrica por la superficie forestal del proyecto, dicho esto, el volumen de erosión hídrica total del área forestal del proyecto en su escenario 1 corresponde a 26.7471 toneladas al año.

IV.3.1.5.4. **Escenario 2.** Erosión hídrica una vez ejecutado el proyecto en el área forestal.

Para el escenario 2, dadas las características de las obras como se mencionó en capítulos anteriores, se afectará la cobertura forestal, por ello para el cálculo de la erosión hídrica, para el factor C, se considerará como un área desprovista de vegetación con un valor de 1.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	suelo (ton/ha/año)	Superficie CUSTF (ha)	(ton/año) en AP
DDV	14782.07	0.02	0.10	1.00	1.00	29.7190	2.0000	59.4380

Como se puede observar en la tabla anterior, el área forestal en su escenario 2 cuenta con un rango de tasa de erosión hídrica de **29.7190 ton/ha/año**. Asimismo, se determina que el nivel de erosión del área forestal del proyecto en su escenario 2 corresponde a un rango "*bajo*", esto según la clasificación de erosión propuesta por Montes (2002). Posterior a obtener las tasas de erosión hídrica en el área forestal del proyecto, se procedió al cálculo del volumen de erosión (ver tabla anterior), este cálculo se obtiene al multiplicar la tasa de erosión hídrica por la superficie de Proyecto, dicho esto, el volumen de erosión hídrica total del área forestal en su escenario 2 corresponde a 59.4380 toneladas al año.

IV.3.1.5.5. Volumen de erosión hídrica a mitigar (Ton/Año).

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la erosión hídrica del suelo en el área forestal del proyecto, en condiciones actuales (escenario 1) y una vez ejecutado el proyecto en el área forestal (escenario 2), así como el volumen de pérdida de suelo a mitigar.

Tabla IV.23. Erosión hídrica en el área forestal del proyecto en condiciones actuales y una vez ejecutando el proyecto.

Obra	Vegetación o uso de suelo	Superficie del área forestal (ha)	Volumen total de erosión hídrica (ton/año)		Volumen total de erosión hídrica a mitigar (ton/año)
			Escenario 1	Escenario 2	
SAE Chemuyil	SMQ	2.0000	26.7471	59.4380	32.6909

De acuerdo con los datos de la tabla anterior, la pérdida de suelo por erosión hídrica en condiciones actuales es de **26.7471 ton/año**, mientras que una vez ejecutado el proyecto en su área forestal se presenta una pérdida de suelo de **59.4380 ton/año**, por lo cual la diferencia a mitigar entre los dos escenarios es de **32.6909 ton/año**. Es importante mencionar que se llevarán a cabo las medidas preventivas y de mitigación necesarias para contrarrestar los efectos negativos en el suelo.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

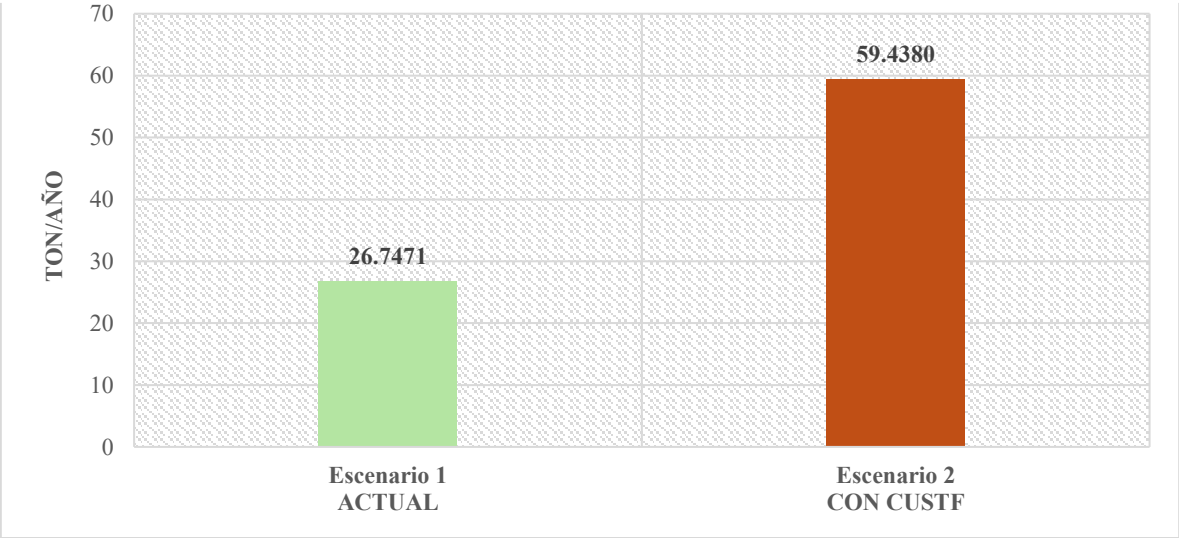


Figura IV.29. Comparación de escenarios de erosión hídrica en el área de CUSTF.

IV.3.1.6. Erosión eólica.

La erosión eólica es el proceso por el cual el material superficial de los suelos es removido, transportado por el viento y depositado en otros sitios. Es un proceso que difícilmente pueda revertirse ya que produce la pérdida de componentes texturales más finos, modificando así algunas propiedades del suelo, afectando su productividad.

En nuestro país se han realizado diversas evaluaciones, pero debido a diferencias metodológicas y a la escala utilizada, sus resultados no son comparables. Con respecto a la erosión eólica potencial, se estimó que 89% del territorio nacional estaría en riesgo de ser afectado. Este proceso de degradación afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Sus causas también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a la destrucción de la estructura del suelo y a niveles bajos de humedad. Como se mencionó anteriormente, las zonas más afectadas por erosión eólica son aquellas de condiciones tropicales y templadas, entre las que se encuentran el estado de Quintana Roo y Yucatán.

El viento por sí mismo no tiene suficiente fuerza para producir efectos de meteorización. Lo que sí puede hacer es transportar partículas que, que cuando chocan con el terreno se van desgastando. Este tipo de erosión suele ser lenta, el territorio debe estar sin cobertura vegetal para que se aprecien sus efectos. La metodología empleada fue la de SEDUE (1988), para determinar la cantidad de suelo

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Ee = IAVIE * CATEX * CAUSO

Dónde:

Ee: erosión eólica (ton/ha/año)

IAVIE: índice de agresividad del viento

CATEX: índice de textura edáfica y fase física

CAUSO: índice por efecto del uso del suelo

Los cálculos completos se presentan en el respaldo electrónico que acompaña al presente documento (**Erosión Eólica_CUSTF.xlsx** y **Erosión Eólica_SA.xlsx**).

IV.3.1.6.1. Estimación del índice de Agresividad del Viento

Índice de Agresividad del Viento, se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

IAVIE= 160.8252 – 0.7660 (PECRE)

PECRE= 0.2408 (Prec. Media) – 0.0000372 (Prec. media)^2 – 33.1019.

Según la carta de precipitación media anual del INEGI, la cuenca se ubica en una zona que presenta un rango de precipitación que va desde los 1500 hasta los 2000 mm anuales. La precipitación media anual histórica para la zona es de 1,436.00 mm, con una precipitación de hasta 296 mm en el mes (octubre) más lluvioso y 33.5 mm en el mes (marzo) más seco, tal como se puede observar a continuación:

Usando los datos de la misma estación meteorológica usada para el cálculo de erosión hídrica (Playa del Carmen, 23163) donde se registra una precipitación total anual de 1436.00 mm, sustituimos los valores en la formula anterior y tenemos que:

IAVIE= 160.8252 – 0.7660 (PECRE)
PECRE= 0.2408 (1436) – 0.0000372 (1436)^2 – 33.1019.
PECRE= 235.98
IAVIE= -19.993
IALLU= 250.5449

Como regla de decisión se tiene que: si el valor de IALLU es mayor de 50, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar hídrica, datos que ya han sido presentados anteriormente. Si el valor de IAVIE es mayor de 20, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar eólica. En este caso, se puede

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

desprendimiento de partículas.

Por lo tanto, se concluye que en el proyecto no existe influencia de la erosión eólica tanto en el SA como en el área del proyecto, por lo que no se presentan resultados al respecto. Como se observa en la siguiente imagen de acuerdo con el estudio de Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1: 1 000 000 (SEMARNAT y UACH, 2003), se observa que el área donde se ubica tanto el SA como el Proyecto es una zona que se clasifica como nula en cuanto a la pérdida de suelos, coincidiendo con estos resultados.

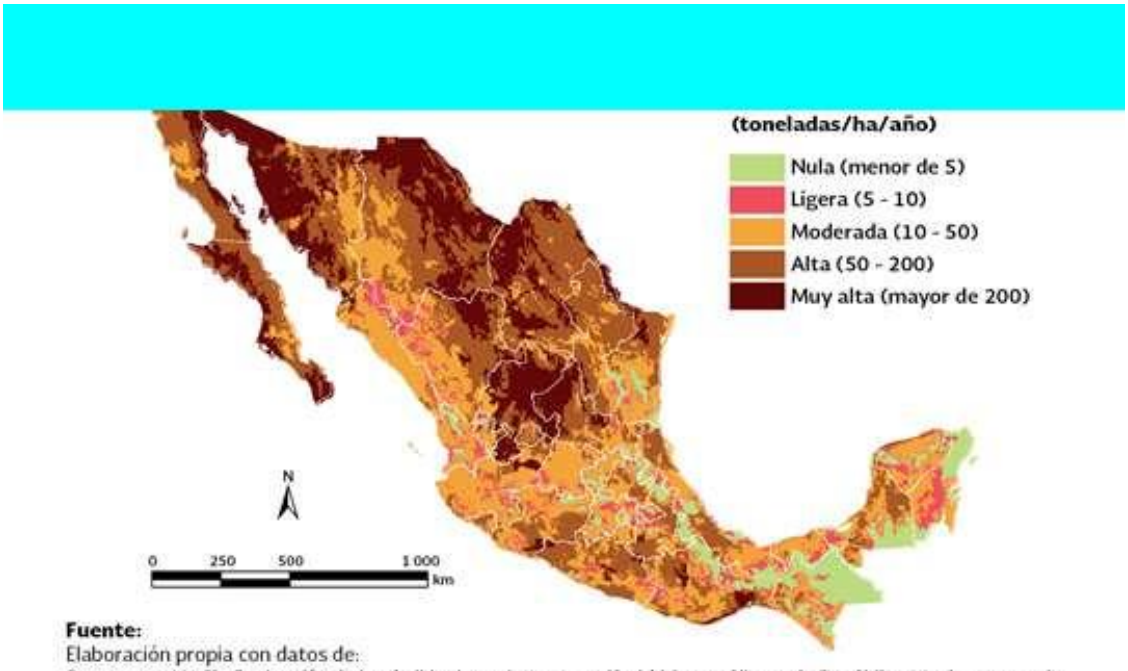


Figura IV.30. Erosión eólica potencial de suelo según nivel.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) una Región hidrológica es un área delimitada por una divisoria que agrupa por lo menos dos cuencas hidrológicas cuyas aguas fluyen a un cauce principal. La cobertura nacional asciende a 37 divisiones, las cuales se denotan por el prefijo "RH" y los números del "01" al "37". Ejemplo: "RH24".

Una cuenca constituye una subdivisión de la región hidrológica que representa características particulares de escurrimiento y extensión. La clave se compone de los dos dígitos de la región hidrológica y una letra mayúscula de la "A" a la "Z". Ejemplo: "RH24B". (Documento Técnico Descriptivo de la Red Hidrográfica, escala 1:50 000. INEGI, 2010).

Una Subcuenca es un área considerada como una subdivisión de la cuenca, que presenta características particulares de escurrimiento y extensión. Su clave es el resultado de la concatenación de la clave de la región hidrológica, más la clave de la cuenca y una letra minúscula de la "a" a la "z". Ejemplo: "RH24Be". (Documento Técnico Descriptivo de la Red Hidrográfica, escala 1:50 000. INEGI, 2010).

Se consultó la información del INEGI de la Red Hidrográfica, escala 1: 50. 000 obteniendo que el área del Sistema Ambiental se encuentra en la subcuenca “Quintana Roo” (RH32Aa), perteneciente a la cuenca del mismo nombre “Quintana Roo” (RH32A) y que a su vez forma parte de la Región Hidrológica número 32 de nombre “Yucatán Norte”.

Tabla IV.24. Hidrología superficial del SA.

Clase	Clave	Nombre	Tipo
Región Hidrológica	RH32	Yucatán Norte	N/A
Cuenca Hidrológica	RH32A	Quintana Roo	Exorreica
Subcuenca Hidrológica	RH32Aa	Quintana Roo	Exorreica

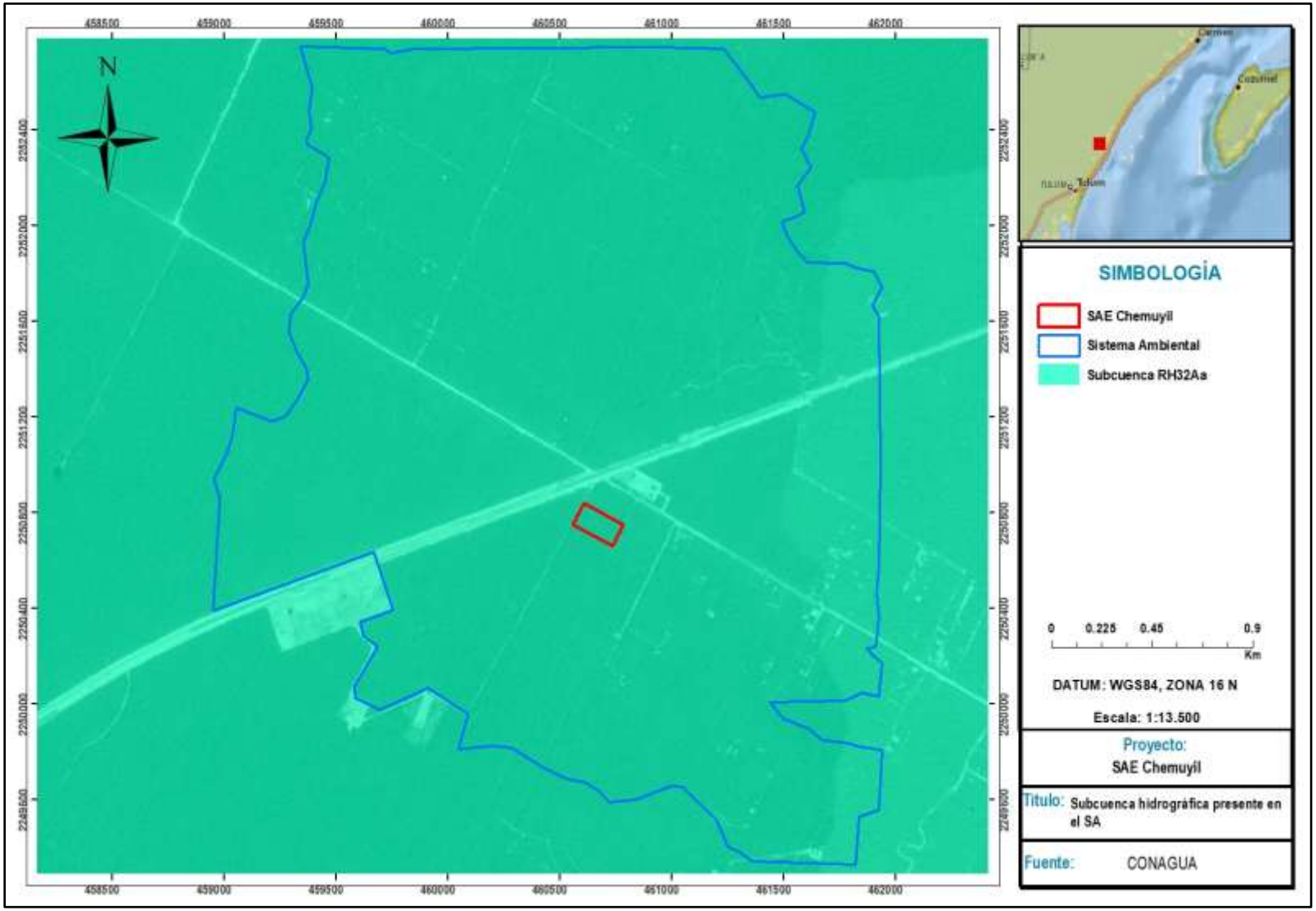


Figura IV.31. Ubicación hidrológica del SA y Área de Proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

península y colinda: al oeste y norte con el Golfo de México, al este con el mar Caribe y al sur con las Regiones 31 y 33 que corresponde aproximadamente al paralelo 20. Además, abarca gran extensión del Estado de Yucatán y fracciones de los Estados de Quintana Roo y Campeche, con áreas de 39,610.9 km^2 y 5,932.98 km^2 respectivamente sin las islas. Queda comprendida entre los 19º45' a los 21º40' de latitud norte, y entre los 86º50' y los 90º30' de longitud oeste.

La característica más notoria en la Península de Yucatán es la ausencia de corrientes superficiales, ya que la mayor parte del agua llovida se evapora o es absorbida por plantas y suelos, el resto satura al terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades laberínticas y pluvimorfas, favorecidas por el escaso relieve, el pequeño espesor de los suelos y la espesa cobertura vegetal (Estudio Hidrológico del Estado de Yucatán. INEGI, 2002).

IV.3.1.1.3. Cuenca hidrológica "Quintana Roo" (RH32A).

Limita al norte y oeste con la cuenca B de la RH32. al este con el estado de Quintana Roo donde continúa y al sur la cuenca B de la RH33. La temperatura media anual es de 26° C, la precipitación media anual varía de 1 100 a 1 500 mm; el escurrimiento superficial tiene un rango de 0 a 5% y como ocurre en casi todo el estado de Yucatán no existen corrientes superficiales en esta porción por las características particulares de alta infiltración en el terreno y escaso relieve no existen cuerpos de agua de gran importancia (Estudio Hidrológico del Estado de Yucatán. INEGI. 2002).

IV.3.1.1.4. Disponibilidad media anual de agua superficial en la región hidrológica 32 Yucatán Norte.

De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2023), se publicó un acuerdo que actualiza la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las 37 regiones hidrológicas de la República Mexicana

La determinación de la disponibilidad de agua para aguas superficiales se determina aplicando la siguiente fórmula por cuenca hidrológica:

$$Dr = \frac{Cp + Ar + R + Im}{Uc + Rxy + Ex + Ev + V}$$

Donde:

Dr= Disponibilidad relativa.
Cp= Volumen medio anual de escurrimiento natural.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Uc= Volumen anual de extracción de agua superficial.
Rxy= Volumen anual actual comprometido aguas abajo.
Ex= Volumen anual de exportaciones.
Ev= Volumen anual de evaporación en embalses.
V= Volumen anual de variación del almacenamiento en embalses.

Tabla IV.25. Disponibilidad media anual de las aguas superficiales de las cuencas hidrológicas de la RH32.

Sistema	Tipo	Cuenca	Nombre y descripción	AB	RXY	D	Clasificación
Yucatán	C	3201	Yucatán: Corrientes intermitentes y cuerpo de agua conocido como Laguna Morelos.	0.000	0.000	0.000	Déficit
Rio Verde	DE	3202	Río Verde: Desde el nacimiento Río Verde. hasta su descarga al Golfo de México.	22.009	0.000	22.009	Disponibilidad

Ab. *- Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca o subregión hacia aguas abajo.*
Rxy. *- Volumen anual actual comprometido aguas abajo*
D. *- Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca o Subregión Hidrológica.*

IV.3.1.1.5. Recursos hidrológicos (cuerpos de agua y ríos) presentes en el Sistema Ambiental.

De acuerdo con la Red Hidrográfica escala 1:50. 000 edición 2.0 del INEGI, en el SA no existe ningún escurrimiento o cuerpo de agua en el área de estudio, pues como se ha venido comentando a nivel de región y cuenca hidrográfica la delimitación de una red a esta escala es muy pobre o escasa, dadas las condiciones geomorfológicas, clima y topografía.

No obstante, como se comentó en los primeros apartados para la delimitación del SA se consideró la delimitación de una red de drenaje utilizando un Modelo de Elevación Digital escala 1:10,000 con una resolución de 5 metros. Así también se generaron los principales puntos de acumulación de los escurrimientos.

IV.3.1.1.6. Hidrología subterránea

Los Estados Unidos Mexicanos cuentan con 653 acuíferos, siendo un acuífero “Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

De acuerdo con información de la Capa Vectorial de Acuífero. Escala 1:250. 0000, CONAGUA, 2023. particularmente para el área del Sistema Ambiental Regional forma parte del acuífero “Península de Yucatán (3105)”. A continuación, se presentan los datos correspondientes.

IV.3.1.1.7. Determinación de la disponibilidad media anual de agua (DMA).

Para conocer la disponibilidad de aguas subterráneas se obtuvo la información de la actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), publicada en el Diario Oficial de la Federación-2023, correspondiente a una fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) en el 2018. Los datos se basan en la siguiente expresión contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

$$\mathbf{DAS = Rt – DNCOM – VCAS}$$

Donde:

DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero.
R = Recarga total media anual.
DNC= Descarga natural comprometida.
VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

IV.3.1.1.8. Recarga total media anual (R).

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, tanto en forma de recarga natural como inducida. Para este caso, su valor es de 14,932.8 hm^3/año. todos ellos son de recarga natural.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero. Para el caso del acuífero Península de Yucatán su valor es de 7,686.8 hm^3 anuales que corresponde a las salidas subterráneas que presenta el acuífero.

IV.3.1.1.10. Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 4,962.7 hm^3 anuales que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 20 de febrero del 2020.

IV.3.1.1.11. Disponibilidad media anual de aguas subterráneas (DMA).

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero al que tendrán derecho de explotar usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

DMA = R – DNC – VEAS
DMA = 14,932.80 – 7,686.80 – 4,962.7

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

otorgar nuevas concesiones.

IV.3.1.1.12. Calidad del agua en el SA.

En Quintana Roo, una elevada proporción de agua residual recibe tratamiento; no obstante, una importante cantidad de agua contaminada aún se vierte al subsuelo, lagos o lagunas y zonas costeras. CONAGUA cuenta con una red de monitoreo que en el año 2021 constaba de 41 estaciones. Apenas del crecimiento acelerado en el estado debido a las actividades relacionadas al turismo, en general la calidad del agua del estado se mantiene en un nivel de Buena Calidad, como se observa en la siguiente imagen.

Si bien, no existen estaciones de muestreo de agua dentro del SA y en el área del Proyecto, el pozo más cercano se ubica a 3.8 km aproximadamente del AP, por lo que se podría sugerir que la calidad del agua en el área de CUSTF presentaría esas mismas características. Para el caso que nos ocupa, la naturaleza de las actividades del proyecto de la "**SAE Chemuyil**" en el área de CUSTF la calidad del agua no se verá alterada, debido a que no se considera que se generará sustancias que se puedan infiltrar al manto freático y afectar la calidad del agua.

Es importante mencionar que el proyecto no contempla el aprovechamiento de los recursos hídricos. Por su parte, respecto a la generación de residuos sólidos que pudieran en su caso ser una causa de alteración a la calidad del agua, se tomarán medidas y acciones encaminadas al manejo adecuado de dichos residuos, evitando ser depositados en campo o cauces.

Los residuos sólidos se depositarán temporalmente en contendores debidamente identificados cercanos al proyecto, su disposición será conforme a lo establecido por la autoridad del municipio. El caso de los residuos líquidos, se evitará la generación de grasas y aceites derivados de la operación de maquinaria, por lo que tampoco hay contaminación del agua que se pudiera infiltrar a los mantos acuíferos.

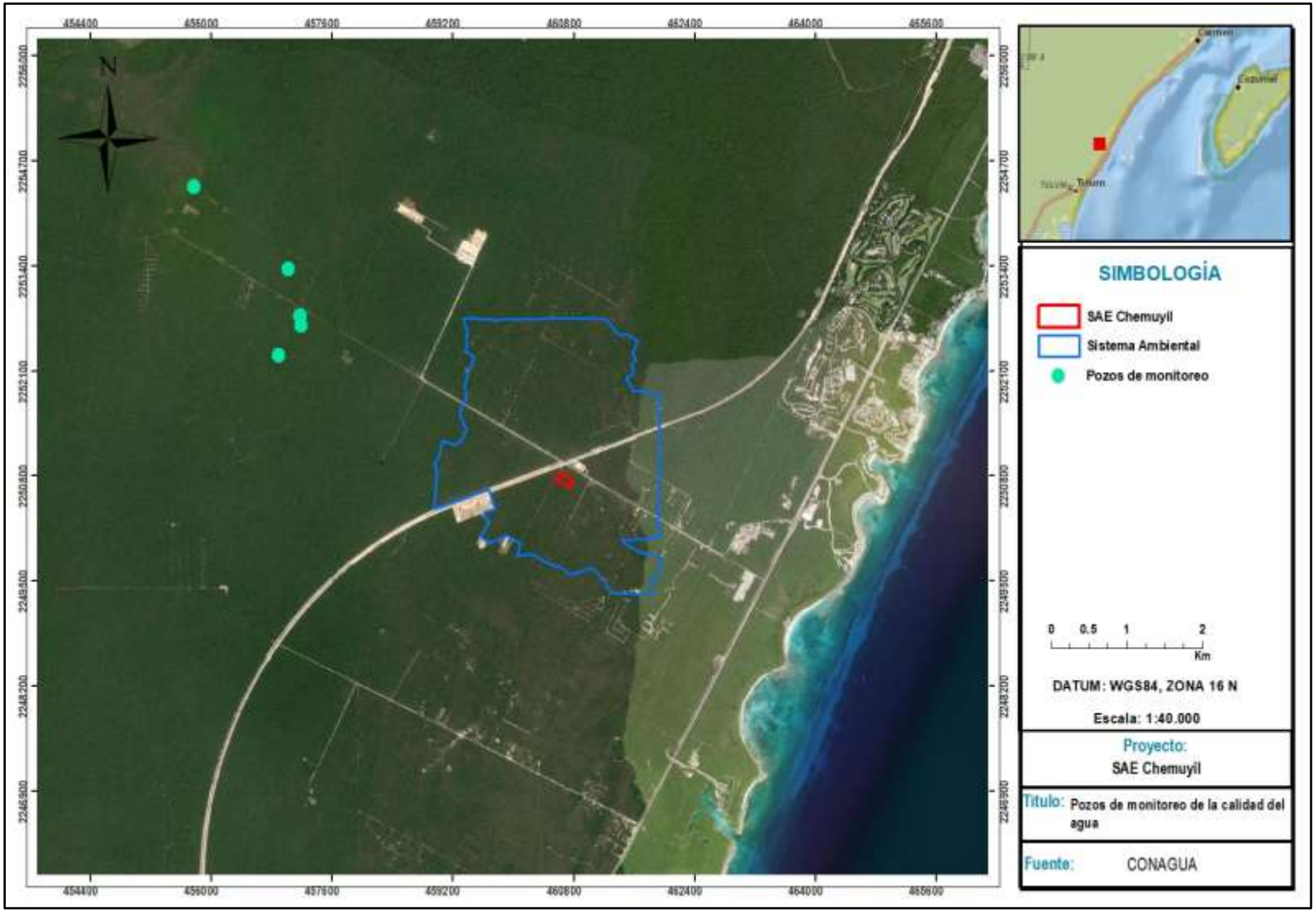


Figura IV.32. Pozos de monitoreo de la Calidad del Agua en Quintana Roo.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Hidrometeorológico, en donde se establece como entrada de agua al sistema la lluvia, y las salidas están definidas en la evapotranspiración y el escurrimiento. Se busca encontrar la proporción y distribución del agua que recibe el acuífero por infiltración directa de lluvia. Este es un método que analiza la cantidad de agua de lluvia que recarga al acuífero, estableciendo la lluvia que realmente infiltra, una vez que haya pasado los procesos de capacidad de infiltración del suelo y evapotranspiración (ETP).

El orden de magnitud del coeficiente de infiltración por lluvia se obtuvo a través de un balance de agua superficial, para el cual se aplicó la siguiente expresión:

Infiltración = P – ETR – Ve

Dónde:

P (Precipitación)
ETR (Evapotranspiración)
Ve=Volumen de escurrimiento

La memoria de cálculo se presenta como parte del respaldo electrónico que acompaña al presente documento (**Infiltración_SA.xls** e **Infiltración_CUSTF.xls**).

IV.3.1.3. Infiltración en el Sistema Ambiental.

Para el caso del SA, actualmente se tiene una infiltración total de 2,660,253.158 (m^3)/año como se muestra en la siguiente tabla. El cálculo de este valor se incluye en los anexos.

Tabla IV.26. Infiltración en el Sistema Ambiental.

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Precipitación (m^3)	ETR (m)	Evapotranspiración (ETR m^3)	K	Ce	Escurrimiento (Ve m^3)	Infiltración (I m^3)/año
SMQ	508.0647	7,295,809.092	0.979	4,972,797.594	0.120	0.071	519,169.775	1,803,841.723
VSA/SMQ	241.2140	3,463,833.040	0.979	2,360,936.312	0.120	0.071	246,486.359	856,410.369
Total	**749.2787**	**10,759,642.132**		**7,333,733.91**			**765,656.134**	**2,660,252.092**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Para el escenario 1 (condiciones actuales sin proyecto y con cubierta vegetal) se tiene una infiltración de **7,100.835 m³/año**. El cálculo de este valor se incluye en los anexos.

Tabla IV.27. Infiltración en el AP en el escenario 1 (actual).

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Precipitación (m^3)	ETR (m)	Evapotranspiración (ETR m^3)	K	Ce	Escurrimiento (Ve m^3)	Infiltración (I m^3/año)
SMQ	2.0000	28,720.00	0.979	19,575.450	0.120	0.071	2,043.715	7,100.835

IV.3.1.4.2. Escenario 2 con CUSTF sin cobertura vegetal.

Para el escenario 2 (condiciones actuales sin proyecto y con cubierta vegetal) se tiene una infiltración de **2,610.367 m³/año**. El cálculo de este valor se incluye en los anexos.

Tabla IV.28. Infiltración en el AP en el escenario 2 (actual).

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Precipitación (m^3)	ETR (m)	Evapotranspiración (ETR m^3)	K	Ce	Escurrimiento (Ve m^3)	Infiltración (I m^3/año)
SMQ	2.0000	28,720.000	0.979	19,575.45	0.260	0.228	6,534.183	2,610.367

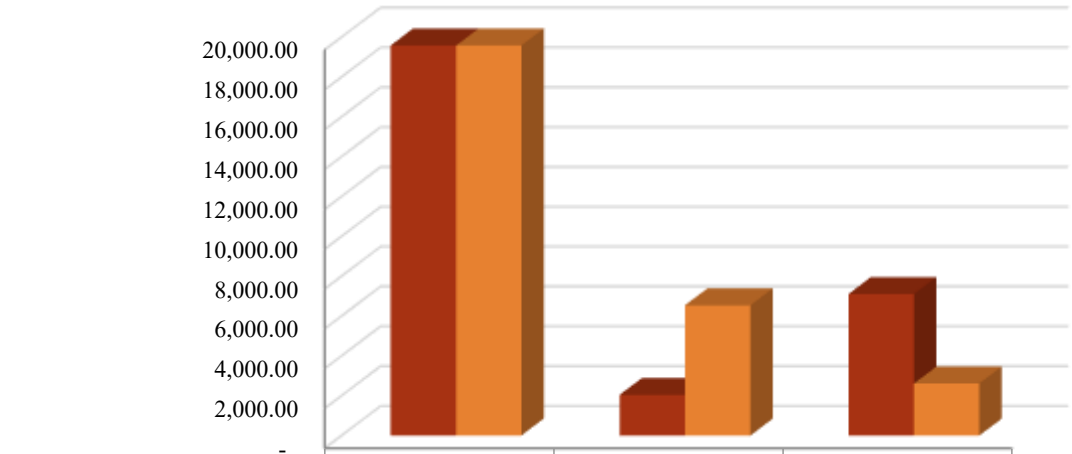
IV.3.1.4.3. Comparación de Escenario 1 y Escenario 2.

Una vez analizados los Escenarios se puede constatar que en la superficie de las 2.0000 ha donde se ejecutará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales se tiene un déficit de **4,490.468 m³/año**. Este déficit se debe al aumento del escurrimiento en el área solicitad a CUSTF debido a la pérdida de vegetación en la implementación del proyecto y por lo tanto a la pérdida de la captación del agua. A continuación, se presenta la comparación del Escenario 1 y el Escenario 2:

Tabla IV.29. Comparación de los escenarios 1 y 2 de infiltración.

Elemento	Escenario 1 (Actual)	Porcentaje (%)	Escenario 2 (Con el CUSTF)	Porcentaje (%)
Precipitación (m^3)	28,720.000	100	28,720.000	100
Evapotranspiración (m^3)	19,575.450	68	19,575.450	68
Escurrimiento (m^3)	2,043.715	7	6,534.183	23
Infiltración (m^3)/año	7,100.835	25	2,610.367	9

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



	Evapotranspiración (m³)	Escurrimiento (m³)	Infiltración (m³)/año
Escenario 1 (Actual)	19,575.45	2,043.72	7,100.83
Escenario 2 (Con el CUSTF)	19,575.450	6,534.183	2,610.367

Figura IV.33. Comparación de escenarios de infiltración

La vegetación modifica la infiltración de varias maneras: puede interceptar parcialmente el agua de lluvia y, junto con el posterior escurrimiento desde el dosel vegetal, modificar la intensidad (Rutter et al., 1972, Aston, 1979) y el diámetro de gota (Calder, 1996) del agua que cae al suelo. En este proceso se reduce la intensidad de la lluvia y aumenta el diámetro de las gotas, permitiendo una mayor proporción de infiltración sobre el agua caída. A pesar de su mayor diámetro, las gotas tienen una menor cantidad de energía cinética al impactar desde menor altura (Wainwright *et al.*, 1999), y producen una menor alteración en la capa superficial del suelo, manteniendo un alto valor de la permeabilidad, que no se mantendría si el suelo recibiese el impacto de las gotas con toda su energía inicial. Así, la presencia de cubierta vegetal implica una capacidad de infiltración mayor.

En el presente estudio se presentará las medidas de mitigación que estarán a cargo del promovente para mitigar lo que se estaría afectando por el nuevo cambio de uso de suelo, sin embargo, por el uso que ya presenta el área del proyecto se puede decir que el impacto de está no aumentará la fragmentación, erosión entre otros impactos que ya existen en el área, ya que es una obra puntual dichas obras no rebasan más allá de la barda perimetral del predio.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Las regiones prioritarias para la conservación son instrumentos de planeación territorial de las áreas, cuyas características físicas y bióticas favorecen condiciones de particular importancia desde la perspectiva de la biodiversidad, en ese sentido se realizó un análisis de la ubicación del Proyecto respecto a los polígonos de las siguientes regiones:

- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)
- Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)
- Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)
- Regiones Marinas Prioritarias (RMP)
- Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales (SPAE)
- Sitios Prioritarios Epicontinentales (SPT)
- Sitios RAMSAR
- Áreas Naturales Protegidas de ámbito federal, estatal y municipal (ANP).
- Corredores Biológicos

A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

IV.3.1.5.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

Las AICA's surgieron como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la conservación de las Aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Se pretende que sean una herramienta de información útil para la toma de decisiones que contribuya a normar criterios de priorización y asignación de recursos para la conservación, así como proveer datos de distribución y ecología, a los estudiosos de las aves y contribuir a fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional. Así, de acuerdo con el mapa de delimitación de las AICA´s, tenemos que el SA y el AP no coinciden con alguna AICA.

IV.3.1.5.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

Las Regiones Terrestres Prioritarias, son consideradas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), como unidades territoriales estables en términos ambientales, cuya riqueza ecosistémica y específica, es mayor que en el resto del país, aunado a una integridad ecológica y funcional significativa donde la conservación de dicha biodiversidad es una posibilidad real. Así, conforme a la revisión realizada en el "Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO", mediante el mapa correspondiente a una escala 1:1000000, generado por la CONABIO, se determinó que el proyecto no coincide con ninguna RTP.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

además de incluir una importante biodiversidad, patrones sociales y económicos, siendo útiles para el desarrollo de planes de investigación y conservación. Son un marco de referencia para contribuir a la conservación y manejo sostenido de los ambientes acuáticos epicontinentales, los cuales presentan un determinado patrón de uso en áreas de alta biodiversidad, que sus usos sectoriales presentan algún tipo de amenaza o áreas que son importantes biológicamente.

El SA coincide con las RHP'S No.105 "Corredor Cancún–Tulum" y la No. 107 "Cenotes Tulum-Cobá". En estas RHP'S los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza, lo que le confiere buena permeabilidad. Por lo que se emitirán las medidas de mitigación necesarias para la conservación del recurso hídrico y por lo tanto de los hábitats de las especies presentes

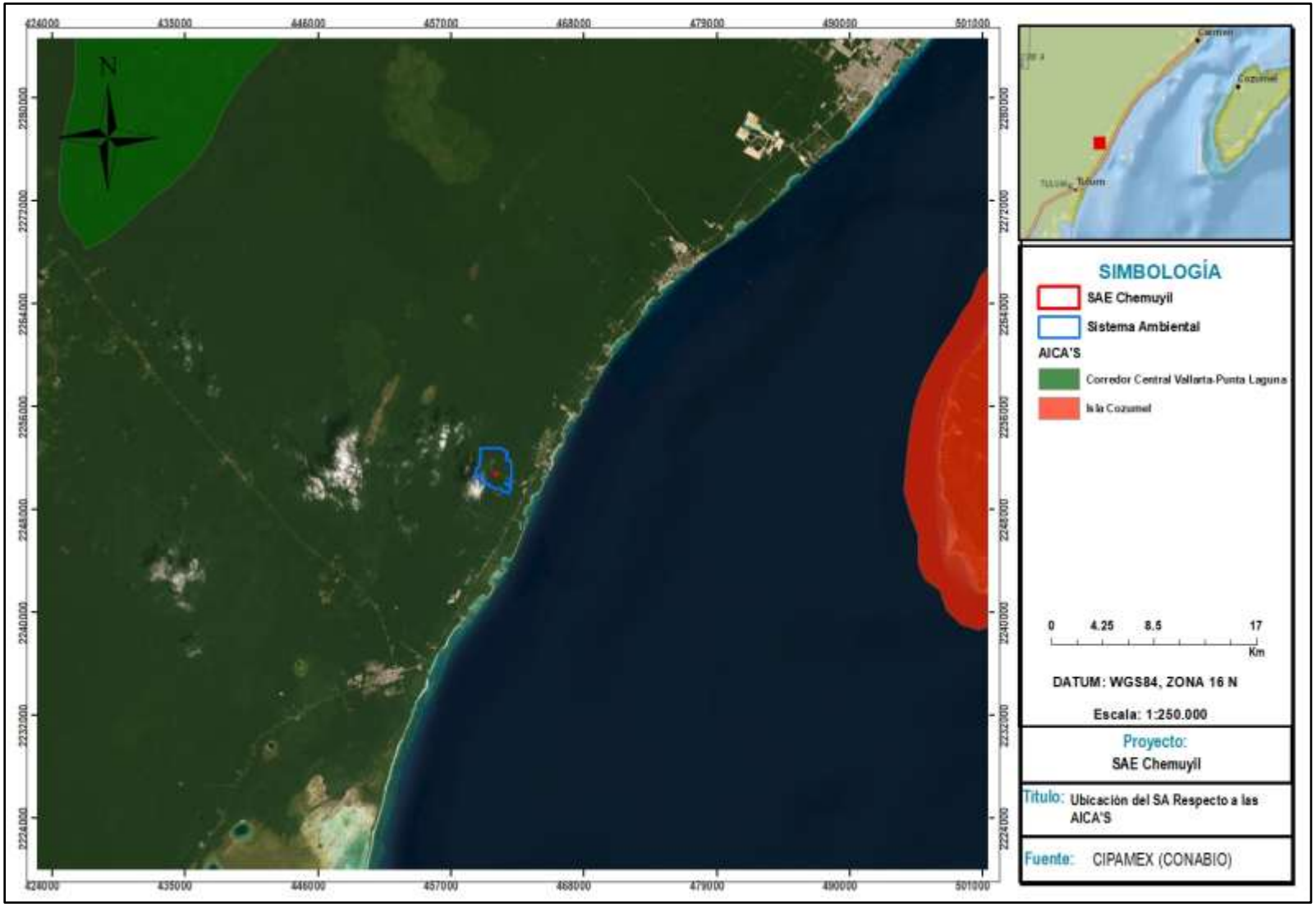


Figura IV.34. Ubicación del Proyecto respecto a las AICA´s.

[redacted]

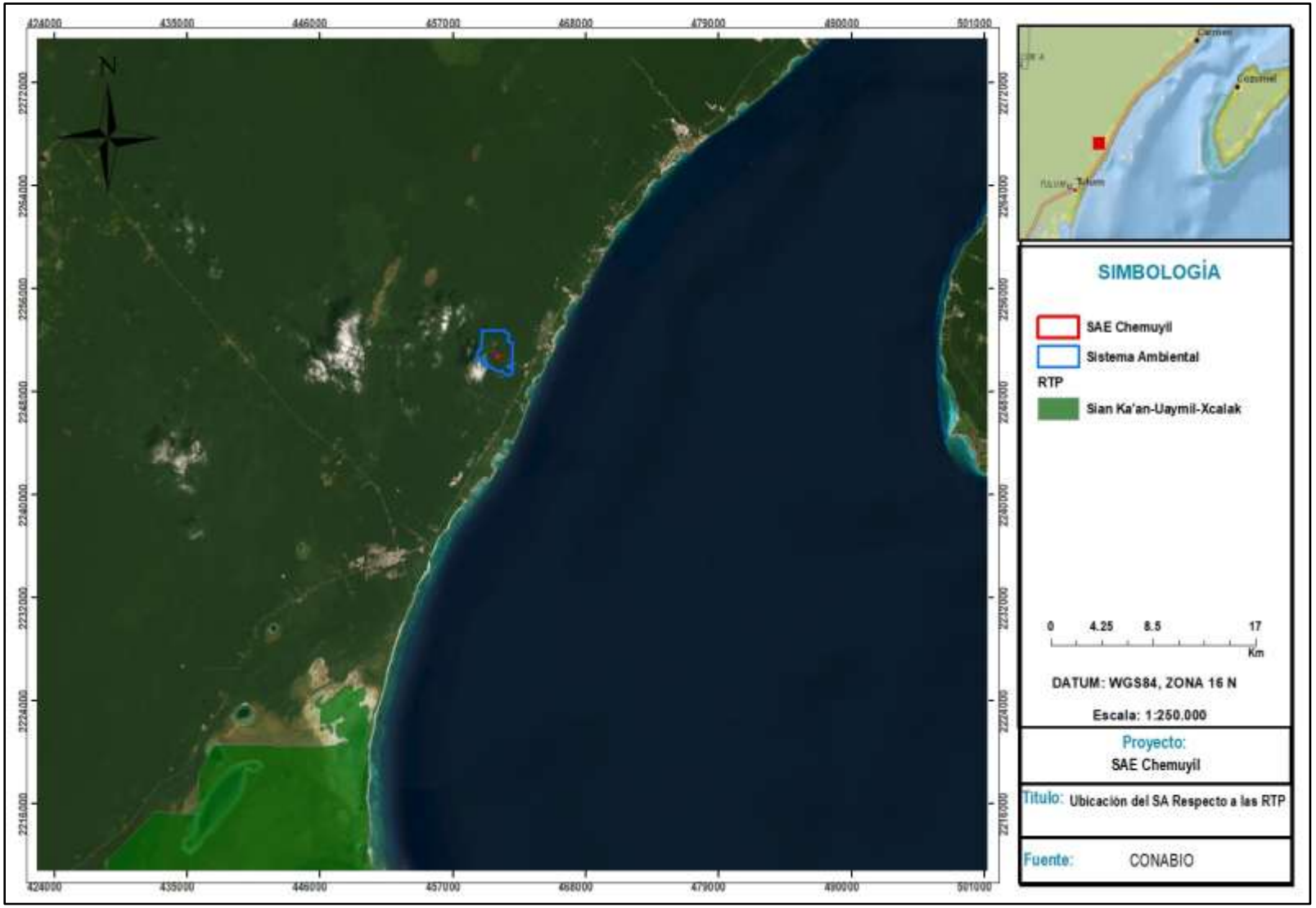


Figura IV.35. Ubicación del proyecto respecto a las regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

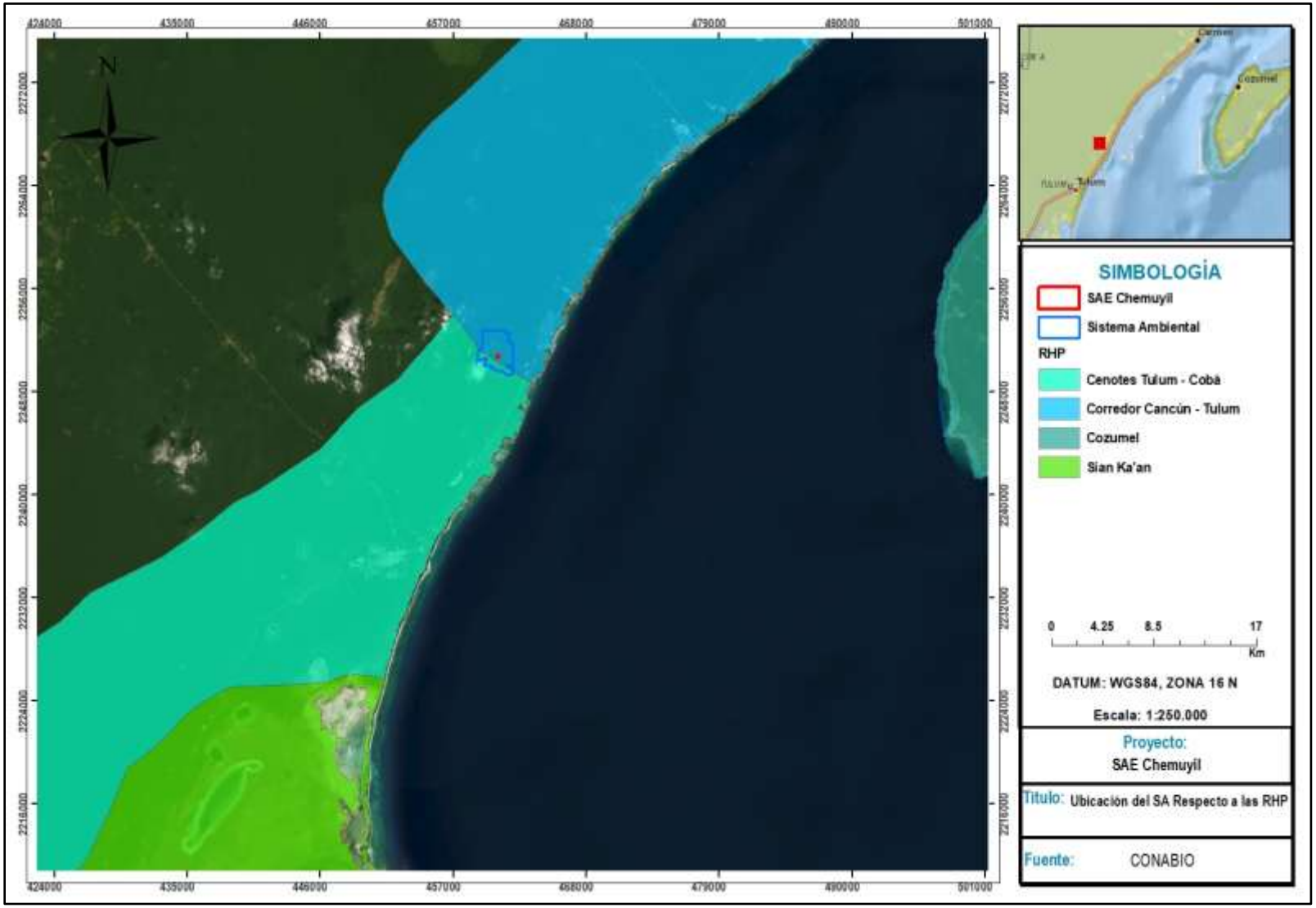


Figura IV.36. Ubicación del SA respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Por tal razón la CONABIO instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México. Por la ubicación, el AP y una porción de la superficie del SA se ubican en la RMP No. 64 “Tulum – Xpuha”. Como tal, no se considera que el proyecto represente un impacto importante para esta RMP dado el tipo de actividad a desarrollar, sin embargo, de manera similar a lo menciona para las RHP´s, será importante el cuidado de la calidad del agua, procurando un manejo integral de los residuos, el mantenimiento y verificación de los vehículos, maquinaria y equipos que sean utilizados durante las actividades para evitar fugas o derrames, además de realizar la concienciación sobre el cuidado de los recursos hídricos.

IV.3.1.5.4. Sitios RAMSAR.

Un sitio Ramsar es un humedal designado como de importancia internacional bajo la Convención de Ramsar. La Convención sobre Humedales, conocida como la Convención de Ramsar, es un tratado ambiental intergubernamental establecido en 1971 por la UNESCO, que entró en vigor en 1975. El proyecto no coincide con sitios RAMSAR.

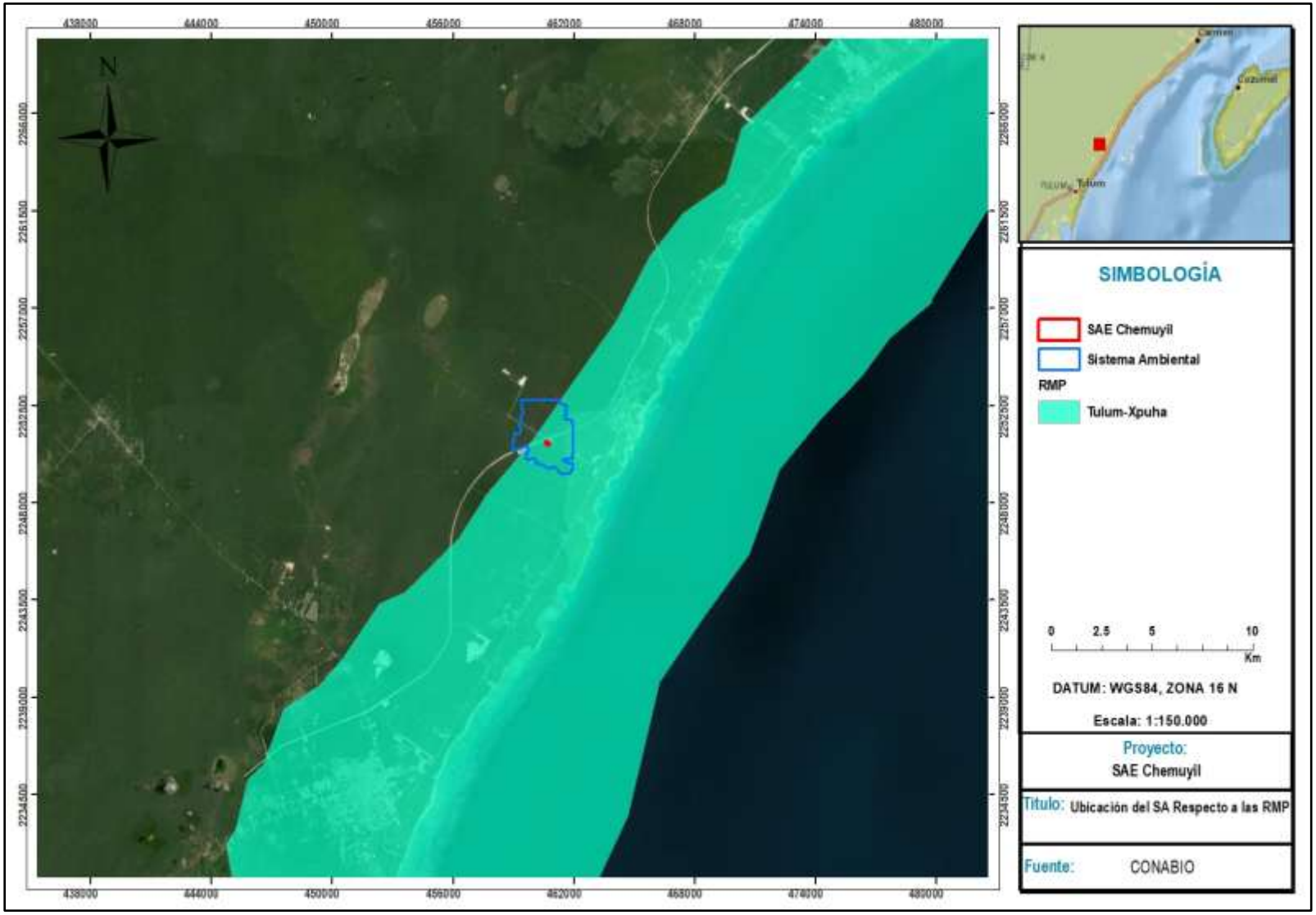


Figura IV.37. Ubicación del SA respecto a las Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

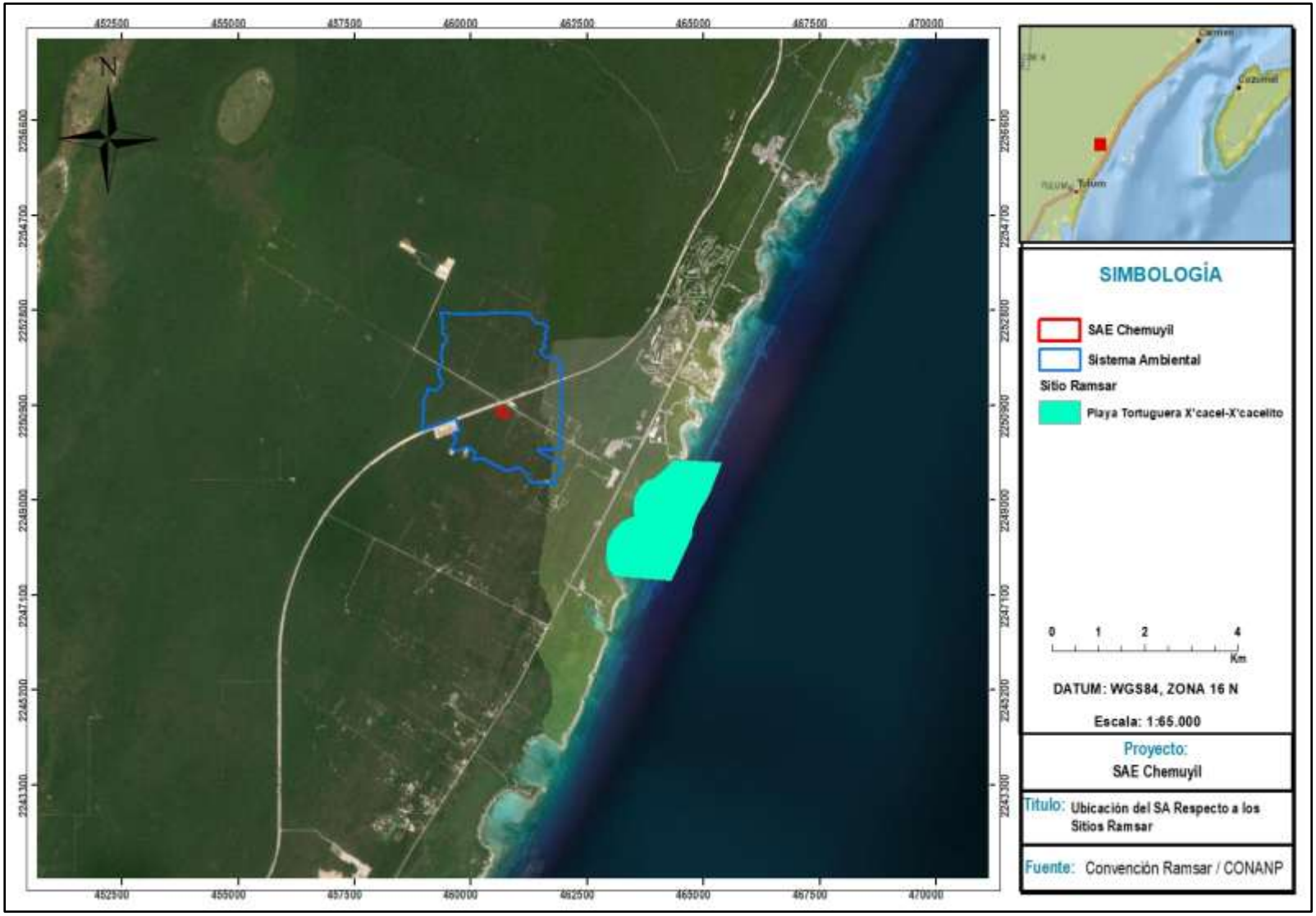


Figura IV.38. Ubicación del SA respecto a los Sitios Ramsar.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

carácter federal, como estatal y municipal, así como las Áreas Voluntariamente Destinadas a la Conservación. Resultando con respecto al Proyecto pretendido.

Como tal, el proyecto pretendido NO COINCIDE CON ALGÚN ANP de ninguna índole (federal, estatal, municipal, privada, UMA´s). Por otro lado, el proyecto coincide con la ZONA DE INFLUENCIA del ANP Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (ZI RBCM). Cabe aclarar que esta se trata de una amplísima zona con una superficie aproximada de 3,843,737.739520 hectáreas, en el estado de Quintana Roo, que considera 11 municipios, la cual es una superficie aledaña a la poligonal de un Área Natural Protegida que mantiene una estrecha interacción social, económica y ecológica con ésta.

Por lo tanto, la **ZI RBCM** no forma directamente parte del polígono de la RB Caribe Mexicano (aledaño quiere decir contiguo, fuera de sus límites), por lo que no le serían aplicables sus criterios o reglas administrativas al estar fuera de su delimitación, como se mencionó en el capítulo III de este documento. Por tal motivo, como se dijo, en esta zona no existen usos permitidos y prohibidos ni se aplican los criterios administrativos del ANP Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano, lo cual fue discutido en el **Capítulo 3** de este documento.

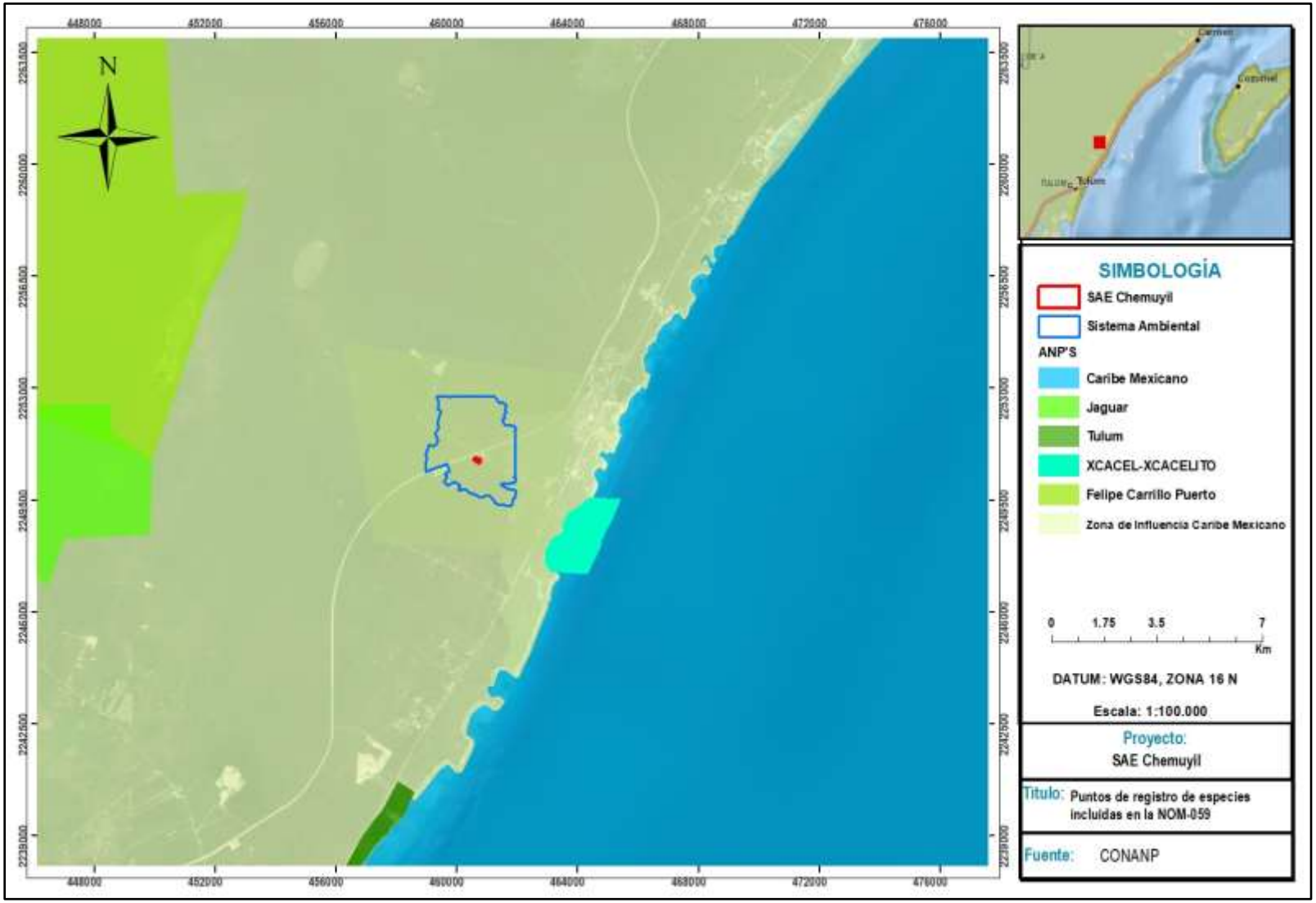


Figura IV.39. Ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas (ANP).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

entre 2002 y 2018 en los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán con financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), con el Banco Mundial como agencia implementadora. El proyecto generó alternativas para frenar la acelerada pérdida de biodiversidad en el sureste mexicano. Su premisa principal fue que, a través del uso sustentable de la riqueza natural, la reducción de la pobreza y el fortalecimiento económico de las poblaciones rurales, se puede conservar la riqueza biológica del país. El objetivo principal del CBMM, fue fortalecer las capacidades locales en el uso sustentable de la riqueza natural y promover su conservación para que las futuras generaciones puedan aprovecharla. Además, servir como instrumento para que los recursos del gobierno (públicos) apoyarán a las comunidades y a la conservación de la biodiversidad. El CBMM operó en 9 corredores ubicados en los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Chiapas, Tabasco y Oaxaca. Los corredores seleccionados fueron:

- Calakmul, Campeche – Bala'an K'aax, Quintana Roo
- Costa de Yucatán, Yucatán
- Humedales Costeros – Sierra de Huimanguillo (Tabasco)
- Oaxaca
- Pantanos de Centla (Tabasco) – Cañón del Usumacinta (Chiapas)
- Selva Maya Zoque (Oaxaca, Veracruz, Chiapas)
- Sian Ka'an – Bala'an K'aax (Quintana Roo)
- Sierra Madre del Sur (Chiapas)
- Sierra de Tabasco (Tabasco)

Como puede observarse en la siguiente Figura, tanto en el Área del Proyecto como el SA no convergen con ningún polígono del Corredor Biológico Mesoamericano, ni con algún otro corredor.

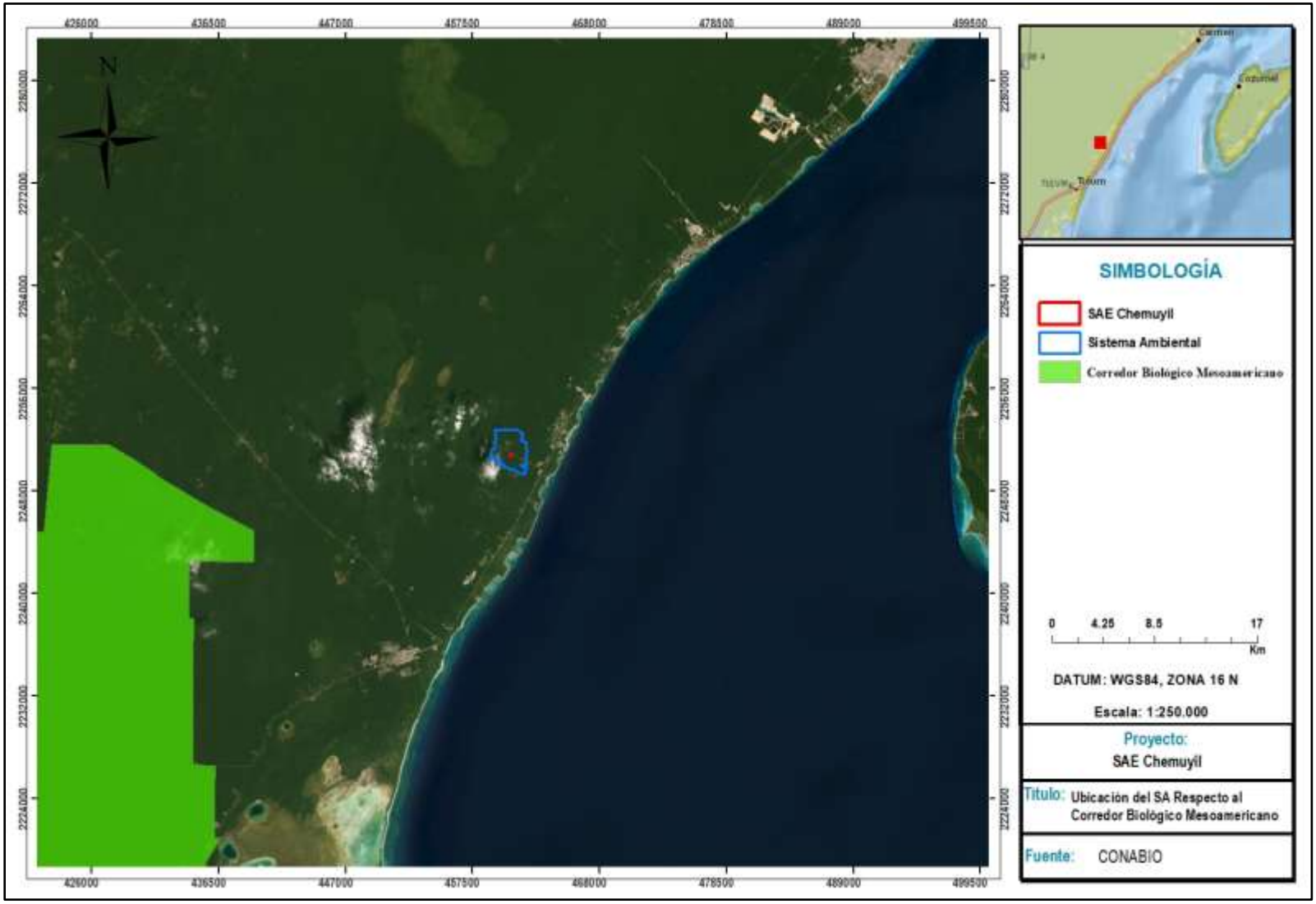


Figura IV.40. Ubicación del proyecto respecto al Corredor Biológico Mesoamericano Mexicano (CBMM).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Proyecto en relación con el tamaño del SA y al registro de especies, no se considera que el impacto potencial pueda causar una disminución del tamaño de alguna población del ecosistema y tampoco algún desbalance trofodinámico.

Por otra parte, tanto el AP como el SA no se encuentra dentro de algunos ecosistemas ambientalmente sensibles, esto es sobre aquellos componentes cuya estructura y función les caracteriza por su fragilidad o por la alta calidad de los servicios ambientales que ofrecen (por ejemplo, manglares, arrecifes coralinos, bosque de niebla) y que el Proyecto pudiera afectar de manera directa o indirecta.

IV.3.1.5.7. Rutas migratorias de aves.

De acuerdo con la literatura, la Ruta migratoria de aves del Valle del Mackenzie-Grandes Lagos-Valle del Mississipi atraviesa la Península de Yucatán. Sin embargo, la superficie del SA ni el Área del Proyecto se ubican sobre la trayectoria de dicha ruta de migración de las aves de Norteamérica. Hay que destacar que, debido a la ausencia de cuerpos de agua, así como a las dimensiones del área solicitada para cambio de uso de suelo en terrenos forestales, es probable que la zona solo sea zona de paso para las especies de avifauna.

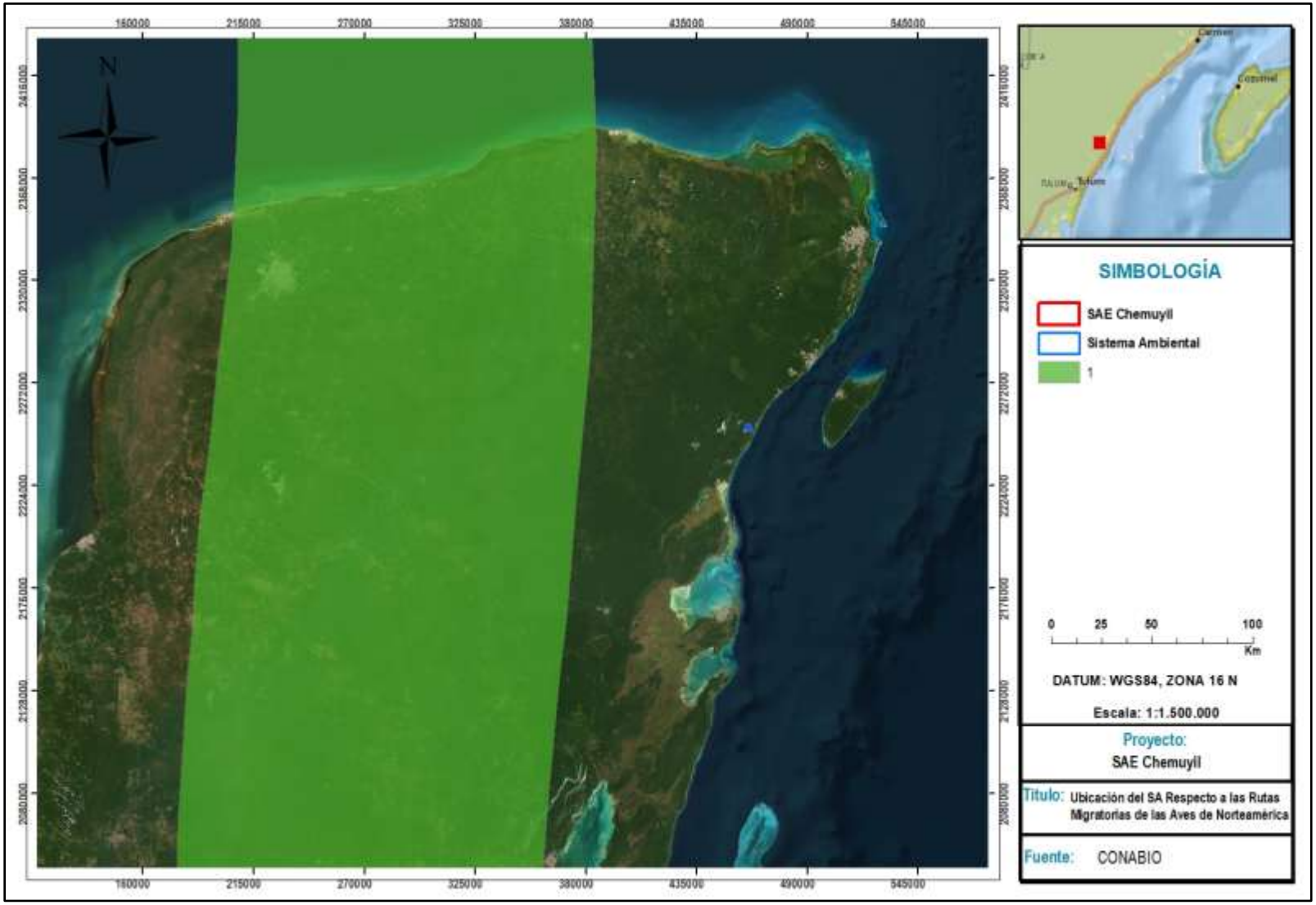


Figura IV.41. Ubicación del SA respecto a las Rutas Migratorias. (1): Valle de Mckenzie-Grandes Lagos-Valle del Mississipi.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Las selvas tropicales en México están situadas a lo largo de las costas del océano Pacífico y del Golfo de México, en los estados de Chiapas, Tabasco, hasta la Península de Yucatán (Miranda y Hernández Xolocotzi, 2014). Las selvas son uno de los reservorios de carbono más importantes en todo el mundo, y albergan una gran proporción de las especies de árboles que existen en todos los ecosistemas del planeta (Bonnell et al., 2011), que, durante años, han sido afectadas por disturbios naturales o antrópicos (Navarro Martínez et al., 2012), ocasionado cambios en la composición, dominancia y disminución en la riqueza de especies (Sánchez e Islebe, 1999; Navarro Martínez et al., 2012).

En la actualidad, la vegetación de Quintana Roo comprende un mosaico de vegetación selvática con varios patrones estructurales y de diversidad, a causa de perturbaciones meteorológicas (huracanes, sequías, incendios), o los cambios de uso de suelo por el desarrollo de actividades turísticas, generando cambios en su estructura como vegetación secundaria en diferentes etapas de desarrollo (Martínez-Ramos y García-Orth, 2007; Navarro-Martínez, Durán-García, y Méndez-González, 2012).

En un primer acercamiento, y de acuerdo con el Carta de Uso del Suelo y Vegetación a escala 1:250,000 del INEGI (2021)[1], la vegetación predominante en la zona de estudio corresponde a Selva Mediana Subperennifolia (SMQ), Vegetación Secundaria Arbórea (VSA/SMQ) y Selva Baja Subcaducifolia (SBS). Para el caso específico del área delimitado como Sistema Ambiental (SA) del proyecto Sistema de Almacenamiento de Energía [redacted] Chemuyil, en lo sucesivo “SAE Chemuyil”; la cobertura vegetal está conformada por Selva Mediana Subperennifolia (SMQ) y Vegetación Secundaria Subperennifolia de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ), acorde al conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, escala 1:250 Serie VII del INEGI 2018; en una superficie de 749.850 ha, ver Figura *IV.39*.

Tabla IV.30 Tipos de vegetación (INEGI, 2018) existente en el área del SA del proyecto.

DESCRIPCIO	CLAVE	Superficie ($m^{2)}$	Superficie (has)	Porcentaje
Selva Mediana Subperennifolia	SMQ	5080650	508.452	67.81%
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	VSA/SMQ	2412140	241.398	32.19%
	Total	**7492790 m^2**	**749.850 has**	**100%**

[1] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). *Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII (Continuo Nacional)*. Aguascalientes, México: INEGI. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo.

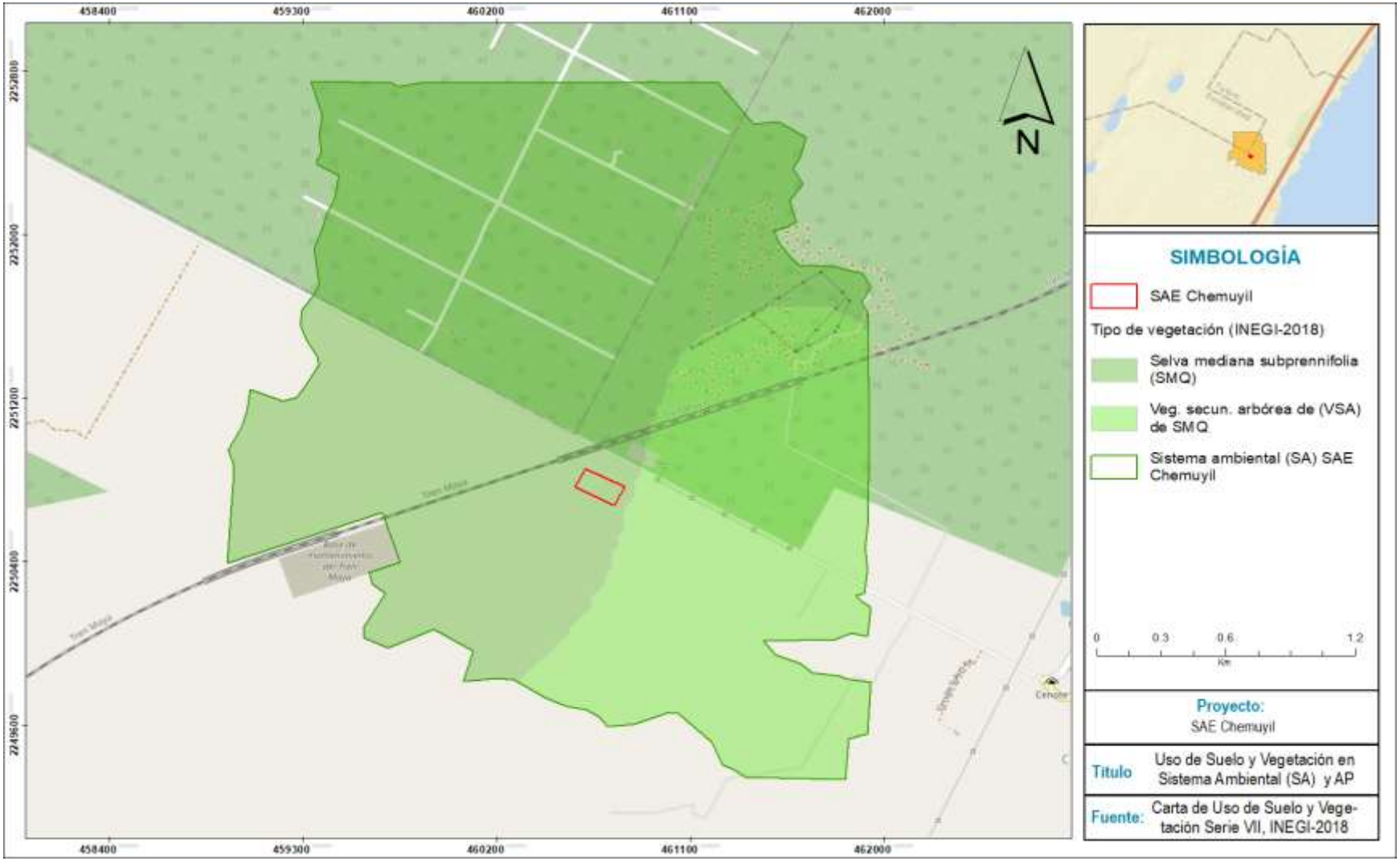


Figura IV.42. Tipos de vegetación o usos de suelo identificados en el sistema ambiental del proyecto SAE Chemuyil

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

de uso de suelo en terrenos forestales (ACUSTF) según el conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, Escala 1:250 000, Serie VII del INEGI, corresponde a Selva Mediana Subperennifolia (SMQ), ver Figura IV.29, que requerirá su remoción por la construcción del proyecto SAE Chemuyil.

IV.3.1.6.3. Caracterización de la vegetación del sistema ambiental (SA) y el área del proyecto (AP) sujeto a ACUSTF.

Tomando en cuenta que el objetivo del presente apartado es la Caracterización de la vegetación de la Selva Mediana Subperennifolia existente en el Sistema Ambiental como punto de comparación de los parámetros obtenidos del mismo tipo de vegetación existente en el área a afectar por la implementación del proyecto anteriormente referido, para la determinación de la estructura, la composición florística, riqueza de especies o bajo algún estatus de conservación presentes en el Área del Proyecto (AP) y su Sistema Ambiental (SA), así como, el valor de importancia de las especies en ella existente; cobrando sentido si se tiene presente que además de medir la biodiversidad, también aporta conocimientos a posibles perturbaciones existentes en el ambiente, la estratificación arbórea, arbustiva, y herbáceas, al igual que lianas o epifitas presentes en este tipo de vegetación y que pudiesen ser diferentes en su estructura o composición florística, atribuible principalmente a las condiciones climáticas y edáficas predominantes en la zona o a acciones antrópicas que modifiquen la estructura original.

Aunado a que en la actualidad, las comunidades vegetales existentes en el área de estudio y en general en el Estado de Q. Roo han sido afectadas por el incremento de áreas agrícolas aledañas a las áreas urbanas por el aumento poblacional o la expansión de infraestructura producto del desarrollo turístico (Murray 2007; Torres 2005; Hirales 2010), la expansión agrícola y ganadera (Bray y Klepeis 2005), el incremento en asentamientos humanos e infraestructura vial; o los fenómenos meteorológicos (huracanes) al impactar directa y negativamente a la cobertura vegetal del Estado (Mascorro et al 2014); ha provocado importantes cambios en su cubierta vegetal, (Durán García y García Contreras[2].

En el sistema ambiental, la vegetación presenta poca modificación a su estructura original por fenómenos meteorológicos o antrópicos, existiendo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, ver Tabla IV.21; por otro lado, en la caracterización de la vegetación del SA se considera únicamente la Selva Mediana Subperennifolia (SMQ) en una superficie de **508.452** hectáreas correspondiente al tipo

[2] Durán R. y García. G.2010, Distribución espacial de la vegetación. Durán R. y M. Méndez (Eds).2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán, CICY, PPD-FMAM. CONABIO, SEDUMA.496 pp. ISBN 978-607-7823-08-7

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla IV.31. Porcentajes de la vegetación de SMQ en el área de estudio (SA-AP) del proyecto

Vegetación de SMQ en el Sistema Ambiental			Vegetación de SMQ en el Área del Proyecto		
Clave	**Superficie (Ha)**	**Porcentaje (%)**	**Clave**	**Superficie (Ha)**	**Porcentaje (%)**
SMQ	508.452	67.81 %	SMQ	2.01	100

A continuación, se describe cada uno de los tipos de vegetación (INEGI, 2018)[3] reportados para el Sistema Ambiental y el área del proyecto (AP).

Vegetación Secundaria Arbustiva: Determinada con base en las formas de vida y la altura de los individuos de las especies presentes, que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

Selva Mediana Subperennifolia (SMQ): Los componentes arbóreos de este tipo vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50%, se desarrolla en lugares con climas cálido-húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas oscilantes entre 20 y 280°C, con una precipitación total anual del orden de 1,000 a 1,600mm, pudiéndose localizar entre los 0 a 1,300 msnm, en lugares con moderada pendiente, drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y drenaje rápido, como en la Península de Yucatán, el material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal está conformado predominantemente por rocas cársticas. Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas, los elementos arbóreos tienen una altura media de 25 a 30m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies, atribuibles al tipo de suelo y a la profundidad, distinguiéndose tres estratos arbóreos que van desde los cuatro a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta los 30 m, entre los estratos se encuentran variados tipos de palmas. Las especies importantes en este tipo de selva sobresalen: *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jiote, copal), *Manilkara zapota* (ya', zapote, chicozapote), *Lysiloma spp*. (tsalam, guaje, tepeguaje), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Terminalia buceras* (pukte), *Alseis yucatanensis* (jaasché), *Psidium sartorianum* (pichiche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas. Se distribuye en

[3]INEGI. (2021). *Guía para la interpretación de Cartografía, Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250,000, Serie VII.2021*. Información de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Escala 1:250,000. 2021.SNIEG. Información de Interés Nacional.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Para la caracterización de este tipo de vegetación (SMQ), se realizaron recorridos el sistema ambiental (SA) en las colindancias del área sujeto ACUSTF por la construcción del proyecto SAE Chemuyil, a fin de corroborar lo analizado en literatura, así como, la obtención datos cuantitativos a fin de determinar su estructura, composición florística y riqueza de especies, considerando como base, inventarios de especies forestales realizados en la zona, al igual que los muestreos de vegetación realizados en el área del proyecto y en el Sistema Ambiental (SA) delimitado para el proyecto.

Para la caracterización y conocimiento de la composición florística de la vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ), existente en el sistema ambiental y el área del proyecto; se realizaron muestreos de vegetación en 14 unidades o sitios de muestreo (UM) del 22 al 28 de marzo de 2026; quedando de la siguiente manera, en el área de 2.01 ha previsto para la construcción del proyecto, se muestreo una superficie total de 0.25 ha (2,500 m^2) en un total de cinco UM de 10 x 50 (500 m^2), (CONAFOR 2019[4] ver 19.0), equivalente[5] a una intensidad de muestreo del 12.46%; en el sistema ambiental se muestreo una superficie total de 0.45 has (4,500m^2), equivaliendo a una intensidad de muestreo del 0.09%.

IV.3.1.6.4. Materiales y métodos.

Considerando que los muestreos tienen como objetivo el obtener información de la estructura, la composición florística (listado florístico), la riqueza y diversidad de especies, en la vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ) existente en el área del proyecto (AP) y su sistema ambiental (SA), y de registrarse alguna especies con algún estatus de conservación, se establecerá la aplicación de criterios ecológicos tendientes a su conservación previo al inicio de las actividades de construcción del proyecto y **NO** la de medir cambios en su estructura o su composición florística derivado de los efectos de la temporalidad (época de Estiaje y de lluvias), cambios por disturbios naturales (huracanes) o antropogénicos (agricultura) se realizó **un único muestreo** del 22 al 28 de marzo de 2026.

Los datos de campo se recopilaron en 14 Unidades de Muestreo (UM) rectangulares de 10×50 m (CONAFOR, 2019) distribuidas de forma aleatoria; siendo que en el área del proyecto se dispusieron *cinco* UM de 500 m^2 equivalente a una superficie muestreada de 0.25 ha representado una Intensidad de Muestreo del 12.46 %; en el sistema ambienta se distribuyeron nueve UM, con un área muestreada de 0.45 ha,

[4]Inventario Nacional Forestal y de Suelos Procedimientos de muestreo. Procedimientos de muestreo Zapopan, Jal., México: CONAFOR

[5]Romahn de la Vega, C. F., Ramírez Maldonado, H., & Treviño García, J. (1994). *Dendrometría*. Texcoco: Universidad Autónoma Chapingo.

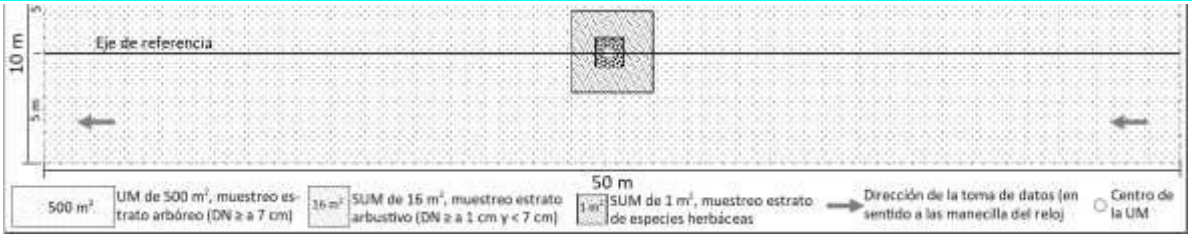
ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

midió el DN desde 1.5 hasta los 6.9 cm, así como, su la altura total y el diámetro de copa menor y mayor de cada individuo; la medición del *DN* de todos los individuos del estrato arbóreo y arbustivo se efectuó con una cinta diamétrica *Forestry Suppliers®* modelo 283D/5m, FOI0106; para el caso de los individuos de las especies registradas como "Otras" se midió DN desde los 1.5 cm o en su caso al igual que a los individuos del estrato herbáceo únicamente se les tomo la altura total y el diámetro menor y mayor de su copa.

IV.3.1.6.5. Forma y dimensiones de las Unidades o sitios de Muestreo (UM)

Los muestreos de vegetación en el AP y SA se realizaron mediante parcelas rectangulares o Unidades de Muestreo (UM) de 500 m^2 (50 de largo x 10 metros de ancho) para la medición del arbolado con DN => a 7cm; al interior de parcela, se ubican a su vez otras dos subunidades (SUM), una de 12 m^2 (4 x 4 metros) para la medición del arbolado mediano o de arbustos con DN => a 1.5 hasta los 6.9 cm, y otra de un metro cuadrado (1 x 1 metros) para la toma de datos del estrato herbáceo; en el siguiente cuadro se relaciona las especificaciones de las parcelas utilizadas en el muestreo de vegetación de selva mediana subperennifolia para el proyecto SAE Chemuyil; mientras que en la imagen de la Figura IV.40, se observa la representación esquemática la UM.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Unidad de Muestreo (UM)	Dimensiones	Estrato	Descripción
10 x 50 m	500 m²	Arbóreo	En la Unidad o sitio Muestreo (UM) de 500 metros cuadrados se registra el arbolado cuyos individuos tengan un Diámetro Normal (DN) igual o mayor a 7.0 cm a una altura de 1.30 m sobre la superficie del suelo, se les asigna un número consecutivo y se registra la especie, se toma datos de su altura total, los diámetros de copa menor y mayor en metros, (en caso de encontrase alguna epifita se registra como "Otras", se estima su altura total y su diámetro de copa respectivo).
4 x 4m	16 m²	Arbustivo	En la Subunidad o subsitio de Muestreo (SUM) de 16 m², se registran los individuos de las especies de arboles medianos y arbustivos con DN desde 1.5 cm y menor a 7 cm, con una altura mínima de metro o hasta lo que alcance, sin asignación de número consecutivo, su diámetro de copa menor y mayor, de existir especies cactáceas, epifitas, helechos o lianas se registran como "Otras".
1x1	1 m²	Herbáceo	En la SUM o subsitio de 1 m² (1m x 1m), se registran todos los individuos de las especies herbáceas, midiéndose su altura total y diámetros de copa menor y mayor.

Figura IV.43. Esquemas ilustrativos de las UM (parcelas de muestreo) y procedimiento de la toma de datos del arbolado, arbustivo y herbáceo en la vegetación de selva mediana subperennifolia (SMQ) en el área CUSTF y el sistema ambiental (SA).

Los sitios rectangulares (siempre que su anchura no sea superior a 20 m) son recomendables principalmente para el muestreo de vegetación de clima cálido-húmedo derivado a la gran cantidad de vegetación que se presenta por lo que, establecer un sitio circular la realización del muestreo de vegetación sería muy tardada; en términos generales, las UM circulares son recomendables para la gran mayoría de los bosques templados y fríos del país, (Romahn de la Vega et al, 2010).

IV.3.1.6.6. Etapas y desarrollo de las Actividades de muestreo de la vegetación de selva mediana subperennifolia en el área del proyecto y su sistema ambiental.

El muestreo es una herramienta de mucha utilidad en la toma de variables y parámetros poblacionales de una comunidad vegetal, que por razones económicas y de tiempo, aunado a que la población objeto de estudio es normalmente demasiado grande en el sistema ambiental, pero en menor proporción en el área del proyecto para su censo y enumeración completamente, razón por la cual es conveniente recurrir al muestreo mediante unidades de muestreo (UM), misma que proporciona la información necesaria a un costo mucho menor y con mayor rapidez en la toma de

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

A fin de conocer la Intensidad del Muestreo (IM) referida como relación porcentual de la superficie muestreada con respecto a superficie total con vegetación de selva mediana subperennifolia (SMQ) del sistema ambiental (SA) y el área del proyecto (AP), se utilizó la siguientes formula.

$$IM = \frac{n}{N} * 100$$

Donde: IM = Intensidad del Muestreo en %**, n=** Número de UM y **N=** Número de UM de toda la población.

Tomando en cuenta la superficie de 2.01 ha para la implementación del proyecto (AP) y 508.452 ha en el sistema ambiental (SA) ambas con vegetación de selva mediana subperennifolia, la IM para el AP fue de 12.46 % y para el SA de 0.09%, como se puede apreciar en el cuadro siguiente.

Tabla IV.32 Superficie e Intensidad del muestreo realizado en la vegetación de SMQ en sistema ambiental área del proyecto SAE Chemuyil.

Área de Estudio	No. de UM (500 m²)	Superficie muestreada		Intensidad del muestreo
		m²	Has	
Área del Proyecto (AP)	5	2,500	0.25	12.45%
Sistema Ambiental Regional (SA)	9	4,500	0.45	0.09%

Una vez estimado el número de UM para el AP y SA se utilizó el software ArcGIS 10.4.1[6] for Desktop, de la plataforma geoespacial de Esri, generándose un Grid de 25 m, ubicando cada UM aproximadamente cada 38 m y en el sistema ambiental a 100 m. Como referencia del tipo de vegetación existente en el área del proyecto y el sistema ambiental se utilizó el Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, escala 1:250 000, Serie VII (INEGI 2018), es importante señalar que para la distribución de las UM en el AP y en el SA se consideró únicamente el tipo de vegetación que será afectado por la implementación del proyecto, correspondiendo a selva mediana subperennifolia.

Los muestreos de la vegetación en área del proyecto y en su sistema ambiental se realizó con una Brigada del 22 al 28 de marzo de 2026, una vez cargadas las coordenadas UTM Z16Q en el dispositivo portátil GPS Garmin Modelo GPSMAP 66i, se ubicó el centro de la UM (sitio de muestreo), marcándose con pintura en espray o cinta

[6]Esri (Environmental Systems Research Institute) 2016. *ArcGIS Desktop (versión 10.4) [Software], Esri*

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IV.3.1.6.7. Establecimiento de las UM en el SA y AP

Las 14 Unidades de Muestreo (UM), nueve en el sistema ambiental (SA) y en el Área del proyecto (APA), se establecieron aleatoriamente en sitios con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ), de tal manera que se pudiera tener una mejor representación de la estructura y composición de especies en la comunidad vegetal, Las UM en el SA se establecieron preferentemente en las colindancias del área donde se prevé la construcción del proyecto SAE Chemuyil, obteniendo la posición geográfica (inicio, centro y final) de cada UM, expresada en coordenadas UTM, Datum WGS 84; las coordenadas de Inicio, Centro y Final de las UM establecidas en el SA y AP se relacionan a en la tabla siguiente.

Tabla IV.33 Coordenadas UTM WGS 84 de las coordenadas de inicio, centro y fina de cada UM en el área de estudio del proyecto SAE Chemuyil

UM	Coordenadas UTM WGS84			UM	Coordenadas UTM WGS84		
	InFin	X	Y		InFin	X	Y
AP1	Centroide	460607	2250760	SA3	Centroide	460493	2250753
AP1	Inicio	460606	2250735	SA3	Inicio	460501	2250729
AP1	Final	460609	2250785	SA3	Final	460554	2250618
AP2	Centroide	460645	2250782	SA4	Centroide	460382	2250620
AP2	Inicio	460646	2250757	SA4	Inicio	460372	2250597
AP2	Final	460645	2250807	SA4	Final	460392	2250643
AP3	Centroide	460644	2250718	SA5	Centroide	460492	2250326
AP3	Inicio	460651	2250693	SA5	Inicio	460486	2250301
AP3	Final	460638	2250743	SA5	Final	460498	2250351
AP4	Centroide	460670	2250759	SA6	Centroide	460431	2250981
AP4	Inicio	460670	2250734	SA6	Inicio	460444	2250959
AP4	Final	460670	2250784	SA6	Final	460418	2251003
AP5	Centroide	460725	2250719	SA8	Centroide	460269	2250914
AP5	Inicio	460722	2250694	SA8	Inicio	460260	2250890
AP5	Final	460728	2250744	SA8	Final	460278	2250938
SA1	Centroide	460676	2250600	SA9	Centroide	460163	2251016
SA1	Inicio	460700	2250591	SA9	Inicio	460165	2250991
SA1	Final	460652	2250609	SA9	Final	460161	2251041
SA2	Centroide	460567	2250596	SA10	Centroide	459987	2250856
SA2	Inicio	460580	2250574	SA10	Inicio	460000	2250833
SA2	Final	460486	2250778	SA10	Final	459974	2250877

IV.3.1.7. Delimitación de las Unidades de Muestreo en el AP y SA del proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

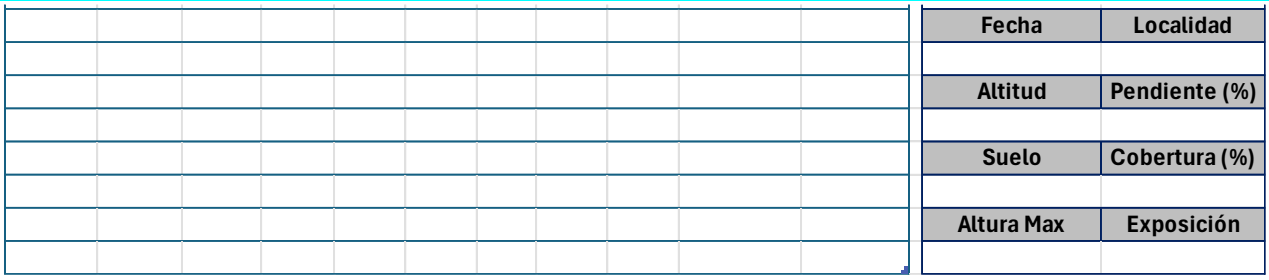
hasta los 25 m definiéndose como el centro de la unidad de muestreo, se toma una captura fotográfica de la pantalla del dispositivo de mano GPSMAP 66i cuidando que se aprecie las coordenadas UTM de ubicación, se delimitan las SUM de 16 m^2 (4 x 4 m) y de un metro cuadrado (1 x 1 m) respectivamente, marcando con pintura en espray o cinta de señalización (flagging) sus límites, se continua con la extensión de la cinta métrica hasta los 50m, georreferenciando el centro final, se en cada a lado a cinco metros del eje central los límites de la unidad de muestreo, (ver Figura IV.40, imagen esquemática de la UM).

Se procede al levantamiento de las variables dasométricas (DN en cm, Altura total (H m), Diámetro de copa mayor “Cmn”y menor “Cmy” en metros, el estrato correspondiente (ArHo= Árbol, Arbusto, Herbáceo u “Otras”), se le asigna un numero consecutivo al árbol (No.), el área de estudio correspondiente (APS= Área del proyecto o Sistema ambiental), la unidad de muestreo (UM) que corresponda y el tipo de vegetación (TpVeg), en la Figura IV.XXX, se aprecia el proceso de establecimiento de la unidad de muestreo correspondiente, al igual que el formato empleado para el levantamiento de las variables dasométricas, y de las coordenadas de ubicación (centro de la UM), la fecha, exposición, etc, previamente cargado en una hoja de Excel en un dispositivo móvil, para su posterior “vaciado diario en otro archivo en una unidad CPU o laptop.

En la Figura IV.43 se aprecia el formato utilizado para el registro de las variables dasometricas y el proceso de delimitación de las UM en campo, en la Figura IV.42 se incluye el mapa de la distribución de la 14 UM en el área del proyecto (AP) y el sistema ambiental (SA) del mismo.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Fecha	Localidad
Altitud	Pendiente (%)
Suelo	Cobertura (%)
Altura Max	Exposición

Figura IV.43. Delimitación de la UM y formato utilizado para el levantamiento de las variables dasometricas en el área de estudio del proyecto (AP, SA) en cada UM en la vegetación de SMQ.



Figura IV.44. Distribución de las UM en la vegetación de SMQ en el sistema ambiental y área del proyecto SAE Chemuyil

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

El levantamiento de los datos dasometricos en la UM de 500 m^2, se realizó en dirección a las manecillas del reloj, registrándose el Diámetro Normal (DN) igual o mayor a 7.00 cm a 1.30 m sobre la pendiente máxima del terreno donde se ubica; a todos los individuos arbóreos en pie vivos, verticales, inclinados, ladeados, ladeados, curvados o recostados sobre el suelo, en caso de presentar ramificación antes del punto de medición, a cada rama es medida su DN y considerado como árbol independiente, en caso de que la bifurcación se encuentre en el punto de medición el DN es tomado por debajo del punto de medición; se registra la altura total (Hm) desde la base hasta la yema apical o el extremo superior cuando el individuo se encuentre trozado o dañado, el diámetro de copa menor y mayor en metros, y se le asigna un numero consecutivo de referencia por ejemplo 1, 2, 3, etc., la unidad de muestreo correspondiente, el tipo de vegetación, si fue en el área del proyecto o en el sistema ambiental, se identifica la especie en sitio, de no ser posible, se fotografía la corteza, hojas, flores o frutos de existir, (cabe señalar que el responsable de la brigada es especialista en vegetación de la zona de estudio) para su posterior identificación en gabinete.



Figura IV.45 Levantamiento de datos dasométricos en la unidad de muestreo de 500 m^2 (10 x 50 m) en la vegetación de selva mediana subperennifolia

En la SUM de 16 m^2 (4 x 4 m), se registraron todos los individuos arbóreos medianos, arbustivos y “Otras (epifitas, cactáceas, lianas), con DN a partir de 1.5 cm y menor a los 7.0

cm, el número de individuos de ser el caso, la altura total desde la base hasta la yema apical o hasta donde alcance, así como sus diámetros de copa menor y mayor; de existir lianas (bejucos), epifitas (orquídeas, bromelias), helechos o cactáceas se registran las especies como “Otras”, la determinación de las especies se realiza en

[7]Comisión Nacional Forestal. (2017). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Procedimientos de muestreo. Zapopan, Jal., México: CONAFOR.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Figura IV.46 Levantamiento de datos dasometricos en la unidad de muestreo de 12 m^2 (4 x 4 m) en la vegetación de selva mediana subperennifolia.

En la SUM de 1 x 1 m (1 m^2), se registraron todas aquellas especies herbáceas, su altura total, diámetro de copa menor-mayor y el total de individuos; las especies que no se determinen en sitio, se fotografiaron para su posterior determinación en gabinete, además de registrar las características físicas y ecológicas del sitio (ver la imagen de ejemplo de formato de campo).



Figura IV.47 Levantamiento de datos dasometricos en la unidad de muestreo de 1 m^2 (1 x 1 m) en la vegetación de selva mediana subperennifolia.

La vegetación existente en el área del proyecto y su sistema ambiental, coincide con lo señalado en la carta de Uso de suelo y Vegetación, Serie VII (INEGI 2018), para la implementación del proyecto SAE Chemuyil, se requerirá de la Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para la remoción total de vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en 2.01 has para la construcción de las obras que conformaría el Sistema de Almacenamiento de energía Eléctrica SAE Chemuyil; en la Figura IV.46 se incluye panorámicas del tipo de vegetación existente en el área del proyecto y su sistema ambiental.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Figura IV.48 Panorámicas de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el área del proyecto y su sistema ambiental.

IV.3.1.7.2. Trabajo de gabinete.

Posterior al levantamiento de datos en los trabajos de campo, se procedió al vaciado de la información dasometrica obtenida en una hoja de Excel, organizando las variables en columnas y las especies en filas, convirtiendo el rango en una tabla permitiendo mayor eficiencia la organización, visualización y el análisis de la información obtenida.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Burseraceae	Bursera simaruba	Chacaj	Árbol	Nativa	SCC	NIA	LC	4	16.2	10	1.75	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0206	2.4053	66667	16.035
Fabaceae	Gliricidia maculata	Sak ya'ab	Árbol	Nativa	SCC	NIA	LC	5	11.8	9	1.6	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0109	2.0106	66667	13.404
Fabaceae	Gliricidia maculata	Sak ya'ab	Árbol	Nativa	SCC	NIA	LC	6	14.4	9	1.75	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0163	2.4053	66667	16.035
Sapindaceae	Thouinia paucidentata	Xk'an chuunup	Árbol	Nativa	SCC	NIA	LC	7	7	7.5	0.9	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0038	0.6362	66667	4.2412
Fabaceae	Senegalia gaumeri	Box kaatzin	Árbol	Endémica PY	SCC	NIA	LC	8	8.4	5	3	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0055	7.0686	66667	47.124
Fabaceae	Senegalia gaumeri	Box kaatzin	Árbol	Endémica PY	SCC	NIA	LC	9	7.3	5	3.25	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0042	8.2958	66667	55.305
Fabaceae	Albizia niopoides var. ni	Cantemó	Árbol	Nativa	SCC	NIA	NE	10	21.8	12	3.5	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0373	9.6211	66667	64.141
Sapindaceae	Melicoccus oliviformis s	Waya	Árbol	Nativa	SCC	NIA	NE	11	8.3	8	1.25	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0054	1.2272	66667	8.1812
Sapindaceae	Melicoccus oliviformis s	Waya	Árbol	Nativa	SCC	NIA	NE	12	9.1	8	1.15	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0065	1.0387	66667	6.9246
Sapindaceae	Melicoccus oliviformis s	Waya	Árbol	Nativa	SCC	NIA	NE	13	7.2	6.5	1.25	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0041	1.2272	66667	8.1812
Sapindaceae	Thouinia paucidentata	Xk'an chuunup	Árbol	Nativa	SCC	NIA	LC	14	7.8	8	1.75	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0048	2.4053	66667	16.035
Fabaceae	Gliricidia maculata	Sak ya'ab	Árbol	Nativa	SCC	NIA	LC	15	9.1	9	1.25	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0065	1.2272	66667	8.1812
Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechem	Árbol	Nativa	SCC	NIA	LC	16	9.7	10	1.5	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0074	1.7671	66667	11.781
Moraceae	Ficus cotinifolia	Kopo'	Árbol	Nativa	SCC	NIA	LC	17	30.8	8	1.75	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0745	2.4053	66667	16.035
Moraceae	Ficus maxima	Higuerilla	Árbol	Nativa	SCC	NIA	LC	18	32.3	8	2.75	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0819	5.9396	66667	39.597
Moraceae	Ficus maxima	Higuerilla	Árbol	Nativa	SCC	NIA	LC	19	9.5	7.5	1.75	1	Ab	AP	AP1	SMQ	0.0071	2.4053	66667	16.035

Figura IV.49 Base de Datos generado para la caracterización de la vegetación de selva mediana subperennifolia del área del proyecto (AP) y su sistema ambiental (SA).

Se corrobora los nombres científicos (Familia, género y especie), así como, la determinación de las especies fotografiadas utilizando literatura especializada, inventarios florístico de la región[8], listados florísticos contenido en plataformas digitales[9] del CICY, la WFO, ITIS, publicaciones de Etnoflora Yucatanense, la Flora de Quintana Roo, la Flora Ilustrada de la Península de Yucatán entre otras; y la determinación de aquellas especies vegetales que no fue posible su determinación in situ (especies fotografiadas).

Como se ha mencionado con anterioridad, el Objetivo del siguiente apartado es analizar la diversidad estructural y composición florística de la vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ) sujeto a autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales a ser remozada por la implementación de las obras del proyecto SAE Chemuyil y su sistema ambiental (SA). El análisis cuantitativo de la estructura de la vegetación se basó en el cálculo de la densidad (número de individuos por área de muestreada), el área basal (superficie de una sección transversal del tallo del individuo a determinada altura) y frecuencia (UM en la cual se registró la especie) McCune y Grace, 2002, se estimaron los Índices de Valor de importancia (IVI), la composición

[8] Sousa S., M. y E. F. Cabrera C. 1983. *Listados florísticos de México: II. Flora de Quintana Roo*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 100 pp.
SEMARNAT. (2002). *Catálogo ilustrado de las especies vegetales para Quintana Roo enunciadas en la NOM-059-ECOL-94*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
Carnevali F. C., G., J. L. Tapia–Muñoz, R. Duno de Stefano, & I. Ramírez Morillo (Editores Generales). 2010. *Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico*. CICY, Mérida, México.
Arellano-Rodríguez, J. A., J. S. Flores Guido, J. Tun Garrido & M. M. Cruz Bojórquez. 2003. *Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán*. En: *Etnoflora Yucatanense* 20: 1–815. UADY, Mérida, Yucatán
[9] Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (s.f.). *Normateca*. CICY. Recuperado el 19 de diciembre de 2025, de https://www.cicy.mx/sitios/Normateca.
World Federation of Orthodontists. (2024, 18 de diciembre). *WFO Task Forces Tackle Website Guidelines and Sustainability in Orthodontics*.https://www.wfo.org/wfo-task-forces-tackle-website-guidelines-and-sustainability-in-orthodontics.
Integrated Taxonomic Information System. (2025). *Integrated Taxonomic Information System (ITIS)*. https://www.itis.gov.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

EstimateS[11]; la caracterización de la vegetación de selva mediana subperennifolia (SMQ), se basó en tres objetivos específicos:

- Determinar la composición florística de la SMQ en el AP y SA
- Determinar su patrón de distribución espacial y estructura vertical y
- Analizar la biodiversidad alfa con índices no paramétricos utilizando el Software EstimateS v.9.1.0

IV.3.1.7.3. Composición y estructura de la vegetación en el área sujeto a CUSTF (AP) y su SA definido.

Para determinar la estructura de la vegetación de selva mediana subperennifolia (SMQ), se utilizó una hoja de cálculo de Excel 2016 o superior, generándose una Base de Datos para cuantificación del Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie registrada, mediante la suma de los valores relativos de abundancia, dominancia y frecuencia, la composición florística (familias, géneros y especies) y la riqueza de especies. Para determinar la completitud y confiabilidad de los muestreos realizados en el área de estudio (AP, SA), se calculó la riqueza de especies esperadas (basada en el número acumulado de muestras), es decir, si se registraron todas las especies posibles de observar mediante el cálculo con estimadores no paramétricos y determinar cuan completo fue el inventario obtenido (Walther y Morand 1998), empleándose para ello, el software gratuito EstimateS v. 9.1.0, basado en los datos de presencia/ausencia de las especies, para generar las curvas de rarefacción y la evaluación de completitud del muestreo realizado en la selva mediana subperennifolia, existente en el Área del Proyecto que estaría sujeto a Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales contemplado a remoción por la implementación de la obra en proyecto y replicados en su sistema ambiental, considerado para ello los siguientes estimadores no paramétricos:

ACE (Assymptotic to Complete Estimate). Estimador no paramétrico de la riqueza de especies, utiliza datos de abundancia para predecir el número total de especies en una comunidad, basándose en la relación entre el número de especies observadas y las raras; considera la frecuencia con la que se encuentran las especies en el muestreo, por lo que las especies raras (con baja abundancia) son cruciales para predecir las

[10]Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons.
[11]Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples* (Software informático Version 9.0.1). http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Chao1. Estima el número total o riqueza de las especies en una comunidad, en particular las raras con la posibilidad de no ser observadas, considerando el número de especies que aparecen una vez (singletons) y el número de especies que aparecen dos veces (doubletons), y calcula a partir de los recuentos de singletons y doubletons, la riqueza total de especies utilizando el número de especies observadas (S_{obs}) el número de singletons (F_1) y el número de doubletons (F_2).

Chao 2. Estimador de riqueza de especies basado en datos de presencia-ausencia (incidencia), utilizando el número de especies que aparecen en una o dos muestras para estimar el total de especies en una comunidad, un valor más alto de Chao 2 generalmente indica mayor riqueza de especies, al estimar las especies no detectadas en el muestreo sin importar el número de individuos, especialmente si hay muchas especies "únicas" (que aparecen en una sola muestra) y un valor bajo indica menor riqueza de especies, la fórmula principal estima las especies no recolectadas basándose en la cantidad de especies que solo se encontraron en una muestra y la cantidad de especies que se encontraron en dos muestras, a diferencia de Chao 1, que utiliza datos de abundancia (número de individuos por especie), basado en los Singletons (un individuo) y los Doubletons (dos individuos), Chao 2, utiliza datos de incidencia (presencia/ausencia) basado en las especies únicas en una muestra y dobles en dos muestras.

Bootstrap. Para la evaluación del error estándar, calcular intervalos de confianza y realizar contrastes de hipótesis sin depender de supuestos de normalidad; basado en la extracción de múltiples muestras (remuestras) con reemplazo a partir de la muestra original, simulando la distribución de la población.

IV.3.1.7.4. Curva de acumulación de especies.

Las curvas de acumulación de especies también llamadas curvas de colecta, son una herramienta útil para estimar la riqueza de especies en función del esfuerzo de muestreo, pudiendo ser el número de individuos registrados, el número total de unidades de muestreo o duración del muestreo (Magurran, 2004[12]). La riqueza de

[12]Jiménez Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, *8*, 151-161.
Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

especies, algunas de estas es su sensibilidad en el número de individuos, el número, tamaño y disposición espacial de las unidades muestrales (Magurran 1988, Gotell y Colwell 2001; Jiménez-Valverde & Hortal 2003).

Por esta razón el uso estimadores no paramétricos, se ha convertido en una herramienta utilizada para la estimación potencial del número de especies a partir de muestreos mediante las curvas de acumulación de especies siendo una de las más utilizadas, al permitir estimar el número total de especies de un área mediante la extrapolación de la asíntota (Soberón & Llorente 1993; Gotelli y Colwell 2001), mediante estimadores no paramétricos basados en la distribución de especies raras (Colwell y Coddington 1994; González-Oreja *et al*. 2010; Magurran 2004), al presentar la ventaja de poseer un sesgo menor en comparación a la extrapolación de las curvas de acumulación (Colwell y Coddington 1994; Gotelli y Colwell 2001) y requerir menor cantidad de datos que los utilizados para el uso de métodos paramétricos (Brose 2002); estas estimaciones relacionan el número de especies con el esfuerzo de muestreo llevado a cabo y representa una importante herramienta a la hora de evaluar la calidad y completitud de los inventarios de la biodiversidad (Sánchez-Fernández *et al*. 2011; Gómez-Anaya *et al*. 2014).

Para la determinación de las curvas de acumulación de especies, así como, la calidad y completitud de los muestreos realizados en la vegetación de selva mediana subperennifolia existente en el área del proyecto y el sistema ambiental por la implementación del proyecto SAE Chemuyil, se utilizó el software EstimateS versión 9.1.0, aplicación gratuita para sistemas operativos Windows, mediante el cual se calcula mediate diversos estimadores no paramétricos, determinándose que la eficiencia o completitud del muestreo en el área estudiada (AP y SA) fue del 88.07 %, que de acuerdo a Hortal et al (2003), a partir de proporciones superiores al 70% la estimación de la riqueza asintótica se hacen estables, por lo que el muestreo realizado se considera suficiente.

Nicholas J. Gotelli y Robert K. Colwell, "Quantifying Biodiversity: Procedures and Pitfalls in the Measurement and Comparison of Species Richness," *Ecology Letters* 4 (2001): 379–391.

González-Oreja, J. A., De la Fuente-Díaz-Ordaz, A. A., Hernández-Santín, L., Buzo-Franco, D., & Bonache-Regidor, C. (2010). Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation*, Volumen 33.1:31-45. ISSN: 1578–665X.

Gómez-Anaya, J. A., Novelo-Gutiérrez, R., Ramírez, A., & Arce-Pérez, R. (2015). Uso empírico de datos de campo de insectos acuáticos para inferir el valor de corte de la pendiente de modelos asintóticos que evalúe la completitud de inventarios. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *85*,218-227, DOI:10.7550/rmb.36978.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Con la información obtenida, se generó Excel (365) gráficos comparativos de las curvas de rarefacción de las especies observadas, los límites inferior y superior de Intervalos de confianza (IC) del 95% y eficiencia del muestreo con los estimadores Chao 1 y ACE, en la tabla siguiente se relacionan los valores obtenidos mediante los estimadores no paramétricos (Chao 1, Chao 2, ACE y Bootstrap) de la riqueza de especies en sistema ambiental y el área del proyecto SAE Chemuyil.

Tabla IV.34 Porcentajes de completitud según los estimadores de abundancia y presencia-ausencia

SA			AP (CUSTF)		
Estimador	**(S) 91**	**Completitud (%)**	**Estimador**	**(S) 88**	**Completitud (%)**
Chao 1	102.56	88.73	Chao 1	103.97	84.64
Chao 2	109.00	83.49	Chao 2	114.25	77.02
ACE	102.12	89.11	ACE	103.02	85.42
Bootstrap	102.62	88.68	Bootstrap	102.26	86.06

Nota: S= Riqueza de especies

El porcentaje de completitud (eficiencia del muestreo) conforme a los estimadores no paramétricos osciló entre 83.49 % (Chao 2) y 89.11 % (ACE) para el SA, mientras que para el AP la completitud del muestreo oscila entre el 77.02 % (Chao 2) y el 86.06 % (Bootstrap); acuerdo al Hortal et al (2003), es factible conocer la proporción total inventariada dividiendo el número de especies observadas en cada unidad de muestreo o de registros en una base de datos (como unidad de esfuerzo de muestreo) por el predicho por la asíntota, a partir de proporciones superiores al 70%, la estimación de la riqueza asintótica se hacen estables, por lo que el muestreo realizado en el área de estudio se considera suficiente al tener un porcentaje de completitud mayor al 77%, aunado a que la riqueza de especies en el SA es mayor en comparación con el área del proyecto sujeto a CUSTF, como se puede apreciar en el cuadro anterior.

En la imagen siguiente, se puede observar mediante las curvas de rarefacción de especies registradas en las unidades de muestreo en el SA y del área del proyecto (CUSTF), presentan un intervalo de confianza (IC) del 95%, por lo que se infiere que el esfuerzo de muestreo fue suficiente (Hortal et al 2003), dado que la riqueza de especies en el SA es mayor respecto a la del CUSTF, la eficiencia y representatividad del muestreo de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, se corrobora a través de la curva de acumulación de especies basada en las muestras (rarefacción) al 95%, ver Figura IV.50.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

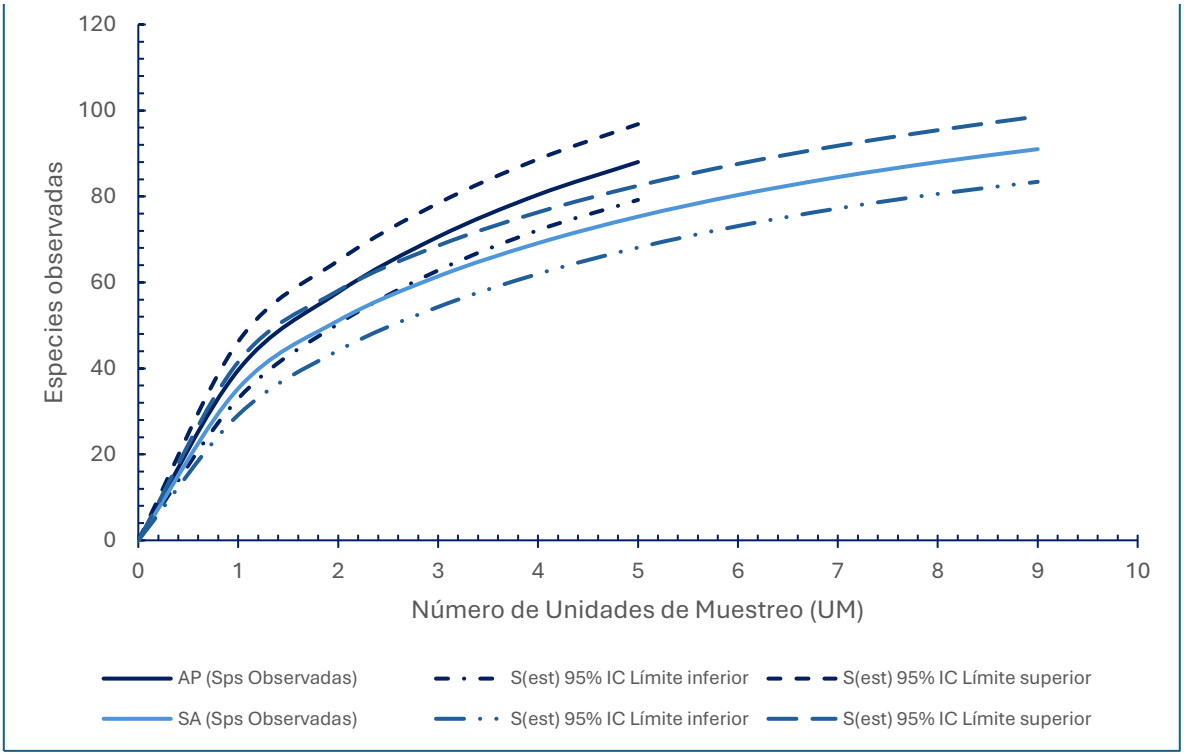


Figura IV.50 Curva de rarefacción de las especies registradas en el área de estudio (SA-AP) del SAE Riviera Maya en la vegetación secundaria arbórea de SMQ.

Con el mejor ajuste de los estimadores de riqueza total de especies de Chao 1 y ACE en la correlación lineal altamente significativa entre diversidad verdadera y la riqueza de especies con una confiabilidad superior al 88%, aunado a los valores de recambio o diversidad alfa con una complementariedad superior al 83 % para el sistema ambiental y el área del proyecto, Tabla IV.33, y Figura IV.51, se observa una regresión asintótica, demostrándose que al aumentar X, existen cambios definidos en Y, lo cual indica la existencia de una correlación en ambas variables; con respecto al coeficiente de correlación R^2 0.9023 para el área del proyecto (AP) y R^2 de 0.8416 para el sistema ambiental (SA), indicándose que la fuerza de atracción o el grado de asociación entre esas dos variables es alta y naturalmente positivo, por lo que, en la muestra analizada se ejerce una representatividad ideal.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

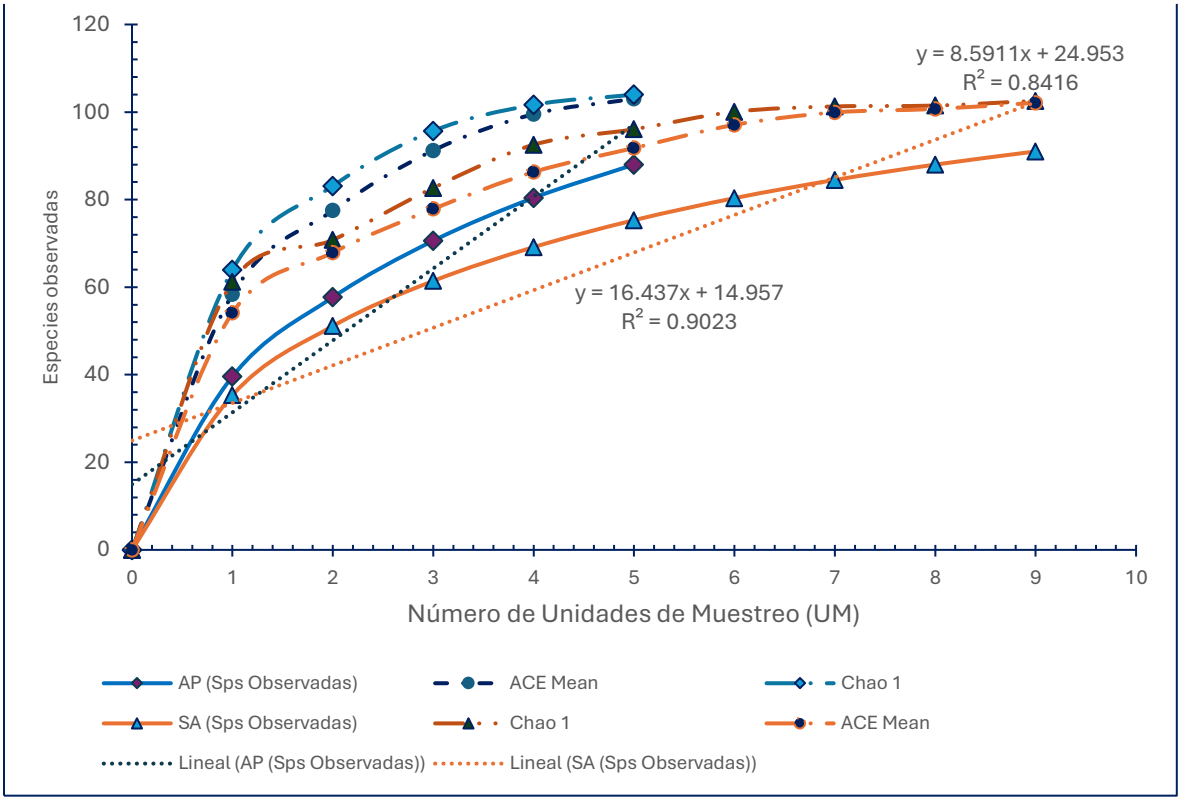


Figura IV.51 Regresión lineal de las especies registradas en el área de estudio (SA-AP) del SAE Chemuyil en la vegetación secundaria arbórea de SMQ

IV.3.1.7.5. Curva de acumulación de especies por estrato de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el área de estudio (SA-AP).

Estrato Arbóreo (registradas en el UM de 500 m^2)

El porcentaje de completitud (eficiencia del muestreo) para las especies del estrato arbóreo conforme a los estimadores no paramétricos osciló entre 88.33 % (ACE) y 90.27 % (Chao 1) para el SA y para el AP oscila entre el 73.17 % (Chao 2) y el 87.15 % (Bootstrap); de acuerdo a Hortal et al (2003), es factible conocer la proporción total inventariada dividiendo el número de especies observadas en cada unidad de muestreo o de registros en una base de datos como unidad de esfuerzo de muestreo por el predicho por la asíntota, a partir de proporciones superiores al 70%, la estimación de la riqueza asintótica se hacen estables, por lo que el muestreo realizado en el área de estudio se considera suficiente al tener un porcentaje de completitud mayor al 80%, aunado a que la riqueza de especies arbóreas en el SA es mayor en comparación con la del área del proyecto sujeto a CUSTF, como se puede aprecia en el cuadro siguiente.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

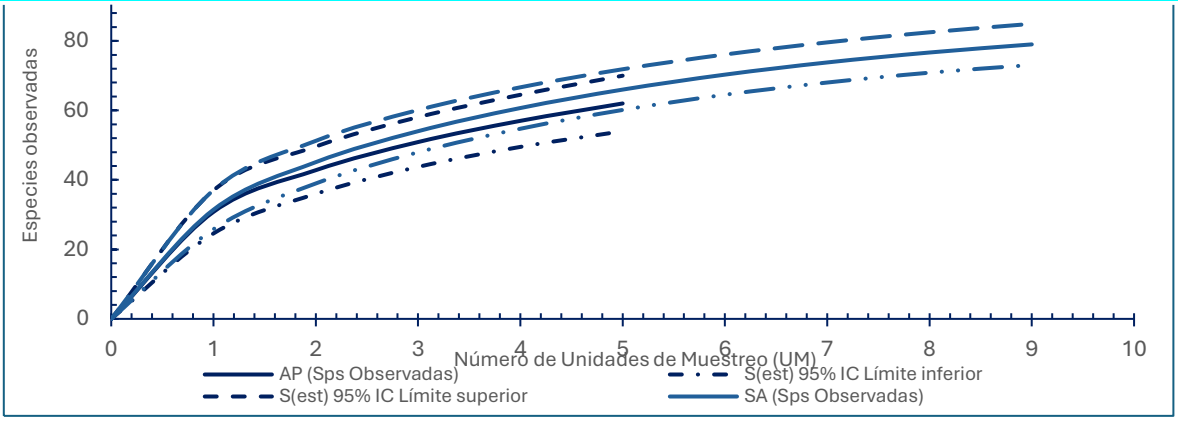
Estimador	(S) 79	Completitud (%)	Estimador	(S) 62	Completitud (%)
Chao 1	87.52	90.27	Chao 1	82.21	75.42
Chao 2	89.32	88.45	Chao 2	84.73	73.17
ACE	89.44	88.33	ACE	78.56	78.92
Bootstrap	88.54	89.23	Bootstrap	71.14	87.15

Nota: S= Riqueza de especies

Como es de observarse en la imagen siguiente, las curvas de rarefacción de las especies del estrato arbóreo registradas en las unidades de muestreo en el SA y en el área del proyecto (CUSTF), presentan un intervalo de confianza (IC) del 95% el esfuerzo de muestreo fue suficiente (Hortal et al 2003), aunado a que la riqueza de especies arbóreas en el SA es mayor respecto a la del área del proyecto sujeta a CUSTF, la eficiencia y representatividad del muestreo de la vegetación se corrobora a través de la curva de acumulación de especies basada en la muestras (rarefacción) al 95%, ver Figura IV.52.

De igual manera, con el mejor ajuste de los estimadores (Chao 1) de riqueza total de especies, la correlación lineal es altamente significativa entre diversidad verdadera y la riqueza de especies con una confiabilidad superior al 80%, aunado a los valores de recambio o diversidad alfa con una complementariedad superior al 87% para el sistema ambiental y el área del proyecto, como se puede observar en la Tabla IV.34, en la Figura IV.52, se observa una regresión asintótica, dado que al aumentar X, existen cambios definidos en Y, existiendo una correlación en ambas variables; con respecto al coeficiente R^2 (0.8706) para el área del proyecto (AP) y R^2 de 0.8331 para el sistema ambiental (SA), la fuerza de atracción o el grado de asociación entre esas dos variables es alta y naturalmente positivo, por lo que, la representatividad en la muestra analizada es ideal.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



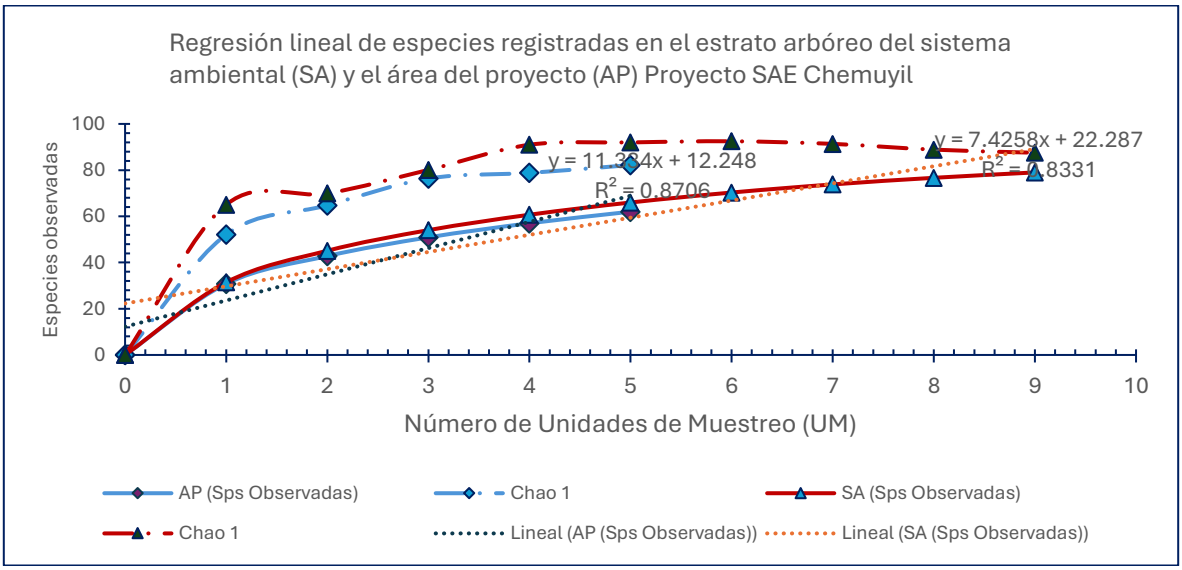


Figura IV.52 Curva de rarefacción y regresión lineal de las especies registradas en el estrato arbóreo en el SA y AP de la SAE Chemuyil en la vegetación de SMQ.

Estrato Arbustivo (registrado en la SUM de 16 m^2).

El porcentaje de completitud (eficiencia del muestreo) para las especies del estrato arbustivo conforme a los estimadores no paramétricos osciló entre 12.29 % (Chao 1) a 79.35 % (Bootstrap) para el SA y 63.41 (Chao 2) a 82.75 (Bootstrap) respectivamente; de acuerdo a Hortal et al (2003), es factible conocer la proporción total inventariada dividiendo el número de especies observadas en cada unidad de muestreo o de registros en una base de datos como unidad de esfuerzo de muestreo por el predicho por la asíntota, a partir de proporciones superiores al 70%, la estimación de la riqueza asintótica se hacen estables, por lo que el muestreo realizado en el área de estudio se considera suficiente al tener un porcentaje de completitud mayor al 75% (Bootstrap), aunado a que la riqueza de especies arbóreas en el SA es mayor en comparación con

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

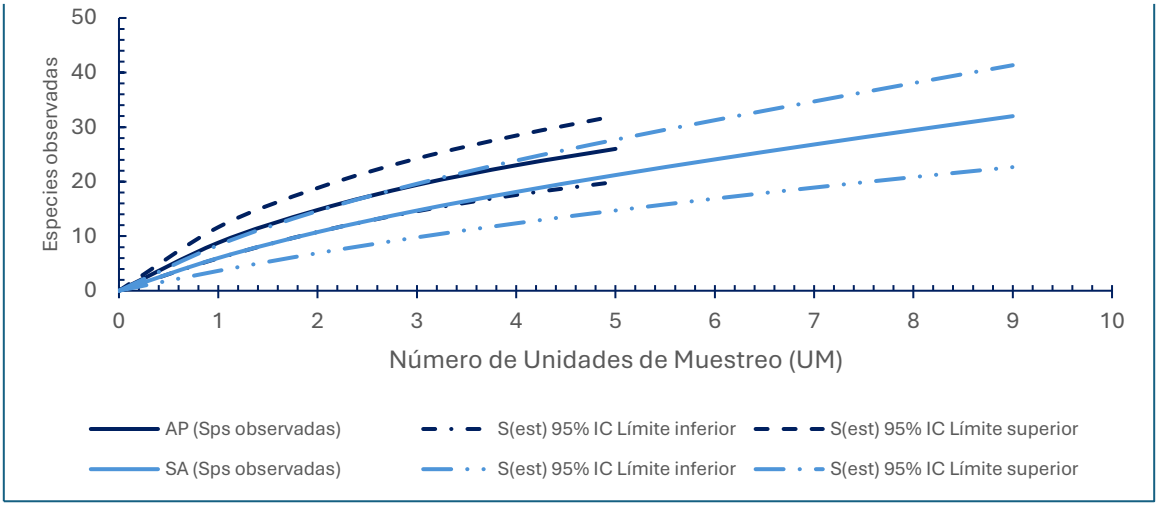
Tabla IV.36 Porcentajes de completitud según los estimadores de abundancia

SA			AP (CUSTF)		
Estimador	**(S) 32**	**Completitud (%)**	**Estimador**	**(S) 26**	**Completitud (%)**
Chao 1	260.40	12.29	Chao 1	34.52	75.32
Chao 2	110.30	29.99	Chao 2	41.00	63.41
ACE	93.25	34.32	ACE	31.42	75.67
Bootstrap	40.33	79.35	Bootstrap	34.36	82.75

Nota: S= Riqueza de especies

Como es de observarse en la imagen anterior, las curvas de rarefacción de las especies registradas en el estrato arbustivo de SA y el área del proyecto, presentan una IC del 95% el esfuerzo de muestreo fue suficiente (Hortal, et al 2003), aunado a que la riqueza de especies arbustivas en el SA es mayor respecto al del área del proyecto sujeta a CUSTF, la eficiencia y representatividad del muestreo de la vegetación se corrobora a través de la curva de acumulación de especies basada en la muestra (rarefacción) al 95%. De igual manera, con el mejor ajuste de los estimadores (Chao 1) de riqueza total de especies, la correlación lineal es altamente significativa entre diversidad verdadera y la riqueza de especies del estrato, con una confiabilidad superior al 75%, aunado a los valores de recambio o diversidad alfa con una complementariedad superior al 79% para el sistema ambiental y del 80 % para el área del proyecto, como se puede observar en la Tabla IV.35; en la Figura IV.53 se observa una regresión asintótica, dado que al aumentar X, existen cambios definidos en Y, existiendo una correlación en ambas variables; con respecto al coeficiente R^2 (0.9602) para el área del proyecto (AP) y R^2 de 0.9801 para el sistema ambiental (SA), la fuerza de atracción o el grado de asociación entre esas dos variables es alta y naturalmente positivo, por lo que, la representatividad en la muestra analizada es ideal.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



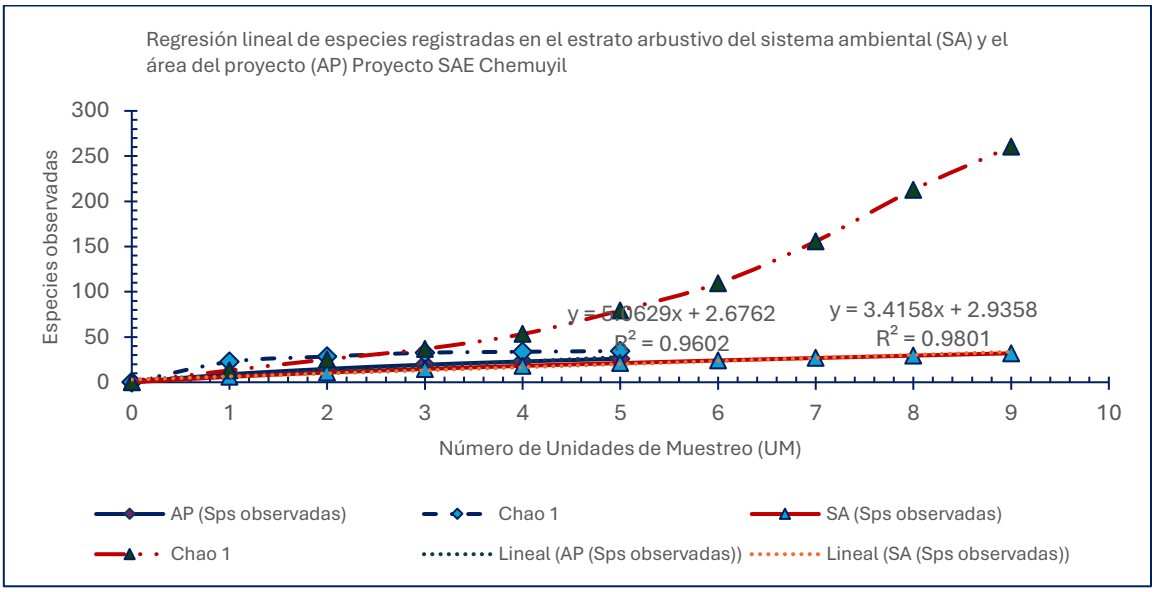


Figura IV.53 Curva de rarefacción y regresión lineal de las especies registradas en el estrato arbustivo en SA y AP del SAE Chemuyil en la vegetación de SMQ.

Estrato Herbáceo (registrados en las SUM de 1 m^2)

El porcentaje de completitud (eficiencia del muestreo) para el estrato herbáceo conforme a los estimadores no paramétricos osciló entre 89.55 % (Bootstrap) y 100 % (Chao 1 y 2, ACE) para el SA y osciló 65.22 % al 86.71 % en el AP, de acuerdo a Hortal et al (2003), es factible conocer la proporción total inventariada dividiendo el número de especies observadas en cada unidad de muestreo o sitios de registro en una base de datos como unidad de esfuerzo de muestreo por el predicho por la asíntota, a partir de proporciones superiores al 70%, la estimación de la riqueza asintótica se hacen

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla IV.37 Porcentajes de completitud según los estimadores de abundancia

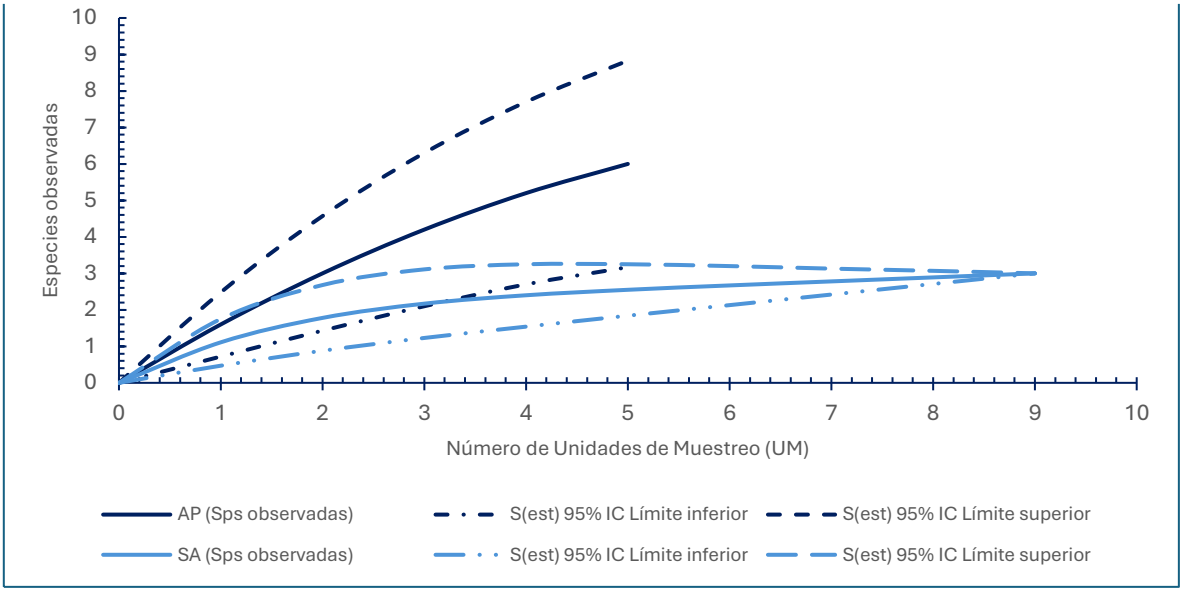
SA			AP (CUSTF)		
Estimador	**(S) 3**	**Completitud (%)**	**Estimador**	**(S) 6**	**Completitud (%)**
Chao 1	3	100	Chao 1	6.92	86.71
Chao 2	3	100	Chao 2	9.2	65.22
ACE	3	100	ACE	7.09	84.63
Bootstrap	3.35	89.55	Bootstrap	7.47	80.32

Nota: S= Riqueza de especies

Como es de observarse en la imagen siguiente, las curvas de rarefacción de las especies registradas en el estrato herbáceas en el SA y área del proyecto (CUSTF), presentan un intervalo de confianza del 95%, el esfuerzo de muestreo fue suficiente (Hortal, et al 2003), la eficiencia y representatividad del muestreo de la vegetación se corrobora a través de la curva de acumulación de especies basada en la muestra (rarefacción) al 95%, ver Figura IV.52.

De igual manera, con el mejor ajuste de los estimadores (Chao 1) de riqueza total de especies, la correlación lineal es altamente significativa entre diversidad verdadera y la riqueza de especies del estrata herbáceo, con una complementariedad del 89% para el SA y del 86.71 para el área del proyecto, como se puede observar en la tabla IV.36, en la Figura IV.52 se observa una regresión asintótica, dado que al aumentar X, existen cambios definidos en Y, existiendo una correlación en ambas variables; con respecto al coeficiente R^2 (0.9918) para el área del proyecto (AP) y del 0.9853 para el SA, la fuerza de atracción o el grado de asociación entre esas dos variables es alta y naturalmente positivo, por lo que, la representatividad en la muestra analizada es ideal.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



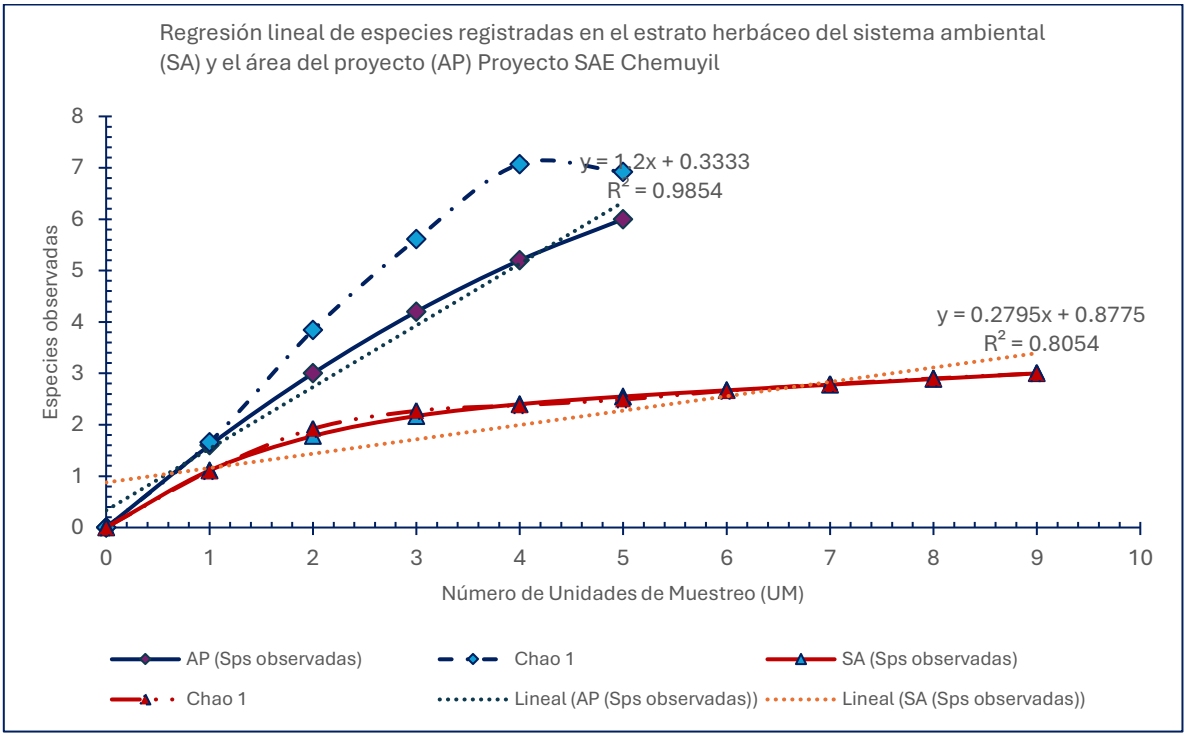


Figura IV.54 Curva de rarefacción y regresión lineal de las especies registradas en el estrato herbáceo del SA y AP del SAE Chemuyil en la vegetación de SMQ.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

como “Otras” conformada por especies epifitas, suculentas (cactáceas) y lianas, conforme a los estimadores no paramétricos osciló entre 89.55 % (Bootstrap) y 100 % (Chao 1 y 2, ACE) para el SA y osciló 65.22 % al 86.71 % en el AP, de acuerdo a Hortal et al (2003), es factible conocer la proporción total inventariada dividiendo el número de especies observadas en cada unidad de muestreo o sitios de registro en una base de datos como unidad de esfuerzo de muestreo por el predicho por la asíntota, a partir de proporciones superiores al 70%, la estimación de la riqueza asintótica se hacen estables, por lo que el muestreo realizado en el área de estudio se considera suficiente al tener un porcentaje de completitud mayor al 80% (Chao 1, ACE), como se puede aprecia en el cuadro siguiente.

Tabla IV.38 Porcentajes de completitud según los estimadores de abundancia

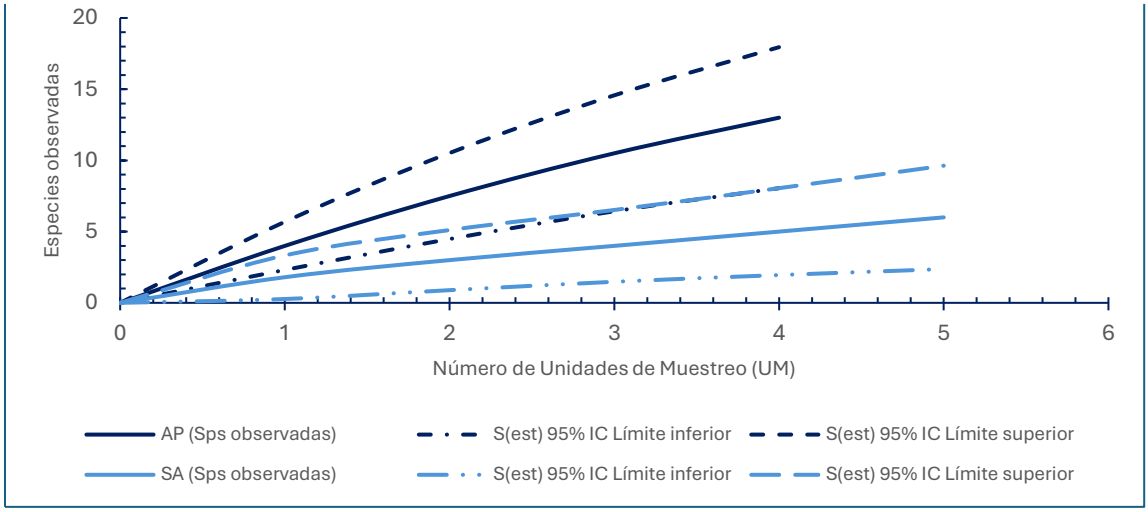
SA			AP (CUSTF)		
Estimador	**(S) 6**	**Completitud (%)**	**Estimador**	**(S) 13**	**Completitud (%)**
Chao 1	6.93	86.57	Chao 1	20.81	62.47
Chao 2	14.00	42.86	Chao 2	25.50	50.98
ACE	7.43	80.75	ACE	19.77	65.76
Bootstrap	7.64	78.53	Bootstrap	16.35	79.51

Nota: S= Riqueza de especies.

Como es de observarse en la imagen siguiente, las curvas de rarefacción de las especies registradas como “Otras” en el SA y área del proyecto, presentan un intervalo de confianza del 95% el esfuerzo de muestreo fue suficiente (Hortal, et al 2003), la eficiencia y representatividad del muestreo de la vegetación se corrobora a través de la curva de acumulación de especies basada en la muestra (rarefacción) al 95%.

De igual manera, con el mejor ajuste de los estimadores (Chao 1) de riqueza total de especies, la correlación lineal es altamente significativa entre diversidad verdadera y la riqueza de dichas especies, con una complementariedad del 86% para el SA y del 79% para el área del proyecto, como se puede observar en la tabla IV.49, en la Figura IV.55 se observa una regresión asintótica, dado que al aumentar X, existen cambios definidos en Y, existiendo una correlación en ambas variables; con respecto al coeficiente R^2 (0.9918) para el área del proyecto (AP) y del 0.9853 para el SA, la fuerza de atracción o el grado de asociación entre esas dos variables es alta y naturalmente positivo, por lo que, la representatividad en la muestra analizada es ideal.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



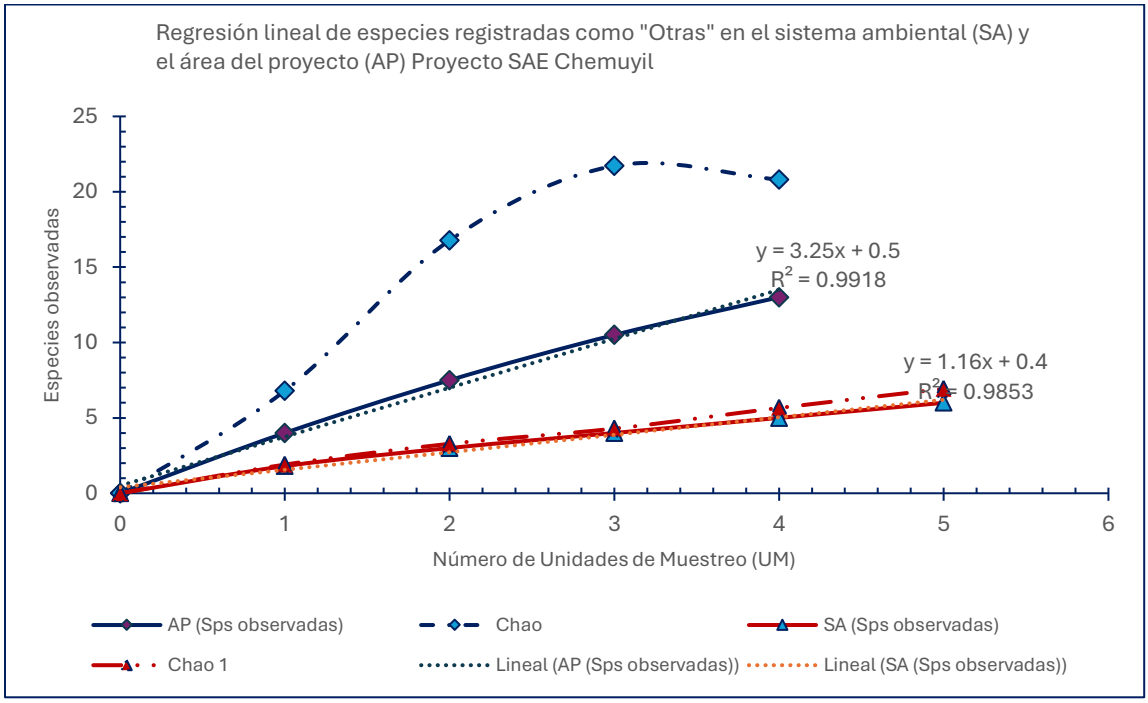


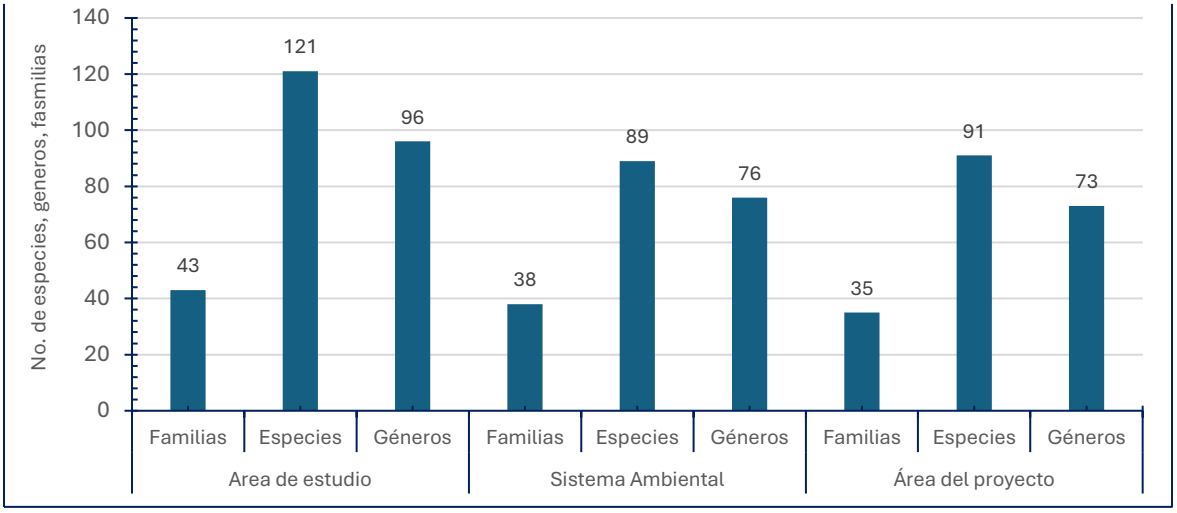
Figura IV.55 Curva de rarefacción y regresión lineal de las especies registradas como "Otras" en el SA y AP de la SAE Chemuyil en la vegetación de SMQ

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

La composición florística de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (SMQ) en el área de estudio (SA-AP) se constituye de 121 especies, 96 géneros y 43 familias, siendo la familia Fabaceae la de mayor riqueza con 13 especies, seguida de la Rubiacaes (6), las familias Euphorbiaceae, Myrtaceae, Nyctaginaceae y Polygonaceae con 5 especies; en el SA y el AP, la familia Fabaceae fue la mejor representadas (12 sps), la Rubiaceae (5), en el AP la familia Morarcea de fue la mayor representatividad, la suma de especies de estas familias tiene una representatividad mayor al 45 % en el área de estudiada, ver la Figura IV.56.

Las especies con mayor abundancia en el área estudiada fueron *N. salicifolia* con 178 registros, seguida de *M. zapota* (149), *G. floribundum* (123), *C. corymbosa* (122), *D. tetrasperma* (95) y *C. brasiliensis* (86) registros, del total de las especies registradas en el área del proyecto el 97.8% están representadas en el sistema ambiental, es importante señalar que la suma del total de especies para el AP y el SA es mayor al del área estudiada (SA-AP) derivado que la mayoría de las especies registradas en el SA también fueron registradas en el área del proyecto, en el cuadro siguiente y en las gráficas de la Figura IV.56, se observa la riqueza de especies en el área de estudio (SA-AP), el SA y el AP, en el *Anexo IV.1 BDTs SAE Chemuyil*, se incluye el listado general de las especies, su biotipo y abundancia.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



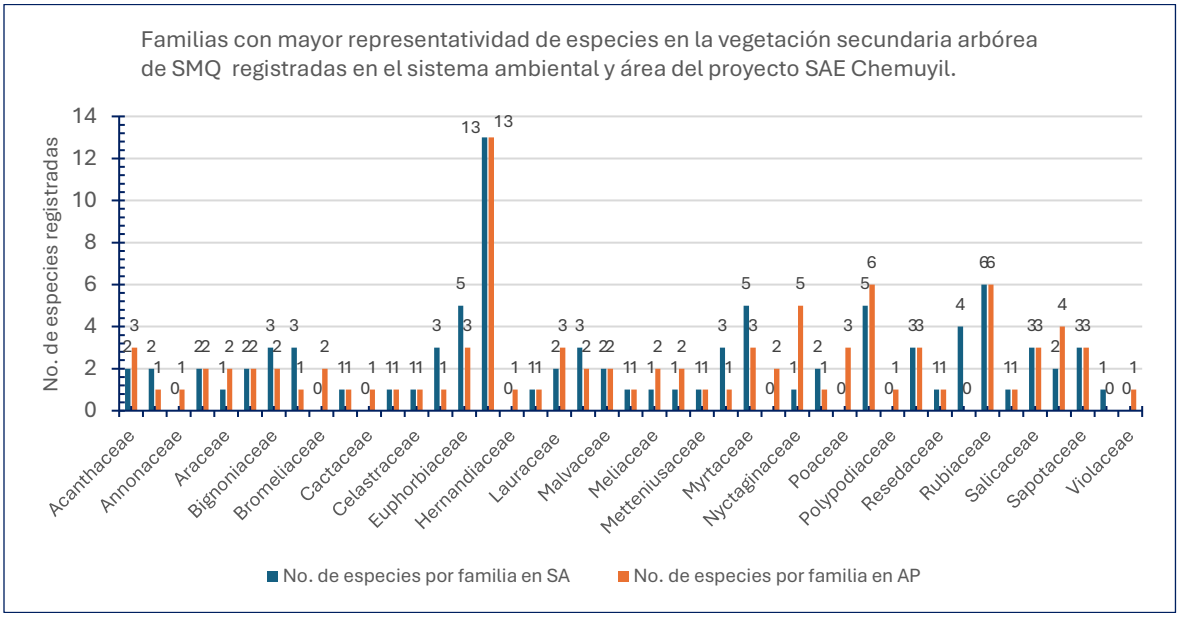


Figura IV.56 Composición florística y riqueza de especies por familia registradas en el área de estudio (SA-AP), sistema ambiental y área del proyecto SAE Chemuyil.

Composición florística registrada en las UM de 500 m² (Arbóreas).

En las UM de 500 m² del sistema ambiental se registró 79 especies arbóreas, pertenecientes a 64 géneros y 31 familias; esta composición florística es similar a la registrada en el área del proyecto; dado que se registró 62 especies de un total de 53 géneros y 30 familias florísticas, en ambas áreas muestreadas la familia Fabaceae fue la de mayor riqueza con 13 y 11 especies respectivamente, seguida de la Rubiaceae, Polygonaceae y Euphorbiaceae, las demás familias fueron representadas por cuatro o menos especies.

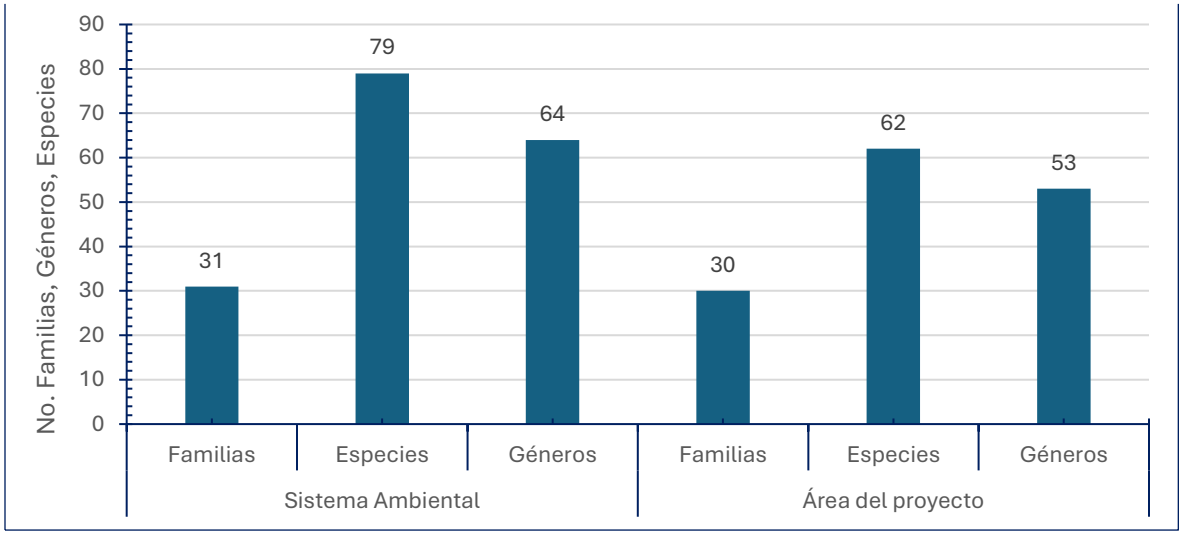
ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

el total de Familias, Géneros y especies arbóreas registradas las UM de 500 m2 en el SA y AP de la SAE Chemuyil.

Composición florística en las SUM de 16 m^2 (Arbustivas y Otras).

En las SUM de 16 m^2 (arbustivas y otras), del sistema ambiental se registraron 37 especies incluidos en 32 géneros y 20 familias; siendo similar a la registrada en el área del proyecto con 38 especies, 33 géneros y 23 Familias florísticas respectivamente, las familias Fabaceae y Rubiaceae fueron las de mayor riqueza de especies (4) en área de estudio, seguida de las familias Bignoniaceae, Myrtaceae, Orchidaceae y Sapindacea con 3 especies; las demás familias fueron representadas con una a dos especies respectivamente, en las gráficas de la Figura IV.58 se relaciona el total de Familias, Géneros y especies, al igual que representatividad de cada familia por especie.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



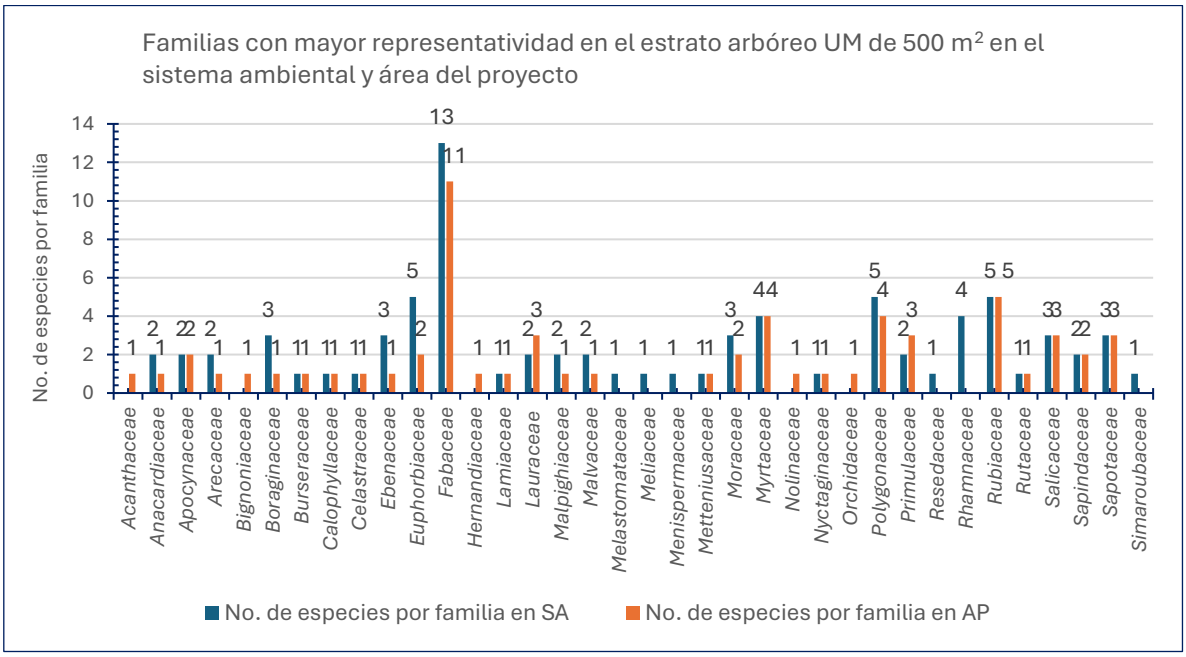
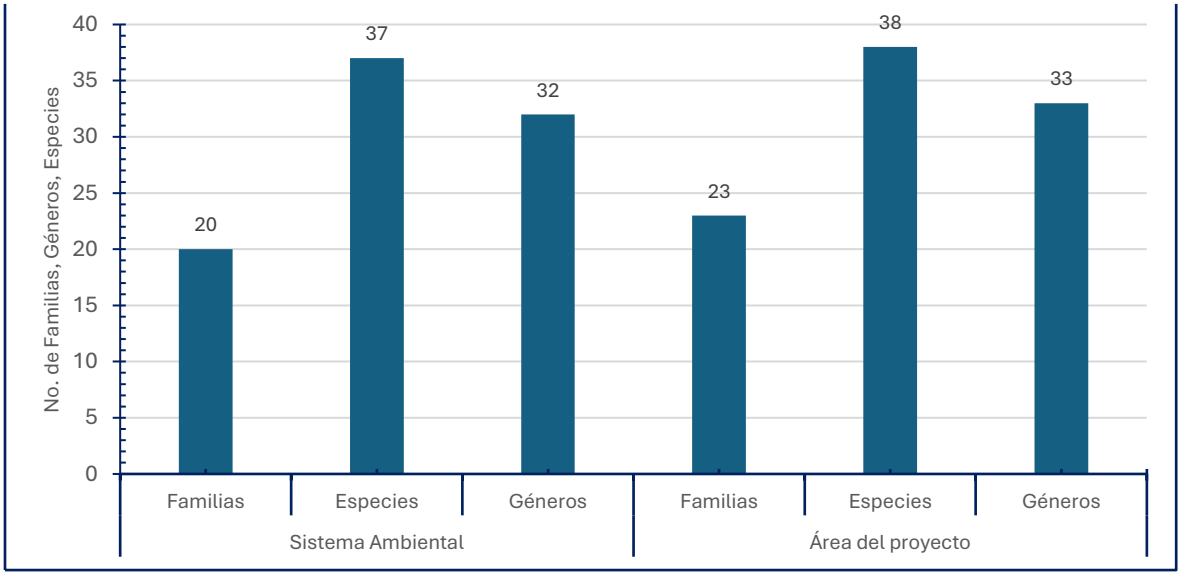


Figura IV.57 Composición florística y riqueza de especies por familia registradas las UM de 500 m2 en el SA y AP del proyecto SAE Chemuyil.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



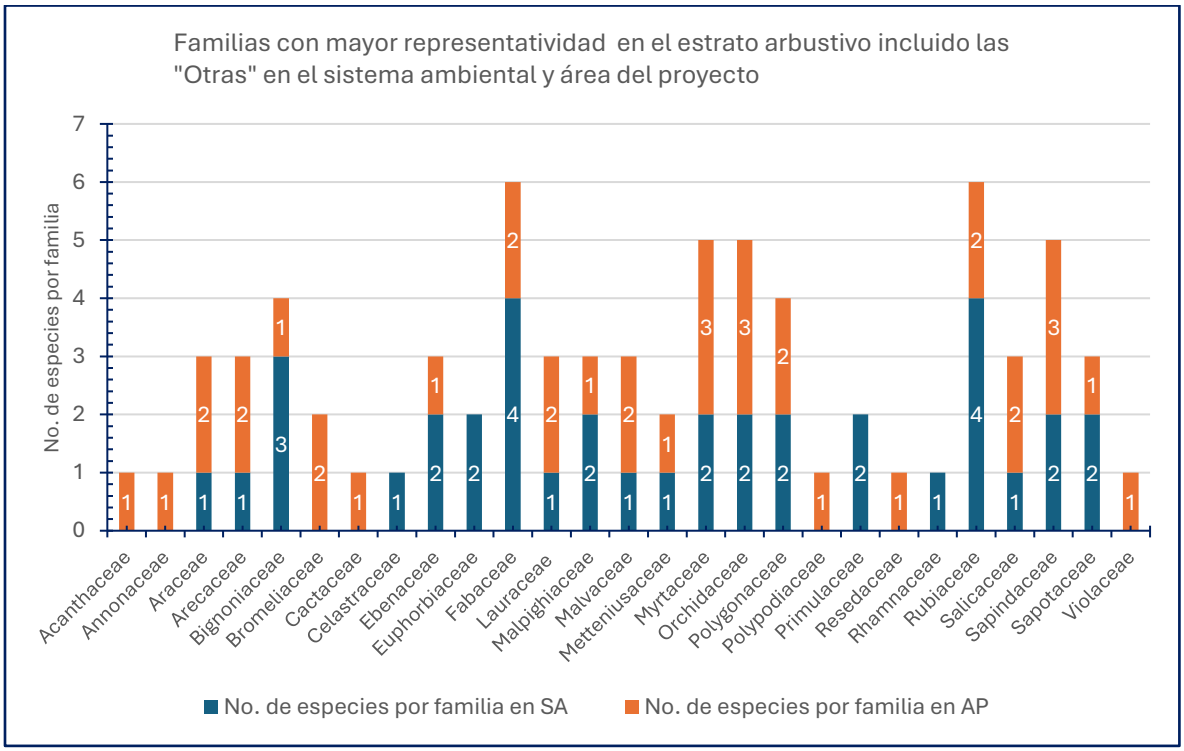


Figura IV.58 Composición florística y riqueza de especies por familia registradas las SUM de 16 m^2 en el SA y AP del proyecto SAE Chemuyil.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

incluidos en dos Géneros y dos Familias; siendo similar a la registrada en el área del proyecto con seis especies, cinco géneros y cuatro Familias florísticas respectivamente, las familias Acanthaceae y Poaceae fueron representadas con dos especies, las demás familias fueron representadas con solo una especie, en las gráficas de la Figura IV.59 se relaciona el total de Familias, Géneros y Especies, al igual que la representatividad de cada familia.

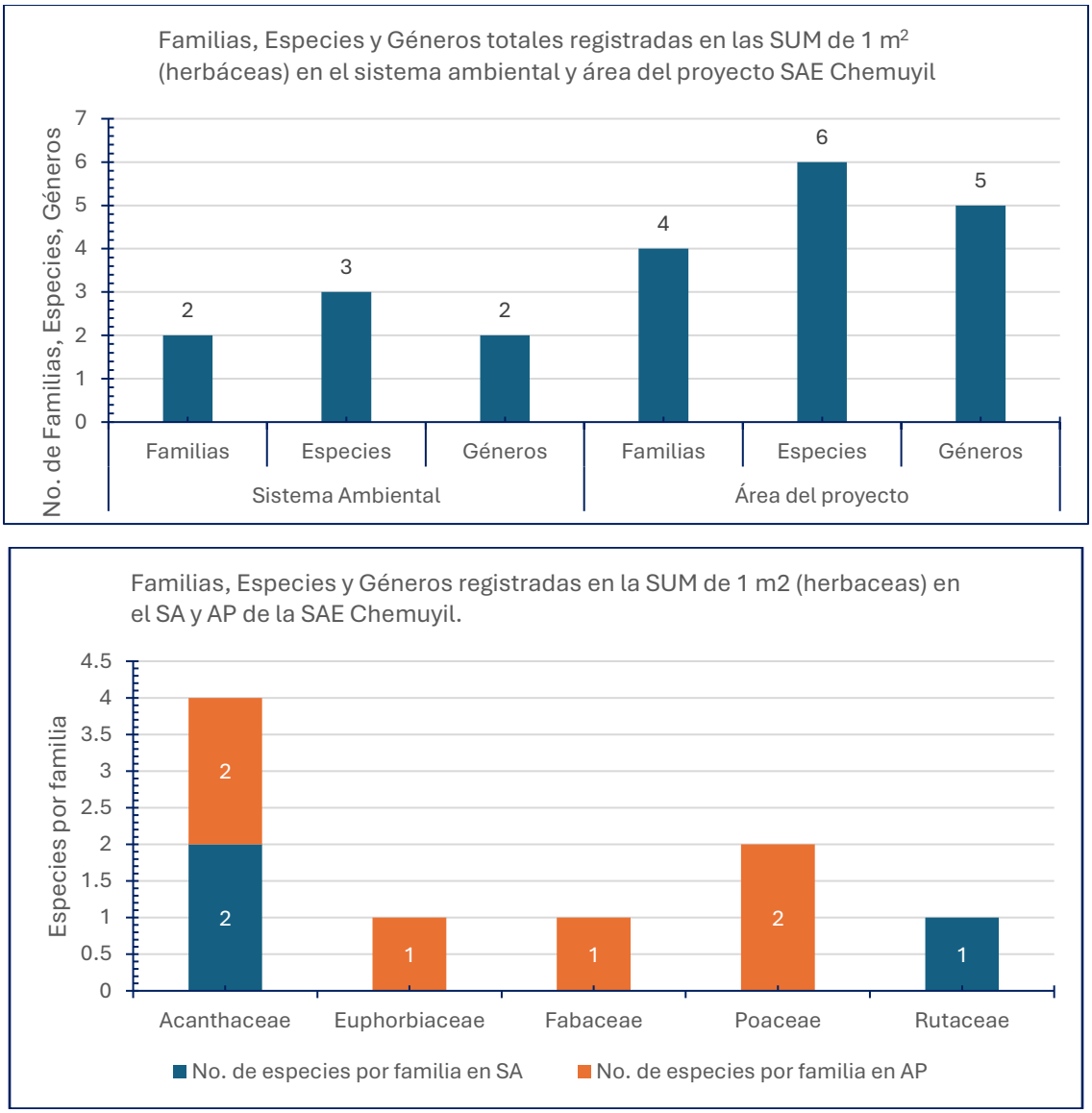


Figura IV.59 Composición florística y riqueza de especies por familia registradas las SUM de 1 m^2 en el SA y AP del proyecto SAE Chemuyil.

IV.3.1.8.1. Especies con alguna categoría de riesgo o endémicas en el área de estudio.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

incluidas como "A" en la lista del PROY-NOM-059-SEMARBAT 2025[13] y a *D. bumeloides* con *P. yucatanum* incluidas en la lista roja de la UICN[14] como Casi Amenazadas "NT"; el 19 % son especies endémicas y el 0.83 % son introducidas. En el sistema ambiental (SA) fue registrado a *T. radiata* y *S. radlkofori* incluidas en la NOM-059 como "A"; *a D. bumeloides* y *P. yucatanum* como "NT", el 17.58% son endémicas BPY o de la PY, por último, en el área del proyecto fue registrada a *B. pliabilis* como "A" en la NOM-059, y como Vulnerable al igual que *P. yucatanum* como "NT" en la Lista Roja de la UICN y el 20.22% son endémicas, en la gráfica de la Figura IV. 60, se relacionan el total de especies registradas acorde a su distribución (endemismos o introducidas) o el estatus de normalización (NOM-059, Anexo II del CITES o de la Lista Roja de la UICN.

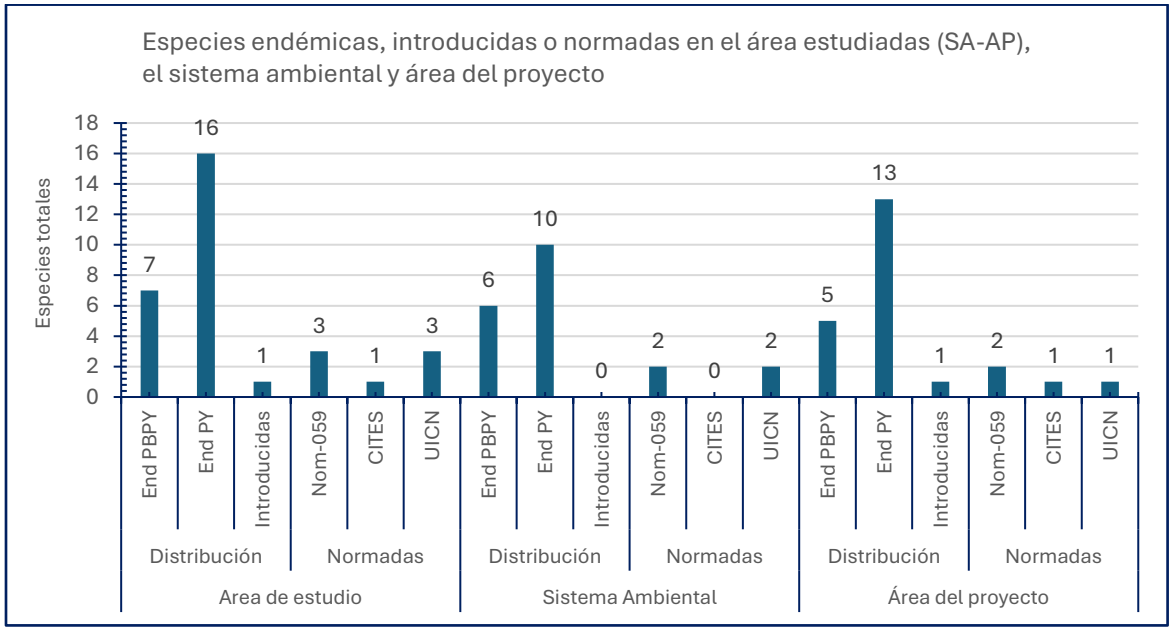


Figura IV.60 Especies normadas y endémicas totales registradas área de estudio (SA-AP), el sistema ambiental (SA) y área del proyecto (AP) SAE Chemuyil.

[13] PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Diario Oficial 14042025.
[14] Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Para el análisis de la diversidad alfa (riqueza de especies) y equidad (abundancia relativa) en el área de estudio (SA-AP) se utilizó el software gratuito EstimateS V 9.1.0[15] mediante el calculó el índice de Shannon para la cuantificación de la biodiversidad considerando tanto la riqueza de especies como su uniformidad, dado que a mayor riqueza y distribución homogénea de individuos, mayor es el índice, y el índice de Simpson para determinar la diversidad, riqueza y equidad de especies, mediante la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie.

El Índice de Shannon-Wiener (o Índice de Shannon H') mide la diversidad de especies en una comunidad, basándose en la riqueza de especies (número de especies) y la equidad (uniformidad de distribución de los individuos entre esas especies); un valor alto indica alta diversidad y equilibrio entre especies, un valor bajo sugiere que pocas especies dominan en la comunidad vegetal estudiada; sus valores varía generalmente de 0 a un máximo (Hmáx), un valor entre 2 y 3 se considera normal, valores superiores a 3 se tendría una alta diversidad, mientras que valores inferiores a 2 indican una baja diversidad.

El índice 1-D (referido comúnmente al Índice de Diversidad de Simpson “D”), mide la riqueza (número de especies) y la equidad (abundancia relativa), variando de 0 (mínima diversidad) a 1 (máxima diversidad), indicando si una comunidad es dominada por pocas especies o tiene muchas especies con abundancia similares, por lo que cuantifica la biodiversidad de la comunidad, donde '1-D' (el complemento) es más intuitivo, representando la probabilidad de encontrar dos individuos de diferentes especies.

Índice J, o Índice de diversidad de Pielou, mide la equitatividad o uniformidad de las especies en la comunidad objeto de estudio, indicando qué tan parecida es la abundancia de cada especie, es decir; mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies presentes en una muestra y se calcula dividiendo el Índice de Shannon (H) entre el logaritmo natural del número de especies (S), por lo que un valor alto (cercano a 1) indica que hay muchas especies con abundancias similares y un valor bajo (cercano a 0) indica que unas pocas especies son muy abundantes y dominan la comunidad, los datos de diversidad alfa (αF) Para la cuantificación de la

[15] Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Versión 9.1.0. Manual de usuario y aplicación disponible en: http://purl.oclc.org/estimates.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IV.3.1.8.3. Riqueza específica y Diversidad de especies registradas en el sistema ambiental SA y área del proyecto (AP).

La diversidad alfa (riqueza de especies) y equidad (abundancia relativa) en el SA fue de "αF" 23.34 conforme al índice de Shannon la diversidad es alta "H" 3.60 dado que a mayor riqueza y distribución homogénea de individuos, mayor es el índice; acorde al índice de Simpson -D 26.65 indica que en la vegetación secundaria arbórea de SMQ tiene al menos 27 especies comunes, representando una alta diversidad y buena uniformidad, y de acuerdo a la índice de Pielou J 0.80 indica una distribución equitativa de las especies en la comunidad vegetal acercándose a la uniformidad máxima (J 1), la riqueza especifica y abundancia registrada en el SA y el área del proyecto (AP) al igual que los índices estimados para el mismo se relacionan en la tabla siguiente.

Tabla IV.39 Riqueza específica, abundancia e índices de diversidad estimadas para el SA y AP de la SAE Chemuyil.

Área de estudio	Riqueza especifica	Abundancia	Índices de diversidad			
			αF	H'	-D	J
AP	88	611	28.19	3.76	26.61	0.84
SA	91	1,128	23.34	3.6	20.65	0.80

IV.3.1.8.4. Riqueza y diversidad de registradas en las UM de 500 m^2, 16 m^2 y 1 m^2 en el sistema ambiental (SA) y área del proyecto (AP) SAE Chemuyil.

Unidades de muestro (UM) de 500 m ^{2} (Arbóreos).

La diversidad alfa (riqueza de especies) y equidad (abundancia relativa) registras en las UM de 500 m^2, del SA fue de "αF" 20.10, conforme al índice de Shannon la diversidad es alta "H" 3.47 dado que a mayor riqueza y distribución homogénea de individuos, mayor es el índice; acorde al índice de Simpson -D 18.67 indicando que en la vegetación secundaria arbórea de SMQ es estructuralmente similar y que al menos 19 especies con abundancias uniformes representando una alta diversidad y buena uniformidad; de acuerdo al índice de Pielou J 0.80 la distribución de especies en la comunidad vegetal es equitativa acercándose a la uniformidad máxima (J 1), la riqueza específica y abundancia registrada en el sistema ambiental y AP, así como los valores estimados conforme a cada índice se relacionan en la tabla siguiente.

Tabla IV.40 Riqueza específica, abundancia e índices de diversidad estimadas para las UM de 500 m^2 del SA y AP de la SAE Chemuyil.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

SA	62	1,004	20.10	3.47	18.67	0.79

Unidades de muestro (UM) de 16 m² (arbustivas).

La diversidad alfa (riqueza de especies) y equidad (abundancia relativa) registras en las UM de 16 m², del SA fue de "αF" 14.79, conforme al índice de Shannon la diversidad es moderada a alta H' 2.89 dado que a mayor riqueza y distribución homogénea de individuos, mayor es el índice; acorde al índice de Simpson -D 12.89 indicando que en la vegetación secundaria arbórea de SMQ la riqueza de especies arbustivas es considerable y distribuidas de manera equilibrada, es estructuralmente similar y que al menos 12 a 13 especies presentan abundancias uniformes y equilibradas; de acuerdo al índice de Pielou J 0.86 indica que la distribución de especies en la comunidad vegetal es equitativa y acercándose a la uniformidad máxima (J 1), la riqueza específica y abundancia registrada en el sistema ambiental y AP, así como los valores estimados conforme a cada índice se relacionan en la tabla siguiente.

Tabla IV.41 Riqueza específica, abundancia e índices de diversidad estimadas para las UM de 16 m² del SA y AP de la SAE Chemuyil.

Área de estudio	Riqueza especifica	Abundancia	Índices de diversidad			
			αF	H'	-D	J
AP	26	71	14.79	2.89	12.89	0.89
SA	32	89	17.91	2.97	13.54	0.86

Unidades de muestro (UM) de 16 m² ("Otras").

La diversidad alfa (riqueza de especies) y equidad (abundancia relativa) registras en las UM de 16 m², del SA fue de "αF" 3.71, conforme al índice de Shannon la diversidad es baja H' 1.59 existencia poca dominancia de estas especies (epifitas, cactáceas, lianas) en las Unidades muestreadas, dado que a menor riqueza, la distribución de especies es heterogénea; acorde al índice de Simpson -D 4.09 indicando que en la vegetación secundaria arbórea de SMQ la riqueza de las especies registradas como "Otras" es moderada a alta, con una diversidad equivalente a cuatro especies igualmente comunes; de acuerdo al índice de Pielou J 0.89 indica que la distribución de las especies "Otras" en la comunidad vegetal es equitativa y acercándose a la uniformidad máxima (J 1). La riqueza especifica y abundancia registrada en el sistema ambiental y AP en dichas subunidades de muestreo, así como los valores estimados conforme a cada índice se relacionan en la tabla siguiente.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

estudio	especifica	Abundancia				
			αF	H'	-D	J
AP	13	23	12.38	2.43	9.98	0.95
SA	6	15	3.71	1.59	4.09	0.89

Unidades de muestro (UM) de 1 m² (herbáceas)

La diversidad alfa (riqueza de especies) y equidad (abundancia relativa) registras en las UM de 1 m² del SA fue de "αF" 0.98, conforme al índice de Shannon la diversidad es baja a moderada H' 0.86 poca equitativas y dominancia pocas especies herbáceas en las Unidades muestreadas, dado que a menor riqueza, la distribución de especies es heterogénea con una riqueza o uniformidad limitada; acorde al índice de Simpson -D 2.02 indicando que en la vegetación secundaria arbórea de SMQ la diversidad y dos o más especies son las dominantes en dichas UM; de acuerdo al índice de Pielou J 0.78 indica que la distribución de las especies herbáceas en la comunidad vegetal es bastante equitativa acercándose a la máxima diversidad (J 1). La riqueza específica y abundancia registrada en el sistema ambiental y AP en dichas subunidades de muestreo, así como los valores estimados conforme a cada índice se relacionan en la tabla siguiente.

Tabla IV.43 Riqueza específica, abundancia e índices de diversidad estimadas para las UM de 1 m² del SA y AP de la SAE Chemuyil.

Área de estudio	Riqueza especifica	Abundancia	Índices de diversidad			
			αF	H'	-D	J
AP	6	13	4.32	1.67	4.83	0.93
SA	3	20	0.98	0.86	2.02	0.78

IV.3.1.8.5. Similitud florística del área del proyecto (AP) respecto al sistema ambiental (SA).

Mediante el coeficiente o similitud de Jaccard, se estimó la semejanza den composición florística de las especies registradas en las UM de 500 m², así como, de las SUM de 16 m² y de 1 m², mediante la presencia o ausencia de las especies registradas en dichas unidades de muestreo y el resultado se puede visualizar como la proporción o porcentaje de especies compartidas, permitiendo conocer en forma detallada la semejanza entre pares de comunidades florísticas que previamente han sido definidas como lo es el área del proyecto (AP) y su sistema ambiental (SA).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Na: Número de elementos en el Comunidad A
Nb: Número de elementos en la comunidad B
Ni: Número de elementos comunes en A y B

Las comunidades nativas de la vegetación secundaria arbórea de SMQ en el área del proyecto (AP) SAE Chemuyil y su sistema ambiental (SA) la proporción de los elementos florísticos comunes en ambos sitios fue del 50% para los individuos arbóreas (DN=> 7cm) en las UM de 500m^2, del 31.82 para los individuos con DN => 1 pero < a 7cm y para la registradas como "Otras" fue del 18.5 en las SUM de 16m^2, por último para los individuos herbáceos registrados en las SUM de 1m2, fue del 28.5%, como se aprecia en la gráfica de la Figura IV.61, los coeficientes de similitud estimados para cada las UM y SM del SA y AP se relacionan en el Anexo IV.1 BDTs SAE Chemuyil).

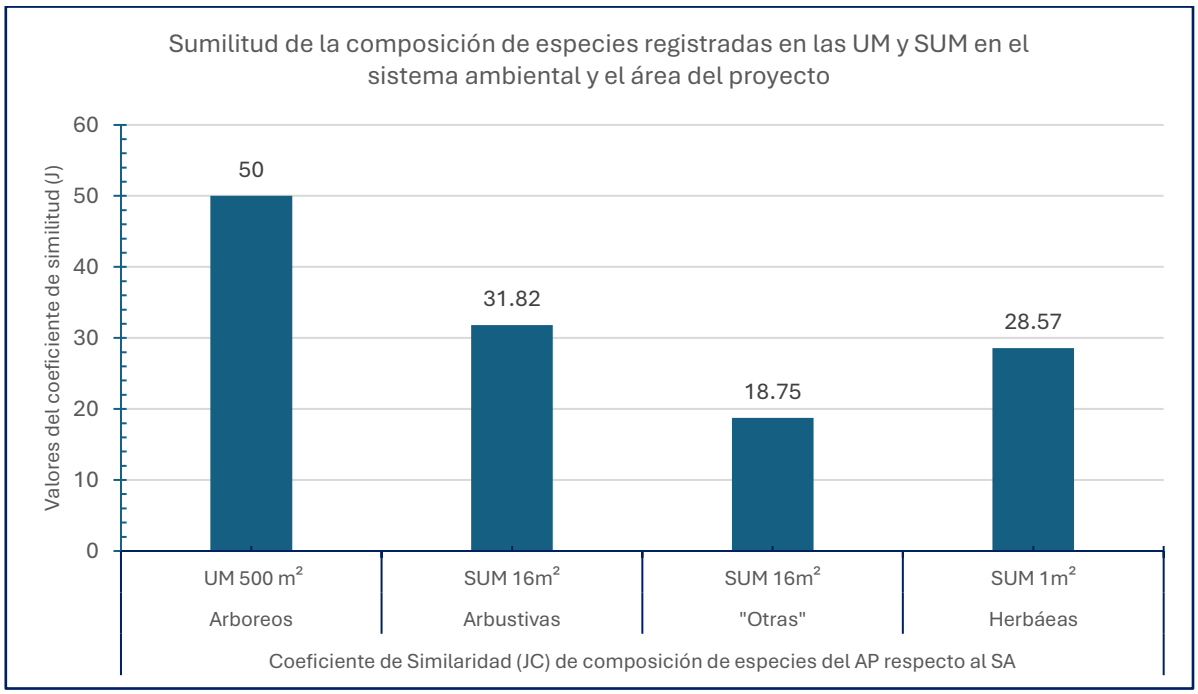


Figura IV.61 Coeficientes o índices de similitud (Jaccard) en la composición de especies registradas en el sistema ambiental (SA) y área del proyecto (AP) SAE Chemuyil.

IV.3.1.9. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies en las UM del SA y del proyecto (CUSTF).

Para la determinación de la dominancia de las especies y su grado de heterogeneidad en el sistema ambiental o en el área del proyecto sujeto a CUSTF se utilizó el Índice de Valor de Importancia (IVI), al ser un índice sintético estructural, orientado principalmente, a jerarquizar la dominancia por especie permitiendo la estimación de

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

calculándose acorde a la siguiente formula:

$$IVI = Dr + Dor + Fr * 100$$

Donde:

D*r*: Densidad relativa, D*or*: Dominancia relativa, F*r*: Frecuencia relativa.

Para obtener el IVI es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos; la suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100, por lo tanto, la suma total de los valores del Índice es igual a 300 por lo que se divide entre 3, o si se prefiere se puede presentar la suma directa de los tres componentes, en muchas ocasiones no se tiene información o no es posible medir los tres parámetros (DN en algunos arbustos o las herbáceas) utilizados para calcular el Índice, por lo cual en estos casos se suma los valores de la Dr y Fr.

[16] Curtis, JT, y McIntosh, RP (1951). Un Continuo Forestal de Tierras Altas en la Región Fronteriza entre Praderas y Bosques de Wisconsin. Ecology, 31, 476-496.
Sanchez M.A et al 2018. Estructura, riqueza y diversidad de especies de árboles en un bosque tropical caducifolio de Morelos, Revista Mexicana de Ciencias Forestales, Vol. 9 (46)

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Similitud florística del área del proyecto (AP) respecto al sistema ambiental (SA).

Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies en las UM del SA y del proyecto (CUSTF).

IVI de las especies registradas en las UM de 500m² (arbóreos)

Con base a los muestreos realizados en las 14 Unidades de Muestreo (nueve en SA y cinco en el AP), las especies con los valores de importancia (IVI) más altos en el sistema ambiental (SA) y el área del proyecto (AP) fueron *Manilkara*. *Zapota, Nectandra salicifolia*, *Ceiba schottii*, *Gymnopodium floribundum*, y *Diospyros tetrasperma*, mientras que las especies *Callophyllum brasiliensis*, *Metopium brownei* su dominancia se refleja en el SA y las especies Coccoloba acapulcensis, Exostema mexicanum, Beaucarnea pliabilis y Gliricidia maculata sobresalen en el área del proyecto como se aprecia en la Figura IV.62, la relación de los Índices de Valor de Importancia (IVI) estimada para las especies registradas en las UM del sistema ambiental y el área del proyecto se relacionan en el *Anexo IV.1 BDTs SAE Chemuyil*.

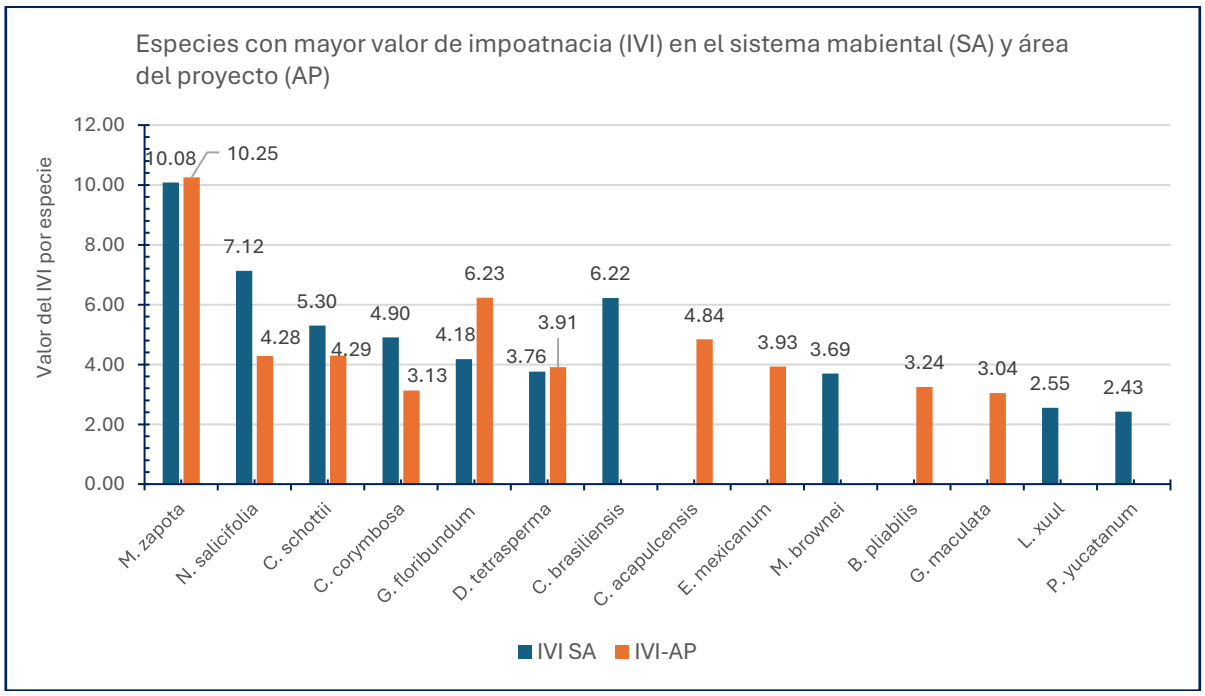


Figura IV.62 Índices de Valor de Importancia (IVI) de las especies dominantes en la vegetación secundaria arbórea registradas en las UM del sistema ambiental (SA) y área del proyecto (AP) SAE Chemuyil.

IVI de las especies registradas en las SUM de 16m² (arbustivos)

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

corymbosa, y *Ottoschulzia pallida*, mientras que las especies *Nectandra salicifolia*, *Metopium brownei, Croton schiedeanus*, *Randia armata*, *Manilkara zapota*, *Exostema mexicanum* su dominancia se refleja en el SA y las especies *Diospyros tetrasperma*, *Bunchosia swartziana*, *Arrabidaea floribunda, Gymnopodium floribundum, Beaucarnea pliabilis* y *Gliricidia maculata* sobresalen en el área del proyecto, como se aprecia en la Figura IV.63, la relación de los Índices de Valor de Importancia (IVI) estimada para las especies registradas en las SUM del sistema ambiental y el área del proyecto se relacionan en el *Anexo IV.1 BDTs SAE Chemuyil*.

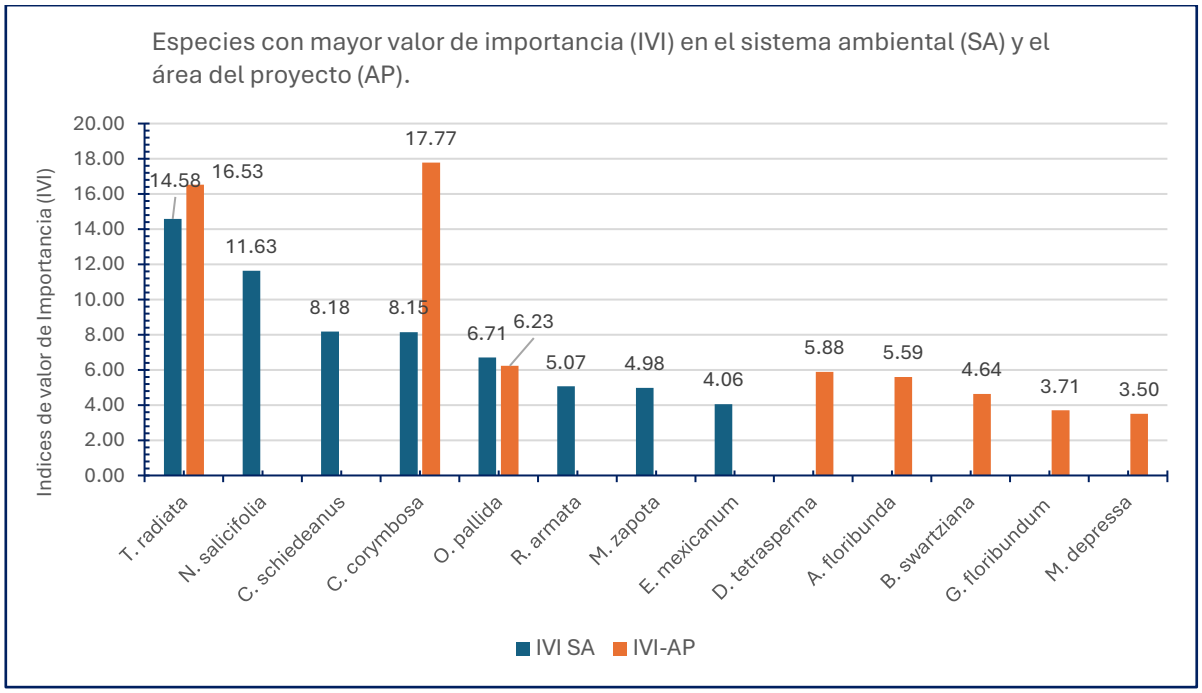


Figura IV.63 Índices de Valor de Importancia (IVI) de las especies dominantes en la vegetación secundaria arbórea registradas en las SUM del sistema ambiental (SA) y área del proyecto (AP) SAE Chemuyil.

IVI de las especies registradas en las SUM de 16m² (Otras)

Con base a los muestreos realizados en las 14 Subunidades de Muestreo (nueve en SA y cinco en el AP), las especies con los valores de importancia (IVI) más altos en el sistema ambiental (SA) y el área del proyecto (AP) fueron Arrabidaea floribunda, mientras que las especies *Amphilophium paniculatum var. paniculatum, Arrabidaea pubescens, Philodendron hederaceum y Cohniella ascendens*, su dominancia se refleja en el SA y las especies *Strophocactus testudo, Rhyncholaelia digbyana var. digbyana, Tillandsia variabilis, y Myrmecophila christinae var. christinae,* sobresalen en

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

SAE Chemuyil. Es importante destacar que la baja diversidad de las especies registradas como “Otras” (epífitas, lianas, cactáceas) podría estar relacionada con la presencia de árboles hospederos (forófitos) adecuados o con corteza lisa haciéndolas menos aptas para la colonización de una gran variedad de epífitas, otro de los factores sería atribuible al Recambio de Especies o Diversidad Beta, donde la composición de especies puede cambiar drásticamente a lo largo de un gradiente ambiental, lo que significa que dos parcelas adyacentes pueden compartir algunas especies pero también tener muchas otras únicas en cada unidad de muestreo, aunado a la cobertura cerrada del dosel minimizando la entrada de luz hasta el estrato inferior.

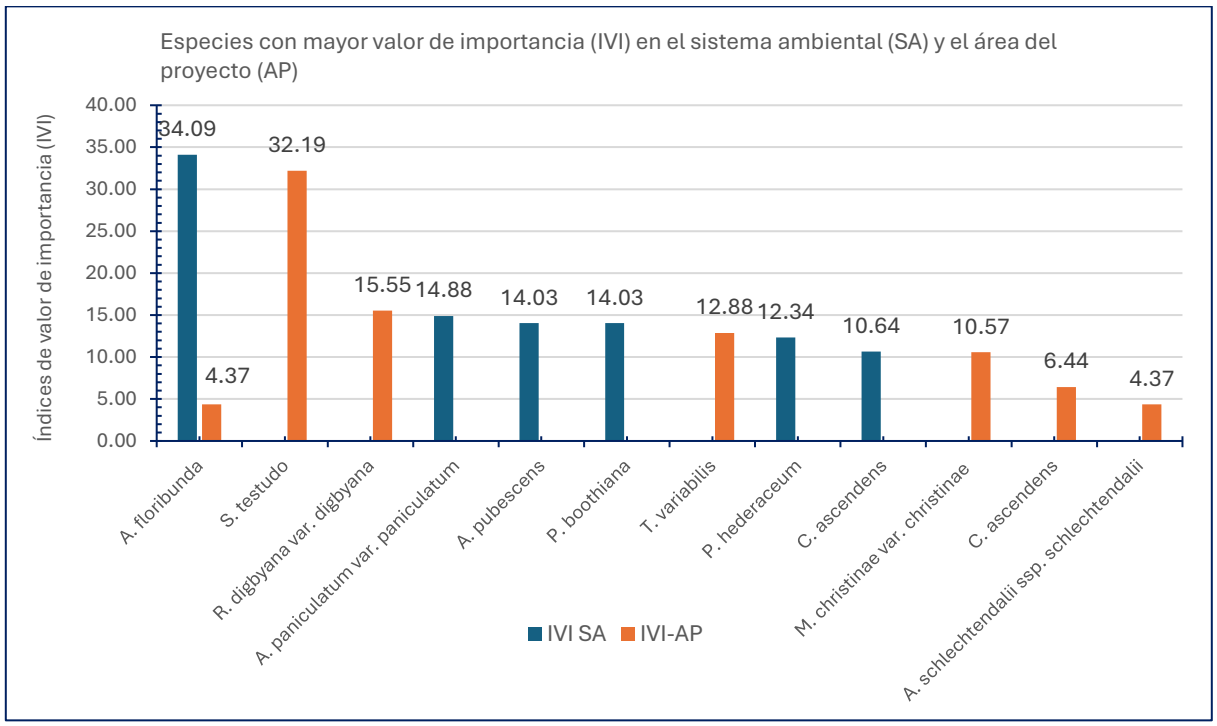


Figura IV.64 Índices de Valor de Importancia (IVI) de las especies dominantes en la vegetación secundaria arbórea registradas como “Otras” en las SUM del sistema ambiental (SA) y área del proyecto (AP) SAE Chemuyil.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

y cinco en el AP), las especies con los valores de importancia (IVI) más altos en el sistema ambiental (SA) y el área del proyecto (AP) fueron *Justicia lundelli* y *Justicia cobensis,* mientras que las especies *Lasiacis rugelii var. rugelli, Dichanthelium dichotomum var. dichotomum*, y *Tragia yucatanensis,* sobresalen en el área del proyecto, como se aprecia en la Figura IV.65, la relación de los Índices de Valor de Importancia (IVI) estimada para las especies registradas herbáceas en las SUM del sistema ambiental y el área del proyecto se relacionan en el *Anexo IV.1 BDTs SAE Chemuyil*. Al igual que en el caso anterior la reducida diversidad de especies herbáceas es atribuible al Recambio de Especies o Diversidad Beta, donde la composición de especies puede cambiar drásticamente a lo largo de un gradiente ambiental, lo que significa que dos parcelas adyacentes pueden compartir algunas especies, pero también tener muchas otras únicas en cada unidad de muestreo, aunado a la cobertura cerrada del dosel minimizando la entrada de luz hasta el estrato inferior.

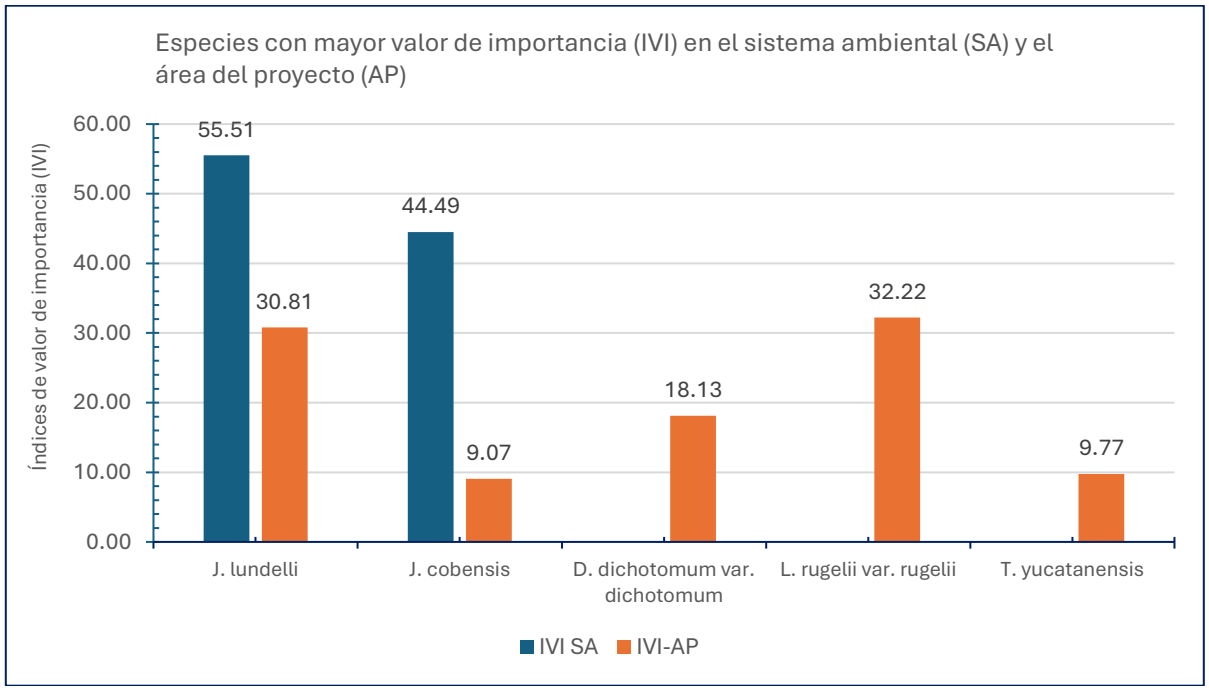


Figura IV.65 Índices de Valor de Importancia (IVI) de las especies dominantes en la vegetación secundaria arbórea registradas como "Otras" en las SUM del sistema ambiental (SA) y área del proyecto (AP) SAE Chemuyil.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

mediana subperennifolia coincidiendo con lo señalado en la carta de uso de suelo y vegetación, Serie VII (INEGI-2018), y Carreón R et al (2014) para la vegetación de selva mediana subperennifolia en el estado de Quintana Roo; los valores de importancia (IVI) de todas las especies registradas en las 14 unidades de muestreo en este tipo de vegetación, se relacionan en el *Anexo IV.1 BDTs SAE Chemuyil*.

Conclusiones

Los resultados permiten confirmar que el muestreo realizado en el área de estudio fue suficiente al tener un porcentaje de completitud mayor al 80% (Hortal et al 2003) que acorde a lo predicho por la asíntota, a partir de proporciones superiores al 70%, la estimación de la riqueza asintótica se hacen estables, por lo que el muestreo realizado en el área de estudio se considera suficiente, aunado a que la riqueza de especies arbóreas en el SA es mayor respecto al del área del proyecto SAE Chemuyil sujeta a ACUSTF por la implementación del proyecto; la composición florística, riqueza y diversidad de la mayoría de las especies están bien representadas en el sistema ambiental; la diversidad alfa (αF) basado en la riqueza de (Shannon-Wiener) son mayores en el sistema ambiental en relación al área del proyecto.

Que el tipo de vegetación coincide con la señalado en la carta de uso de suelo, Serie VII del INEGI (2018), y Carreón R et al (2014) para la vegetación de selva mediana subperennifolia en el estado de Quintana Roo, dado que las especies arbóreas *Manilkara*. *Zapota, Nectandra salicifolia*, *Ceiba schottii*, *Gymnopodium floribundum*, y *Diospyros tetrasperma* fueron las de mayor índice de valor de importancia en el sistema ambiental y el área del proyecto, por otro lado, la reducida diversidad de especies arbustivas, herbáceas o de las especies registradas como “Otras” (epifitas, cactáceas, lianas), se atribuye al recambio de especies o diversidad Beta, y al ambiente sombrío existente bajo el dosel de la vegetación de SMQ, restringiendo su establecimiento o crecimiento resultando en menor diversidad en comparación con el estrato arbóreo o superior o en los claros donde la incidencia de luz es mayor, al igual que las especies herbáceas esciófilas adaptadas a condiciones limitadas de luz, por otro lado, la similitud de los componentes florísticos del sistema ambiental y el área del proyecto en general fue mayor al 49.5% destacando la proporción de elementos arbóreos en un 50% registrados en las UM de 500m^2, el 80% de las herbáceas registradas en las SUM de un metro cuadrado, del 35 % de las especies registradas como “Otras (epifitas, cactáceas, lianas) y 34 % para los arbustivos en las SUM de 16 m^2 respectivamente.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

variedad de ambientes en los que se encuentran y la diversidad de funciones que desempeñan en los ecosistemas, los convierte en un grupo particularmente útil para evaluar y monitorear los cambios en el ambiente (Fjeldsa y Burgess, 2008).

La Provincia Biótica Yucatán en la República Mexicana la conforman los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán en la República Mexicana y fuera de nuestro país es parte del norte de Belice y del Petén en Guatemala. La Península de Yucatán es una de las pocas grandes penínsulas cuya base se encuentra al sur de su ápice: su base corre más o menos, hacia los 17° latitud Norte y su ápice se encuentra aproximadamente a los 21° 35' latitud Norte. Asimismo, la provincia se caracteriza por presentar un área de roca calizas con una geología cárstica que origina un sistema de drenaje subterráneo con las típicas formaciones de grutas y cenotes. Las elevaciones por lo general son menores a 350 msnm, asimismo presenta una hidrografía superficial escasa, con temperaturas medias anuales entre 25° y 28° C y un gradiente de precipitaciones que se refleja en cambios en la cobertura vegetal, la cual es característica de la Provincia (Álvarez y de Lachica, 1991).

Barrera (1962) llevó a cabo un análisis biogeográfico de la Península de Yucatán, especialmente basado en especies de vertebrados, con el objeto de determinar si se justificaba considerarla como una provincia biogeográfica. Al analizar la fauna de vertebrados, Barrera halló que los peces y anfibios endémicos eran escasos, siendo básicamente su fauna derivada de la de América Central, mientras que la endemicidad de los reptiles alcanzaba un 26%, mostrando las mismas afinidades. En cuanto a los mamíferos, 9 especies (17%) resultaron endémicas y 22 especies (39%) estuvieron representadas por subespecies de distribución más o menos restringida a la península. Barrera (1962) concluyó que, debido al efecto de peninsularidad, que determina gradientes para la flora y la fauna, los límites de esta provincia biogeográfica dados por diferentes autores varían de acuerdo con los taxones analizados.

Por su parte el SA y Área del Proyecto se ubican en la Región Biogeográfica denominada "Petén", ver la siguiente **Figura** y **Tabla**.

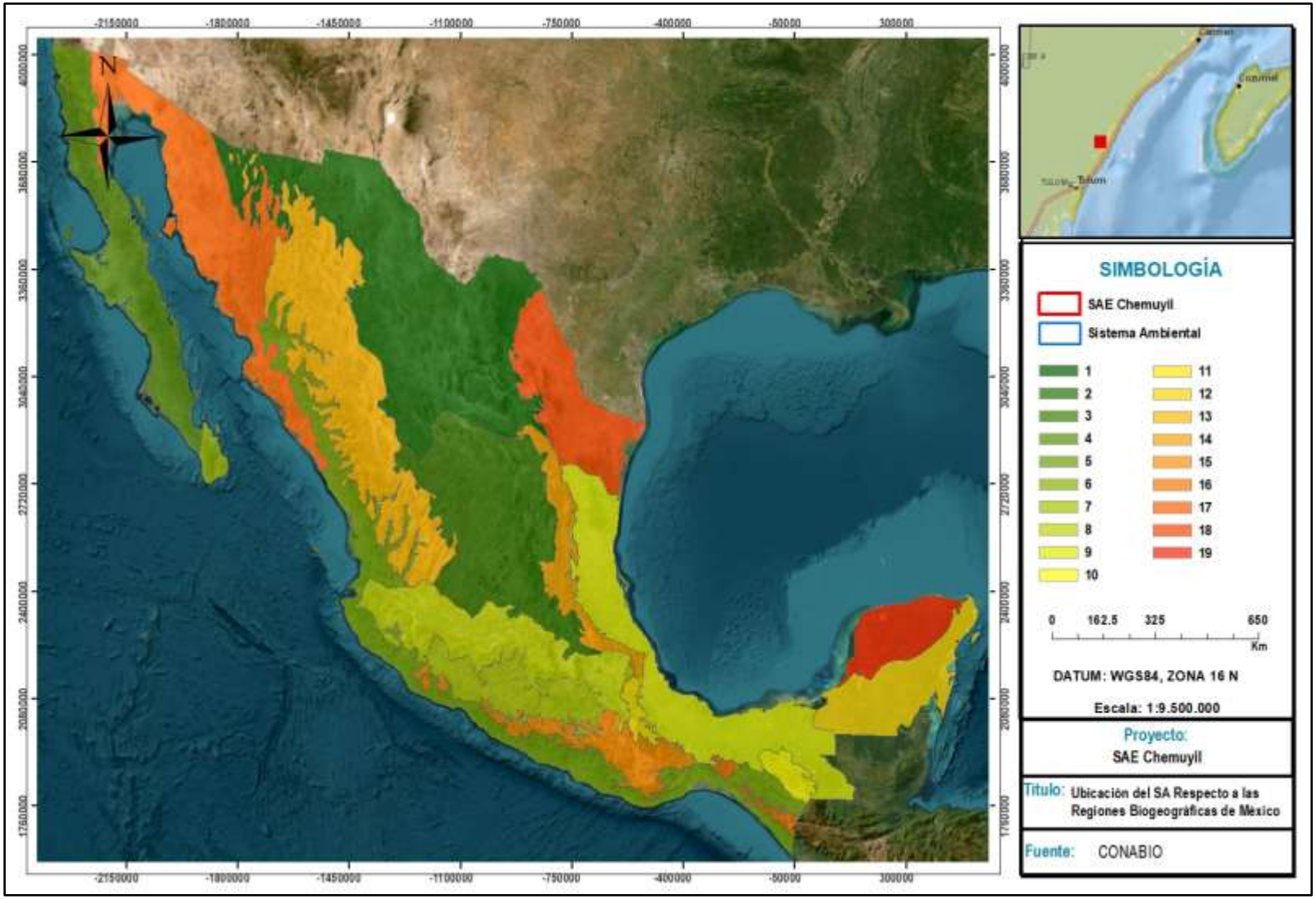


Figura IV.66. Ubicación del SA respecto a las Regiones Biogeográficas de México.

Tabla IV.44. Regiones Biogeográficas de México. Conforme a la **Figura IV.39**

No.	Región
1	Altiplano Norte (Chihuahuense)
2	Altiplano Sur (Zacatecano – Potosino)
3	Baja California
4	California
5	Costa del Pacífico
6	Del Cabo
7	Depresión del Balsas
8	Eje Volcánico
9	Golfo de México
10	Los Altos de Chiapas
11	Oaxaca
12	Petén
13	Sierra Madre Occidental
14	Sierra Madre Oriental
15	Sierra Madre del Sur
16	Soconusco
17	Sonorense
18	Tamaulipeca
19	Yucatán

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Previo al trabajo de campo para el presente estudio, se realizó una consulta bibliográfica especializada, además de la ayuda de plataformas digitales como **Naturalista**, así como el **Geoportal de la CONABIO**, para generar listados de distribución potencial de fauna silvestre para el SA del proyecto. Con base a las revisiones se obtuvieron listados de los grupos faunísticos de interés: anfibios, reptiles, aves y mamíferos (terrestres y voladores). En el respaldo electrónico que acompaña al presente documento se adjunta el archivo **Anexo.Fauna.SAE.Chemuyil.xlsx**.

IV.3.1.10.2. Anfibios:

Se han registrado un total de 20 especies, agrupadas en dos órdenes, ocho familias con 15 géneros, de las cuales cinco especies se encuentran en la NOM-SEMARNAT-059-2010 y su Anexo Normativo 2019, en la categoría de Sujetas a Protección Especial (**Pr**). Se reportó una especie introducida y tres especies bajo algún grado de Endemismo. En lo que respecta a la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**UICN**), 18 especies se encuentran listadas en la categoría de Preocupación Menor (**LC**), una Casi Amenazada (**NT**) y una No Evaluada (**NE**). Se reporta una sola Especie Prioritaria para la Conservación (**EPPC**).

IV.3.1.10.3. Reptiles.

Se reportó bibliográficamente un total de 84 especies con distribución potencial en el SA, agrupadas en 3 órdenes, 24 familias con 59 géneros. Se reportaron que 34 especies se encuentran en la NOM-SEMARNAT-059-2010 y su Anexo Normativo 2019; 23 se encuentran en la categoría de Sujetas a Protección Especial (**Pr**), 10 especies Amenazadas (**A**) y una en Peligro de Extinción (**P**). Se reportó cuatro especies Exóticas y 20 especies bajo algún grado de Endemismo. En los que respecta a la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**UICN**), 71 especies se encuentran listadas en la categoría de Preocupación Menor (**LC**), dos como Casi Amenazada (**NT**) y 10 como No Evaluadas (**NE**). Se reportaron tres Especies Prioritarias para la Conservación (**EPPC**).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

especializada, se hizo el registro de 357 especies con distribución potencial en el SA, agrupadas en 23 órdenes, 65 familias y 230 géneros. 70 especies se encuentran en la NOM-SEMARNAT-059-2010 y en su Anexo Normativo actualizado 2019, en las siguientes categorías: 44 especies Sujetas a Protección Especial (**Pr**), 14 Especies Amenazadas (**A**) y 11 en Peligro de Extinción (**P**). Se reportaron cinco especies Exóticas y 17 especies bajo algún grado de Endemismo. En los que respecta a la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**UICN**), 338 especies se encuentran listadas en la categoría de Preocupación Menor (**LC**), 15 como Casi Amenazadas (**NT**), tres como Vulnerable (**VU**) y por último una especie En Peligro (**EN**). Por otro lado, se reportan 21 Especies con Poblaciones Prioritarias para la Conservación (**EPPC**).

En cuestión de la Estacionalidad se reportan 202 especies consideradas como Residentes Permanentes (**R**), 66 especies Migratorias de Invierno (MI), 28 especies Transitorias (**T**), 20 especies como Residentes con Población Migratoria (**R/M**), 14 como Migratorias de Verano (**MV**), 11 especies Transitorias con Población en Invierno (**T/i**), 4 especies Ocasionales (**O**), 5 especies Accidentales (**A**), 4 especies como Migratorias con Población Residente en Verano (**M/rv**), y por último, 3 especies Transitorias con población Migratoria de Verano (**T/rv**).

IV.3.1.10.5. Mamíferos.

Se reportó bibliográficamente un total de 84 especies con distribución potencial en el SA, agrupadas en 10 órdenes, 26 familias con 70 géneros. 23 especies se encuentran en la NOM-SEMARNAT-059-2010 y su Anexo Normativo 2019; tres se encuentran en la categoría de Sujeta a Protección Especial (**Pr**), 12 como especies Amenazadas (**A**) y 7 en Peligro de Extinción (**P**). Se reportaron cuatro especies Endémicas de México. En los que respecta a la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**UICN**), 75 especies se encuentran listadas en la categoría de Preocupación Menor (**LC**), cuatro como Casi Amenazada (**NT**), tres en Peligro (**EN**), una como especie Vulnerable (**VU**) y una Datos Insuficientes para su evaluación (**DD**). Se reporta cinco Especies con Población Prioritaria para la Conservación (**EPPC**).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

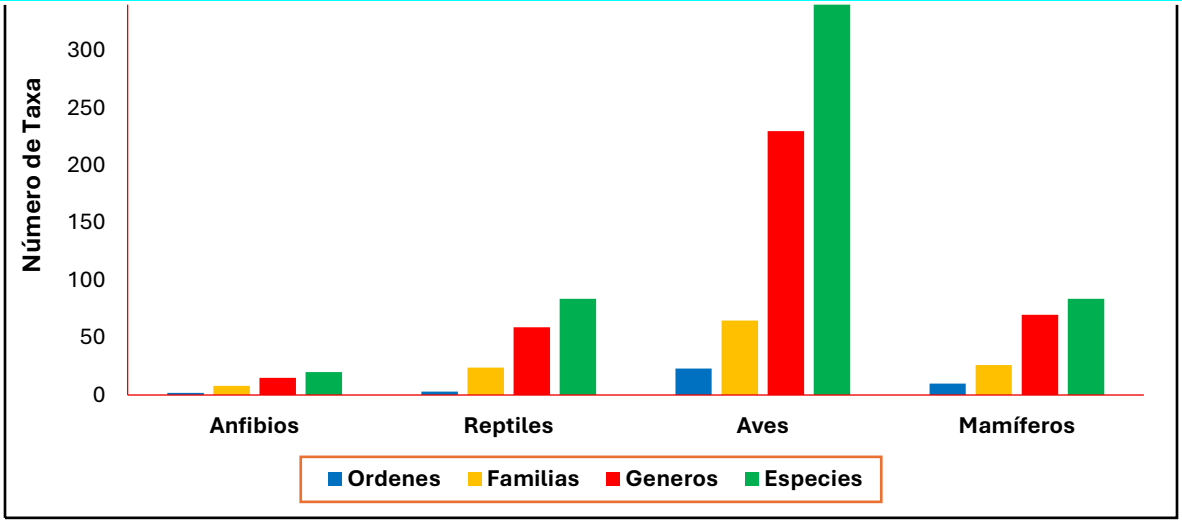


Figura IV.67. Número de Taxa con distribución potencial en el SA.

IV.3.1.11. Muestreo de fauna silvestre.

IV.3.1.11.1. Metodología.

El muestreo de fauna silvestre para el proyecto se realizó en el mes de marzo de 2026, durante cinco días consecutivos. Con el fin de abarcar la mayor superficie del SA, la distribución del muestreo se realizó atendiendo a la función ecológica del territorio y estratificando los muestreos de acuerdo con la superficie de usos de suelo y vegetación (naturales o seminaturales). Para la definición del ámbito de estudio de la fauna silvestre se consideró un espacio geográfico amplio, ya que es necesario obtener información sobre el Sistema Ambiental (SA).

A partir de las áreas definidas, se establecieron sitios a muestrear, estableciéndose un total de 5 sitios. Los sitios de muestreo se ubicaron tanto en el SA como en el AP, procurando abarcar la mayor área posible. Para tener una mayor certeza de que la muestra sea representativa, se usaron curvas de rarefacción y estimadores de abundancia (chao-1). De esta forma es posible saber si el número de sitios seleccionados permitió representar adecuadamente el SA.

Para caracterizar la fauna silvestre que se distribuye en el SA y AP, se ejecutaron transectos en franja, 1 para el AP y 4 en el SA. Las longitudes de cada transecto se establecieron con un aproximado de 500 m y sus superficies de cada franja de adecuó conforme las características y hábitos de cada grupo biológico. En el respaldo electrónico que acompaña al presente documento se adjunta el archivo **Fauna SAE**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

A continuación, se presentan las longitudes y superficies de los transectos en franja de conforme al grupo biológico de estudio.

Tabla IV.45. Longitud de los transectos definidos para los muestreos de fauna.

Zona	No.	Longitud del transecto (m)	Grupo biológico	Ancho de franja (m)
AP	1	723	Herpetofauna	10
SA	1	682	Avifauna	20
	2	764	Mastofauna	10
	3	857		
	4	887		

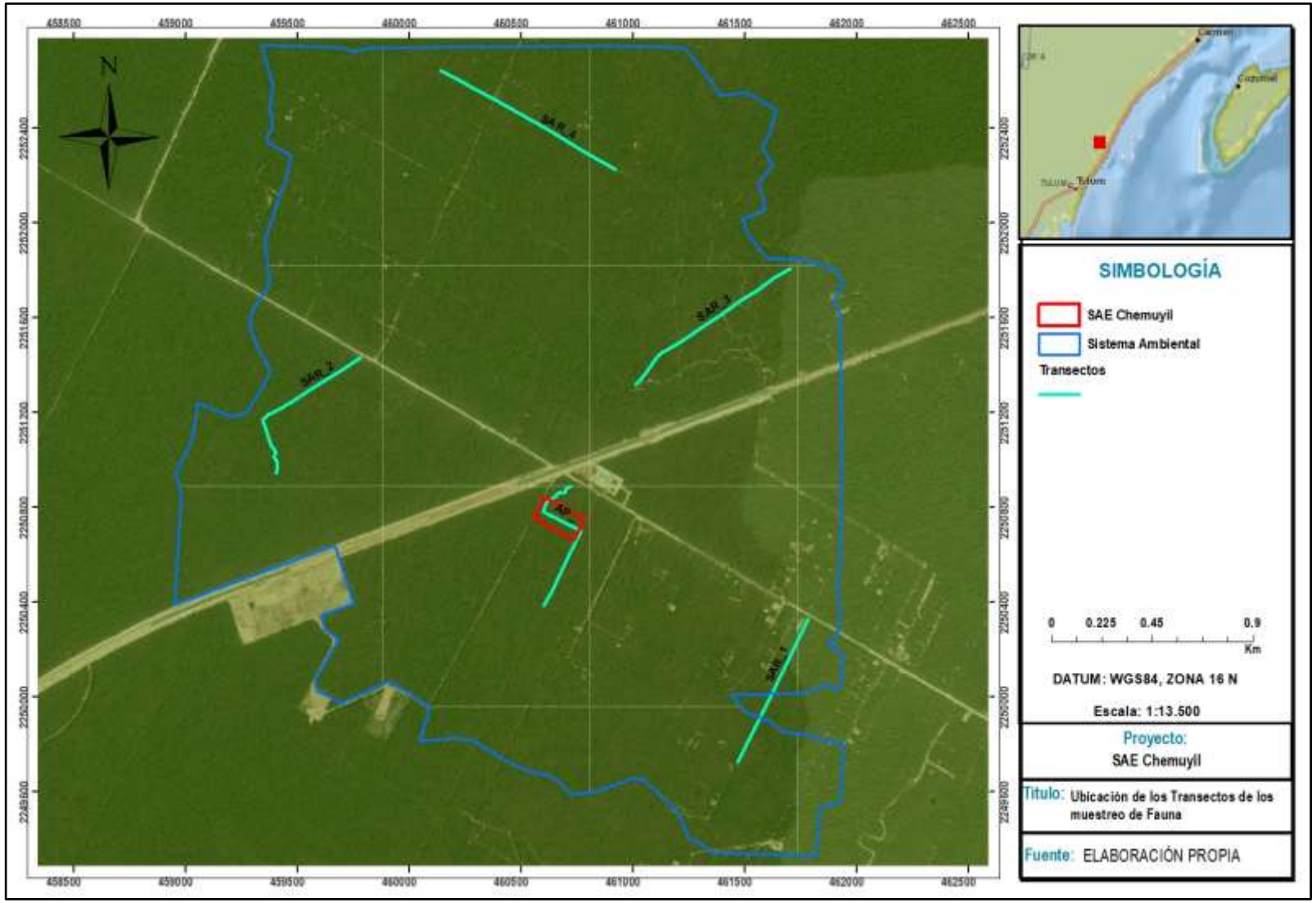


Figura IV.68. Ubicación de los transectos de muestreo en el SA y AP.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

consecuencia fue registrado, las cuales se describen a continuación.

IV.3.1.12. Método de muestreo por grupo faunístico.

IV.3.1.12.1. Herpetofauna.

La metodología empleada para el estudio de la Herpetofauna fue la de transecto en franja. Como se ha mencionado en párrafos anteriores, se establecieron transectos (4 en el SA y 1 en AP) de longitud variable con un ancho de franja de 10 metros. Se realizaron recorridos diurnos (de 09:00 a 11:00 horas) y nocturnos (18:30 a 22 horas).

Se aplicó el método de búsqueda activa mediante transectos con encuentro visual ya que este ha demostrado una mayor efectividad para el registro de la diversidad y un menor esfuerzo en comparación con otros métodos utilizando trampas. Se tomó en consideración abarcar diferentes zonas y asociaciones vegetales. Este muestreo consistió en el registro de todos los especímenes observados, sus rastros (mudas de piel, restos óseos, etc.) y vocalizaciones (registro auditivo de Anuros). Los microhabitats (restos vegetales, bajo rocas, troncos en descomposición, cuerpos de agua, etc.) fueron inspeccionados. Todos los organismos capturados fueron identificados y liberados posteriormente en el mismo sitio de registro.



Figura IV.69. Búsqueda, registro y captura de Herpetofauna.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

transecto en franja. Se recorrió a pie una línea preferentemente recta con una distancia de observación definida a cada lado de la línea de recorrido, dentro de la cual se reportaron todos los individuos de las especies observadas o escuchadas (Tellería, 1986; Bibby et al., 1992). Se realizaron transectos diurnos de longitud variable y un ancho de franja de 20 metros, distancia de visibilidad debido a la densidad y altura de la vegetación de la zona.

La información que se obtuvo de estas actividades fue el nombre científico de cada especie reportada, así como el número de individuos registrados de forma auditiva y visualmente, dentro y fuera de la franja de muestreo.



Figura IV.70. Izq. Transecto para la observación de aves. Der. Registro de la especie *Geotrygon montana*.

El método descrito es adecuado para la obtención de manera rápida y confiable el mayor número de especies en períodos relativamente cortos (Ralph *et al*., 1994). La identificación visual de las especies de las aves se llevó a cabo con el apoyo de las guías de campo especializadas de Howell y Webb (1995) y Kaufman (2005). Por otro lado, la identificación auditiva de las especies de aves se obtuvo mediante la experiencia del observador y con apoyo de la aplicación **Merlin Bird ID** de **Cornell Lab** para dispositivo Android. El arreglo sistemático y nomenclatura utilizada fue tomada de la A.O.S. (Chesser *et al*., 2024), los nombres comunes y la ocurrencia estacional de Berlanga *et al*. (2019).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tomando como base transectos utilizados para la Herpetofauna y la Avifauna, se ubicaron Trampas Sherman de manera lineal. Se colocaron un total de 20 trampas Sherman (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx** (**pestaña *TRAMPAS-REDES***), a una distancia de 10 metros en tramos de 200 metros por cada transecto, dispuestas a manera de zig-zag (Hernández-Betancourt, 2010). Las trampas permanecieron activas durante una noche en cada sitio. En cada estación de trampeo se colocó una trampa usando como cebo hojuelas de avena comercial y esencia de vainilla y crema de cacahuate. Para cada ejemplar capturado se registró: especie, nombre común, sexo y edad.



Figura IV.71. Colocación de trampas Sherman y proceso de registro de pequeño roedor.

- **Medianos Mamíferos**

Tomando como base los transectos ya mencionados, se ubicaron dos trampas Tomahawk en cada sitio (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, (**pestaña *TRAMPAS-REDES***), distribuidas al inicio y final de cada transecto de muestreo. Se usó como cebo, comida húmeda comercial para gatos y fruta. Estas permanecieron activas durante una noche en cada sitio. Para cada ejemplar capturado se anotó nombre de especie, nombre común, sexo y edad, de ser posible

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Figura IV.72. Colocación de trampas Tomahawk para mamíferos medianos.

- **Quirópteros**

La captura directa de ejemplares (incruenta y no traumática) suele realizarse en especies que no pueden ser detectadas por las grabadoras ultrasónicas debido a la frecuencia a la que emiten, pero pueden ser capturados por sus hábitos con la ayuda de redes de niebla. Para la captura se estableció cuatro estaciones de captura por transecto (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, **pestaña *TRAMPAS-REDES***), con redes de niebla de 12 x 2.5 m y consistencia (luz de malla de 16x16 mm) adecuada al grupo de los quirópteros. El horario de muestreo fue a partir de 10 minutos antes del ocaso hasta las 22 horas. La identificación de los organismos capturados se realizó en campo con ayuda de claves dicotómicas (Medellín *et al*., 2008).



Figura IV.73. Colocación de redes de niebla y liberación de quiróptero capturado.

- **Rastreo de Medianos y Grandes Mamíferos**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

presencia, distribución y abundancia de la fauna silvestre. Durante estos recorridos es posible encontrar rastros, huellas y excretas, y en la mayoría de los casos es posible identificar los registros hasta nivel de especie.

Se realizaron recorridos a través transectos de 500 m con un ancho de franja de 10 metros ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, (**pestaña *TRAMPAS-REDES***). Los transectos fueron los mismo usados para los grupos biológicos objetivos del estudio. Durante los recorridos se realizaron apuntes de datos en una libreta de campo, en donde se registraron avistamientos de especie y número de individuos (observaciones directas), además de rastros (huellas, excretas, rascaderos, huesos o cadáveres, madrigueras, etc.). Se geoposicionó con GPS los puntos de inicio y final para establecer la longitud del transecto por unidad de muestreo. La identificación de huellas y rastros se realizó con ayuda de guías específicas (Ceballos y Oliva 2005, Reid 1997, Aranda, 2012).



Figura IV.74. Izq. Sendero recorrido para el rastreo y registro de medianos y grandes mamíferos. Der. Huella de *Procyon lotor*.

- **Fototrampeo**

Por medio de este método es posible la captura continua de fotografías de los diferentes ejemplares de mamíferos que utilizan la zona. Con los datos obtenidos es posible determinar la abundancia de las especies. Este método consiste en colocar trampas-cámara simples en los parajes más frecuentados por la fauna silvestre como: veredas, aguaderos, sesteaderos, etc.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

trampa. El esfuerzo de muestreo de 100 días-trampa es una unidad de estandarización para comparar los datos con otros estudios (Monroy-Vilchis et al. 2009), por lo que los datos obtenidos por este medio fueron complementarios a los transectos.

Las cámaras de fototrampeo se configuraron con el sistema pasivo y tienen las siguientes especificaciones: resolución de 16 MP interpolados para las imágenes, vídeo Full HD (1080P 25 fps), con velocidad de disparo de 0.5 segundos, iluminación por leds infrarrojos y 3 sensores de movimiento. Estas se fijaron en las entradas de los pasos de fauna o en troncos de árboles en dirección Norte o Sur (intentaron evitarse direcciones Este-Oeste, que pueden tener problemas de iluminación por la mañana o tarde), a una altura promedio de aproximadamente 50 cm. Una vez colocadas las fototrampas, cada estación se georreferrenció con coordenadas UTM WGS84. Para cada fotografía se obtuvieron los siguientes datos: identificador de cámara (cuadrícula y No. De cámara), coordenadas (UTM), altitud, fecha, hora, identificador de fotografía, especie, número de individuos, sexo y edad (estas dos últimas en el caso que se pudieran identificar).



Figura IV.75. Colocación de Fototrampas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Para calcular la abundancia relativa, a la especie con mayor número de registros se le asignó una abundancia del 100%. Se calcularon las abundancias de las demás especies con base a la especie más abundante de acuerdo con la siguiente fórmula:
Arel= (TOz/TOmax) 100

Dónde:

Arel = Abundancia relativa
TOz = Total de observaciones de la especie z
TOmax = Total de observaciones de la especie más abundante

Según su porcentaje de abundancia, se asignó a cada especie a una de las categorías de abundancia relativa propuestas por Pettingill (1970):

(A) = Abundante, de 90 a 100%
(C) = Común, de 65 a 89%
(MC) = Medianamente común, de 31 a 64%
(NC) = No común, de 10 a 30%
(R) = Rara, de 1 a 9%

IV.3.1.13.2. Densidad (ind/ha) e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA).

Los registros de cada grupo faunístico obtenidos se emplearon para el cálculo de la densidad por hectárea (individuos/ha). Para calcular la densidad se utilizó el transecto finés o de Järvinen y Väisänen (Tellería, 1986), ajustando la distancia de observación como se ha explicado anteriormente.

Dónde:

- n = número total de individuos detectados.
- L = longitud total del transecto (en km).
- W = anchura de la banda de recuento a cada lado de la línea de progresión (en km).

Además, se anotaron todos los registros de avistamiento o vocalización más allá de la distancia de observación establecida para cada transecto y sin límite definido. En este

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IV.3.1.13.3. Riqueza y Estimadores de riqueza para la confiabilidad del muestreo.

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta su valor de importancia. Para obtener este dato, se utilizó el Índice de diversidad de Margalef: $D_{mg} = (S-1) / \ln(N)$

Donde:

S = número de especies
N = número total de individuos

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=k/N 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.

Así mismo, para determinar la completitud y confiabilidad de los muestreos se conjuntó la información para el AP y SA. Se calculó la riqueza de especies esperadas (basada en el número acumulado de muestras), es decir, si se registraron todas las especies posibles de observar, utilizando para ello el programa EstimateS Versión 9.1.0 (Colwell, 2013), mediante el cálculo de los siguientes estimadores no paramétricos para analizar cuan completo fue el inventario obtenido (Walther & Morand 1998):

- Estimadores de abundancia: Chao 1, ACE (abundance-based coverage estimator).
- Estimadores de incidencia: Chao 2, Bootstrap, ICE (incidence-based coverage estimator), jack-knife 1 y 2.

Con la información de los estimadores de riqueza, se elaboraron tablas comparativas por grupo biológico con los valores riqueza observada (Sobs), los estimadores de incidencia (Chao 2, ICE, jack-knife 1, jack-knife 2 y Bootsrap) y abundancia (Chao 1 y ACE) y los porcentajes de completitud según cada estimador. Asimismo, se hicieron gráficas de curva de acumulación de especies con los valores de Sest para los estimadores de mejor ajuste estadístico (de incidencia y de abundancia). Con base a

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Para eliminar la influencia del orden de entrada de los datos en las curvas de acumulación, la muestra fue aleatorizada 500 veces, utilizando reemplazamiento cuando se observaron aparentes efectos gráficos relacionados con ese orden de entrada (Colwell & Coddington, 1994).

IV.3.1.13.4. Índices de Diversidad.

Como medida de la diversidad alfa, se han calculado los tres índices de diversidad de especies más utilizados, que combinan información sobre riqueza y abundancia relativa de diferentes maneras (Magurran, 2004; Jost 2006, 2007). Además, se calculan los índices de equidad y de dominancia. Se trata de los siguientes:

- **Índice de Shannon o Shannon-Weiner** (H'; utilizando logaritmos naturales): indica el grado promedio de incertidumbre en predecir a cuál especie pertenecería un individuo escogido al azar en una muestra.
- **Índice de Simpson** (en su forma recíproca 1/D). Este, como la riqueza de especies en sí, está en unidades de especies equivalentes, igualmente abundantes (e.g., un índice de Simpson de 4, basado en una muestra de 10 especies de abundancia desigual, significa que el mismo valor del índice surgiría de una muestra de 4 especies de igual abundancia). Está influido por la importancia de las especies más dominantes.
- **Índice alfa de Fisher** (αF); el parámetro alfa de una distribución en serie logarítmica ajustada): evalúa eficazmente la diversidad en función del número de individuos y del número de especies (Condit *et al*., 1996).
- **Índice de equitatividad** (J): La equitatividad se mide a través de la abundancia de la especie dominante (Magurran, 1988), según la fórmula: equitatividad (J) = H/Hmáx = H/ln s. La equitatividad se acerca a cero cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares.
- **Índice de dominancia de Berger-Parker** (d): se traduce como una disminución en la equidad y un aumento en la dominancia. Se deriva a partir de la ecuación: d= Nmax / NT, donde: Nmax= el número total de individuos capturados de la especie más abundante y NT= número total de individuos capturados de todas las especies (Henderson y Seaby 1997). La dominancia se acerca a 1 cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 0 cuando todas las especies comparten abundancias similares. En términos de sensibilidad a las especies raras, la riqueza es la más sensible, la diversidad de

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

(Colwell, 2013).

IV.3.1.13.5. Rarefacción.

La curva de rarefacción se utiliza cuando la muestra es de diferente tamaño (mayor y otro menor), para determinar si las diferencias en tamaños de muestra influencian los resultados de riqueza en muestras pequeñas vs grandes. Se emplea en este estudio para hacer una comparativa, ya que se tienen datos de muestra menor en el área del Proyecto en comparación a las dimensiones del SA. La curva de rarefacción estima el número medio de las sub-muestras repetidas al azar de n* individuos tomando en cuenta la muestra original más grande, donde n*= n, es el tamaño de la muestra original más pequeña. (Gotelli y Colwell, 2011; Kraker y Cóbar, 2011).

El reordenamiento al azar de los individuos de las muestras nos permite estimar la varianza de S*, para plantear la hipótesis si la riqueza observada completa la muestra más pequeña (S), si está dentro del intervalo de confianza del 95% de S* (la riqueza de especies esperada basada en las sub-muestras al azar de tamaño n). Si el resultado obtenido está dentro del 95% de confianza, la hipótesis no será rechazada, ya que la muestra más pequeña n no difiere la riqueza de la sub-muestra de tamaño n* (Gotelli y Colwell, 2011; Kraker y Cóbar, 2011).

Para elaborar la curva de rarefacción se utiliza el número de individuos sub-muestreados al azar que va en un rango de 1 a N (Gotelli y Colwell, 2011; Kraker y Cóbar, 2011). El programa estadístico que se utilizó para este análisis fue sotware Past 4.07b. Los intervalos de confianza fueron de 12 iteraciones que generó el mismo programa, mientras más iteraciones se utiliza, la estimación será más precisa ya que el modelo nulo genera un número de pseudocomunidades aleatoriamente utilizando las iteraciones (Gotelli y Entsminger, 2011; Kraker y Cóbar, 2011). Además, se agrega una Prueba de permutaciones para conocer si la diferencia entre los valores de diversidad es significativa.

IV.3.1.13.6. Nomenclatura y clasificación taxonómica.

La nomenclatura y clasificación utilizada para la Herpetofauna, así como su grado de endemismo se basó en Balderas-Valdivia y González-Hernández, (2025). Para la Avifauna se tomó de referencia la clasificación de la American Ornithological Society (Chesser et al., 2024), nombres comunes y origen en Berlanga et al., (2019). Para la

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Las especies de importancia para la conservación se determinaron utilizando dos criterios: situación de la especie dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización 2019 de su Anexo Normativo, así como del grado de endemismo. Con los datos obtenidos se realizaron mapas de ubicación de las especies registradas en algún estatus de riesgo.

IV.3.1.13.7. Resultados.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el trabajo de campo en los diferentes sitios de muestreo realizados en SA y AP consecutivas (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, **pestaña *Listado-General***). Dichos resultados corresponden a cada una de las especies terrestres y voladores pertenecientes a cuatro grupos de vertebrados registrados (Anfibios, Reptiles, Mamíferos y Aves).

De forma general (considerando AP y SA en conjunto) se registró un total de 103 especies divididas en: 7 especies de Herpetofauna (dos especies de Anfibios y cinco especies de Reptiles); 14 especies de Mamíferos y 82 especies de Aves. Además, se reportaron 15 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT 2010, 10 bajo la categoría de Especie Sujeta a Protección Especial (Pr), cuatro como especie Amenazada (A) y en Peligro de Extinción (P). Por otro lado, se reportó un total de 10 especies con algún grado de endemismo; así como seis especies con Poblaciones Prioritarias para la Conservación (EPPC).

[redacted]

Tabla IV.46. Listado taxonómico de las especies registradas en el AP y SA

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	End	Est/Dist	UINC/CITES	Registros	
							AP	SA
ANFIBIOS								
Orden Anura								
Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo Costero			Nativo	LC	1	1
	Rhinella horribilis	Sapo Gigante			Nativo	LC	0	2
REPTILES								
Orden Squamata								
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Tira Cola			INT	LC	0	3
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana Negra	A, EPPC		Nativo	LC, II	1	8
Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija Escamosa de Puntos Amarillos		PBY	Nativo	LC	3	7
Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico Yucateco		PBY	Nativo	LC	1	3
Elapidae	*Micrurus diastema*	Culebra Coralillo del Sureste	Pr			LC	0	1
AVES								
Orden Galliformes								
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental			R	LC	4	8
	Penelope purpurascens	Pava cojolita	A		R	LC	0	2
Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Guajolote ocelado	A, EPPC	PBY	R	NT	0	3
Orden Columbiformes								
Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada			R	LC	1	1
	Geotrygon montana	Paloma perdíz rojiza			R	LC	0	1
	Leptotila verreauxi	Paloma arroyera			R	LC	2	5
	Leptotila jamaicensis	Paloma caribeña		CE	R	LC	1	3
	Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	EPPC		R/M	LC	0	1
Orden Cuculiformes								
Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canela			R	LC	1	1
Orden Apodiformes								

[redacted]

Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux		R	LC	2	3
Trochilidae	*Pampa curvipennis*	Fandanguero cola cuña		R	LC/II	0	5
	Amazilia rutila	Colibrí canela		R	LC/II	1	7
	Chlorestes candida	Colibrí cándido		R	LC/II	0	1
		Orden Accipitriformes					
Accipitridae	*Leptodon cayanensis*	Gavilán cabeza gris	Pr	R	LC/II	0	2
	Rupornis magnirostris	Aguililla caminera		R	LC/II	0	4
		Orden Strigiformes					
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño		R	LC	1	2
		Orden Trogoniformes					
Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra		R	LC	0	2
	Trogon caligatus	Coa violácea		R	LC	1	2
		Orden Coraciiformes					
Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto corona azul		R	LC	0	3
	Eumomota superciliosa	Momoto ceja azul		R	LC	1	7
		Orden Piciformes					
Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	Pr	R	LC	0	4
	Ramphastos sulfuratus	Tucán pico canoa	A	R	LC/II	1	6
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		R	LC	1	2
	Dryobates fumigatus	Carpintero café		R	LC	0	1
	Colaptes rubiginosus	Carpintero Olivo		R	LC	0	1
	Dryocopus lineatus	Carpintero lineado		R	LC	1	1
		Orden Falconiformes					
Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco		R	LC/II	1	1
	Micrastur semitorquatus	Halcón selvático de collar	Pr	R	LC/II	0	1
	Falco rufigularis	Halcón murcielaguero		R	LC/II	0	1
		Orden Psittaciformes					
Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr, EPPC	R	NT/II	0	17
	Amazona albifrons	Loro de frente blanca	Pr, EPPC	R	LC/II	2	24

[redacted]

Orden Passeriformes								
Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito			R	LC	1	1
	Pachyramphus aglaiae	Mosquero cabezón degollado			R	LC	1	4
Tyrannidae	*Tolmomyias sulphurescens*	Mosquerito ojos blancos			R	LC	1	4
	Camptostoma imberbe	Mosquero lampiño			R	LC	0	2
	Myiopagis viridicata	Elenia verdosa			R	LC	0	1
	Attila spadiceus	Atila			R	LC	0	5
	Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste			R	LC	2	7
	Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo			R	LC	0	2
	Megarynchus pitangua	Luis pico grueso			R	LC	0	3
	Myiozetetes similis	Luis gregario			R	LC	3	3
	Tyrannus melancholicus	Tirano tropical			R	LC	0	1
	Tyrannus couchii	Tirano silbador			R	LC	0	1
	Contopus bogotensis	Papamoscas Tropical Norteño			R	LC	1	5
	Empidonax minimus	Mosquero mínimo			MI	LC	0	3
Furnariidae	*Sittasomus griseicapillus*	Trepatroncos oliváceo			R	LC	0	4
	Xiphorhynchus flavigaster	Trepatroncos bigotudo			R	LC	1	1
Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón ceja rufa			R	LC	2	4
	Pachysylvia decurtata	Verdillo gris	Pr		R	LC	0	6
	Vireo griseus	Víreo ojo blanco			MI	LC	2	11
	Vireo pallens	Víreo manglero	Pr		R	LC	0	20
Corvidae	*Cyanocorax morio*	Chara Pea			R	LC	7	27
	Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca		PBY	R	LC	13	28
Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina ala aserrada			MI	LC	0	2
Polioptilidae	*Ramphocaenus melanurus*	Saltón Picudo			R	LC	0	1
	Polioptila bilineata	Perlita Cejiancha			R	LC	4	4
Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado			R	LC	1	7
	Uropsila leucogastra	Saltapard Vientre Blanco		CE	R	LC	3	13
	Thryothorus ludovicianus	Chivirín de carolina			R	LC	2	4

Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador negro	Pr	PBY	R	NT	0	1
	Dumetella carolinensis	Maullador gris			MI	LC	1	10
Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo		CE	R	LC	1	1
	Arremonops chloronotus	Rascador dorso verde			R	LC	3	5
Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique pico claro			R	LC	0	1
	Icterus auratus	Calandria Dorso Naranja		PBY	R	LC	3	3
	Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor			R	LC	1	1
	Icterus galbula	Calandria de Baltimore			MI	LC	0	2
	Dives dives	Tordo cantor			R	LC	5	4
	Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano			R	LC	3	6
Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe suelero			MI	LC	1	3
	Mniotilta varia	Chipe trepador			MI	LC	0	4
	Geothlypis trichas	Mascarita común			MI	LC	0	1
	Setophaga citrina	Chipe Encapuchado			MI	LC	1	9
	Setophaga ruticilla	Chipe flameante			MI	LC	0	1
	Setophaga magnolia	Chipe de magnolia			MI	LC	1	7
	Setophaga dominica	Chipe garganta amarilla			MI	LC	0	1
	Setophaga virens	Chipe dorso verde			MI	LC	0	9
Cardinalidae	*Piranga rubra*	Tángara roja o encinera			MI	LC	0	1
	Driophlox fuscicauda	Tángara hormiguera garganta roja			R	LC	4	12
	Passerina caerulea	Pico gordo azul			MI	LC	0	4
	Passerina cyanea	Colorín azul			MI	LC	10	35
	Passerina ciris	Colorín siete colores	Pr		MI	LC	0	1
MAMÍFEROS								
Orden Rodentia								
Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque Centroamericano			Nativo	LC	1	2
Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla Yucateca			Nativo	LC	1	2
Cricetidae	*Peromyscus yucatanicus*	Ratón Yucateco		EM	Nativo	LC	0	2
	Ototylomys phyllotis	Rata Trepadora Orejas Grandes			Nativo	LC	1	2

[redacted]

Orden Chiroptera							
Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago Lengüetón		Nativo	LC	2	3
	Artibeus jamaicensis	Murciélago Frutero		Nativo	LC	5	16
	Artibeus phaeotis	Murciélago Frugívoro Pigmeo		Nativo	LC	0	4
Vespertilionidae	*Bauerus dubiaquercus*	Murciélago Desértico Sureño		Nativo	NT	1	1
Orden Carnivora							
Mustelidae	*Eira barbara*	Viejo de Monte	P	Nativo	LC	1	2
Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí		Nativo	LC	0	17
	Procyon lotor	Mapache		Nativo	LC	0	4
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris		Nativo	LC	3	3
Orden Artiodactyla							
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de Cola Blanca	EPPC	Nativo	LC	0	2
Tayassuidae	*Dicotyles crassus*	Pecarí de Collar		Nativo	LC/II	0	1

Distribución (DIST). Especie Nativa; Estacionalidad (EST): R: especie residente. R/M: especie residente con población migratoria. MI: especie migratoria de invierno. NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM): Pr: especie sujeta a protección especial. A: especie amenazada. P: especie en peligro de extinción. Acuerdo SEMARNAT 2014; EPPC: especie con Población Prioritaria para la Conservación. Endemismo (END). CE: especie Cuasiendémica. EM: especie endémica de México. PBY: especie endémica de la Provincia Biótica de Yucatán. LC: especie en preocupación menor; NT: especie casi amenazada. II: apéndice 2 del CITES. Los valores indican el número de registros independientes obtenidos para el AP y SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

representada por 7 especies divididas en dos clases (Anfibios y Reptiles). Para los Anfibios se reportaron un orden con una familia y dos especies. Para el grupo Reptiles, se reportó un orden con cinco familias y cinco especies (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, pestañas ***Registros-AP/SA*** y ***Listado-General***). No se registraron especies enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo, así como ninguna especie bajo algún grado de endemismo, y únicamente una especie con Población Prioritarias para la Conservación (EPPC). Los resultados obtenidos representan el 10% y el 6% de las especies de Anfibios y Reptiles con distribución potencial en el SA.



Figura IV.76. Izq. *Incilius valliceps*. Der. *Micrurus diastema*.



Figura IV.77. Izq. *Ctenosaura similis*. Der. *Sceloporus chrysostictus*.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

únicamente una especie de Anfibio (un registro independiente) y tres especies de Reptiles (cinco registros independientes). La especie de anfibio registrada fue *Incillus valliceps*. Para el grupo de los reptiles la especie *Sceloporus chrysostictus*, fue la más abundante con un total de tres registros independientes (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, **pestaña *Análisis-AP***). No se registraron especies enlistada con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su la modificación de su Anexo normativo III. Solo se reportó a la especie *S. crhysostictus* como especie endémica de Provincia Biótica de Yucatán y la especie *Ctenosaura similis* como Prioritaria para la conservación (EPPC).

Tabla IV.47. Datos obtenidos de la Herpetofauna en el AP.

Especie	Reg. Ind	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/km)	AREL (%)	CAT AREL
Sceloporus chrysostictus	3	4.17	4.17	100	A
Incillus valliceps	1	1.39	1.39	33.33	MC
Aspidocelis angusticeps	1	1.39	1.39	33.33	MC
Ctenosaura similis	1	1.39	1.39	33.33	MC

Reg.ind: Registros independientes. Densidad (Ind/ha): registros independientes por hectárea. IKA ind/km: índice kilométrico de abundancia, registros independientes por kilómetro. AREL: abundancia relativa. Categoria AREL: (A) = Abundante, de 90 a 100%, (C) = Común, de 65 a 89%, (MC) = Medianamente común, de 31 a 64% (NC) = No común, de 10 a 30% y (R) = Rara, de 1 a 9%.

IV.3.1.13.10. Herpetofauna del SA.

Se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 3.19 km/persona registrando un total de dos especies de Anfibios (3 registros independientes) y cinco especies de Reptiles (22 registros independientes). Para los Anfibios, las especies registradas fueron: *Incilius valliceps* y *Rhinella marina* con una y dos registros independientes cada una; mientras que, para los Reptiles las especies más abundantes fueron *Ctenosaura similis* y *Sceloporus chrysostictus* con un total de 8 y 7 registros independientes, para cada una (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, pestaña ***Análisis-SA***). Se reportaron dos especies de Reptiles enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo 2019; en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr): *Micrurus diastema* y, en la categoría de especie Amenazada (A), *Ctenosaura similis*. Se reportaron dos especies endémicas de la Provincia Biótica de Yucatán: *Sceloporus chrysostictus* y *Aspidoscelis angusticeps*. La especie *Ctenosaura similis* como Prioritaria para la conservación (EPPC).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Ctenosaura similis	8	2.51	2.51	100	A
Sceloporus chrysostictus	7	2.19	2.19	87.5	C
Aspidocelis angusticeps	3	0.94	0.94	37.5	MC
Hemidactylus frenatus	3	0.94	0.94	37.5	MC
Rhinella marina	2	0.63	0.63	25	NC
Incillus valliceps	1	0.31	0.31	12.5	NC
Micrurus diastema	1	0.31	0.31	12.5	NC

Reg.ind: Registros independientes. Densidad (Ind/ha): registros independientes por hectárea. IKA ind/km: índice kilométrico de abundancia, registros independientes por kilómetro. AREL: abundancia relativa. Categoria AREL: (A) = Abundante, de 90 a 100%, (C) = Común, de 65 a 89%, (MC) = Medianamente común, de 31 a 64% (NC) = No común, de 10 a 30% y (R) = Rara, de 1 a 9%.

A partir de los datos anteriores se presentan las siguientes graficas de las comparativas entre las abundancias de los individuos registrados, las Densidades y el Índice de Abundancia Kilométrica de las especies de Herpetofauna registradas en el AP y en el SA:

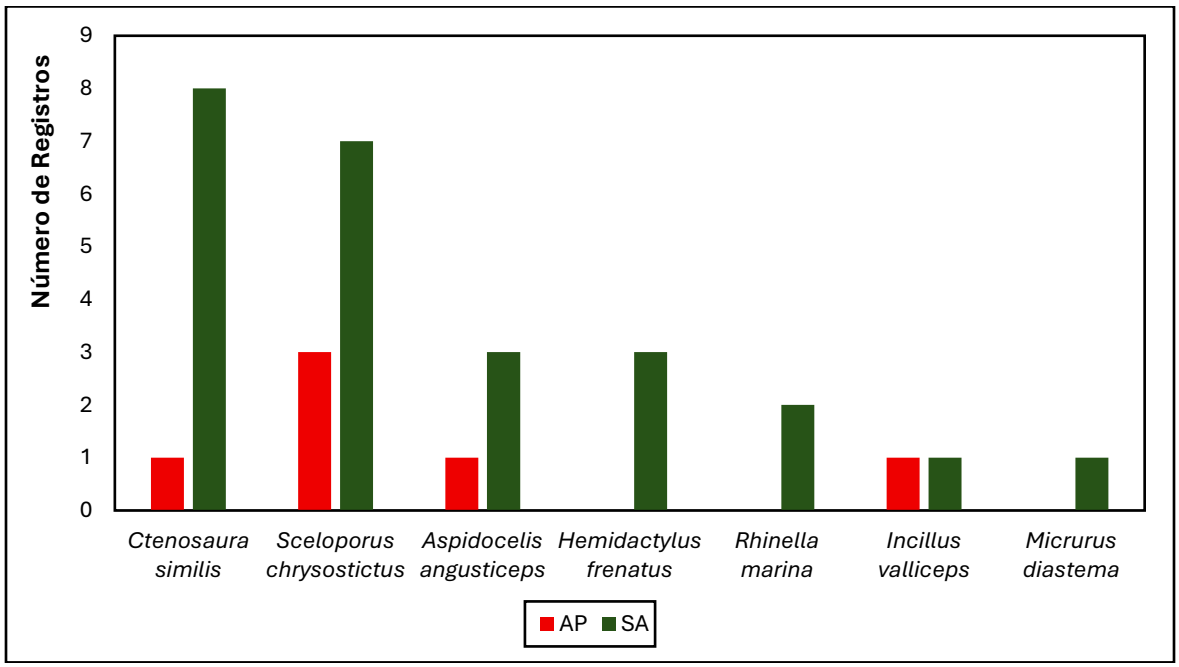


Figura IV.78. Abundancia de especies de Herpetofauna reportadas en el AP y SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

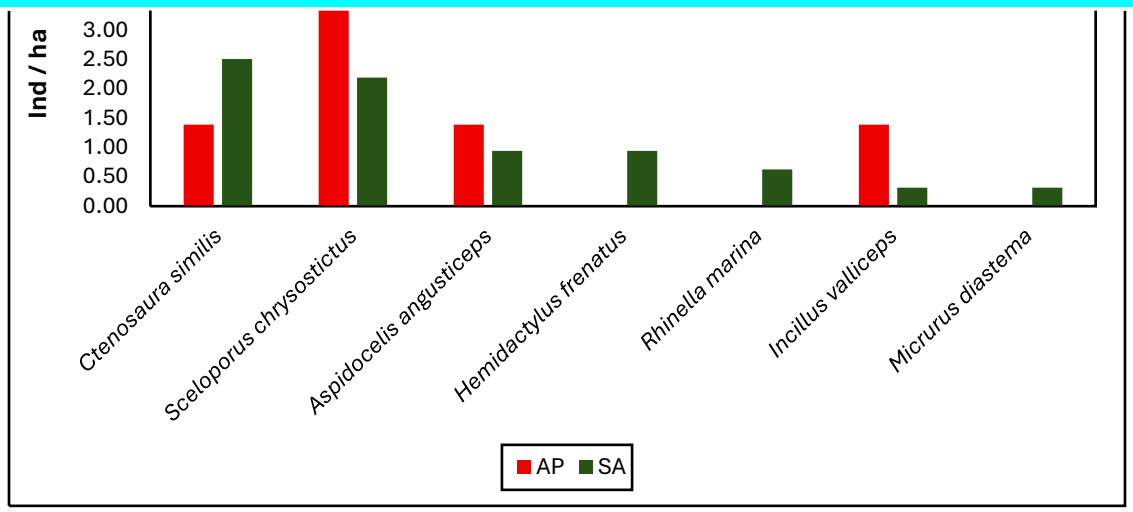


Figura IV.79. Densidad (ind/ha) de especies de Herpetofauna reportadas en el AP y SA.

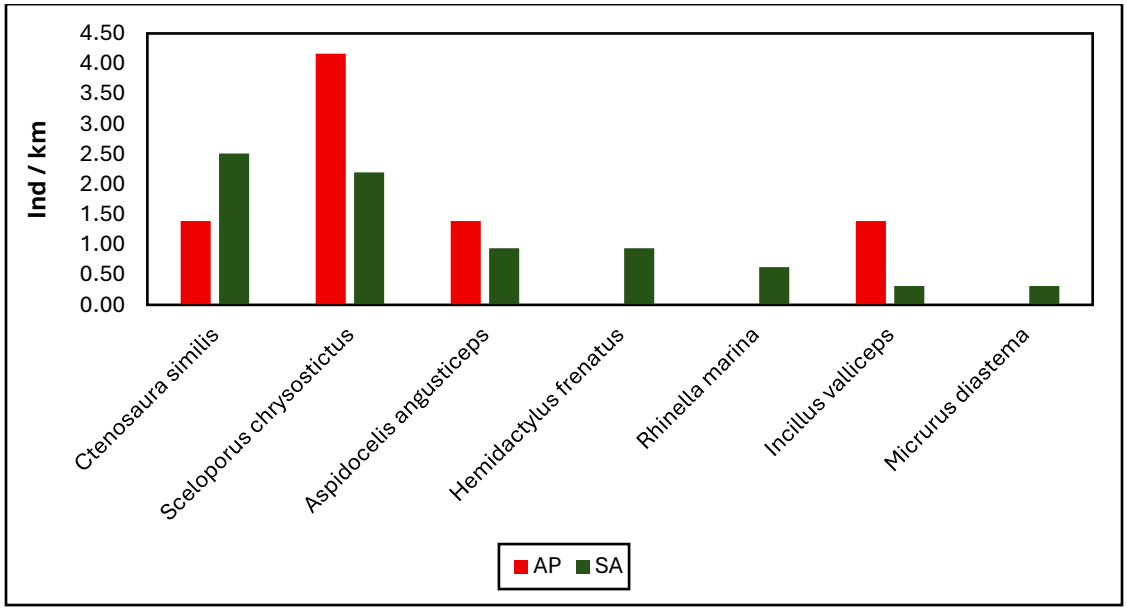


Figura IV.80. Índice Kilométrico de Abundancia (ind/km) de especies de Herpetofauna reportadas en el AP y SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta su valor de importancia. Para el SA se obtuvo un Índice de Riqueza de Margalef (Riqueza Específica) de 1.86, mientras que para el AP fue de 1.64, lo cual representa una diversidad baja (valores inferiores a 2 son considerados de baja diversidad y valores superiores a 5 son considerados como indicativos de alta biodiversidad).

– Índices de Diversidad

La diversidad biológica es la gran variedad de seres vivos que hay en un área particular, es una propiedad que se puede cuantificar de muchas maneras diferentes. Hay dos factores principales que se tienen en cuenta al medir la diversidad: la riqueza y la equitatividad (grado en el que las diferentes especies son similares en cuanto a su abundancia).

Tabla IV.49. Índices de diversidad de la Herpetofauna en el AP y SA.

Índice	H’	1-D	aF	J	d
AP	1.24	0.66	5.24	0.89	0.5
SA	1.68	0.78	3.22	0.86	0.32

La diversidad alfa fue de 7 especies con una abundancia total de 25 registros para el SA, mientras que para el AP fue de 4 especies con una abundancia de 6 registros. Se obtuvo un índice de diversidad de H´= 1.68 para el SA y de 1.24 para el AP (valores entre 2 y 3 se consideran normales; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos). Para el caso del inverso de Simpson y de Alfa de Fisher se obtuvieron valores de 1-D= 0.78 y aF= 3.22 para el SA y de 1-D= 0.6 y aF= 5.24 para el AP. Esto demuestra valores bajos en general, pero más altos del SA respecto al AP. Cabe destacar, que el área se observa una distribución homogénea de las especies, esto se corrobora con altos valores del índice de equidad (J=0.86 para el SA y J=0.89 para el AP) y bajos valores del índice de dominancia (d=0.32 para el SA y d=0.5 para el AP).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

de 95%, por lo tanto, se asume que el muestreo de Herpetofauna fue suficiente. Esto se corrobora con el estimador no paramétrico de abundancia de Chao-1, el cual obtuvo un porcentaje de completitud de 87.89% para el SA y de 71.38% el AP.

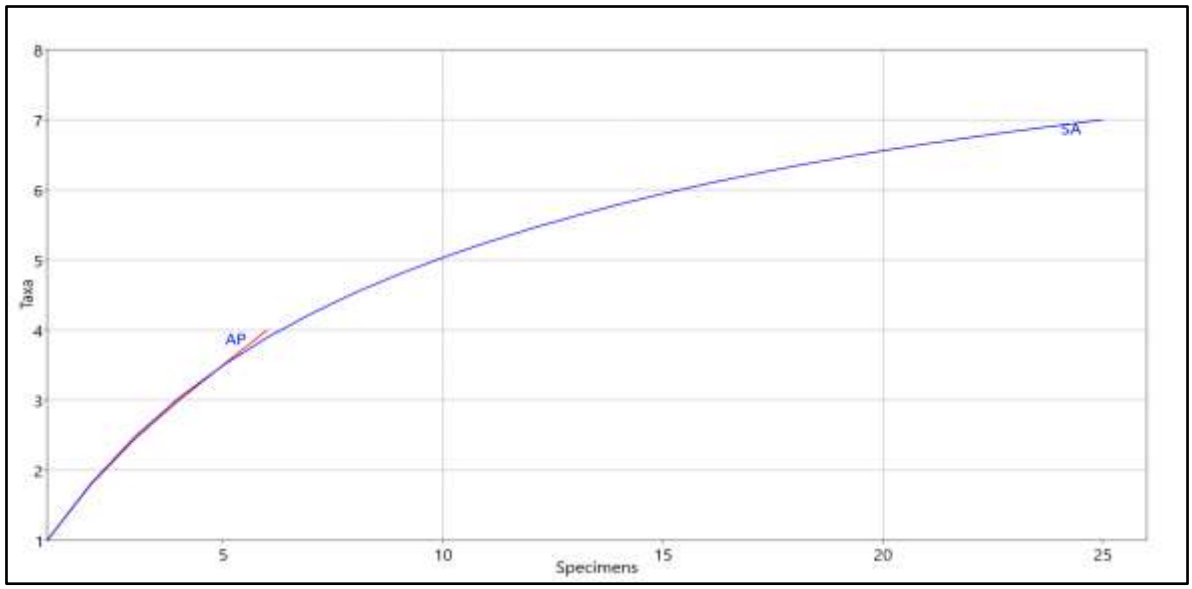


Figura IV.81. Curva de rarefacción de especies de Herpetofauna en el SA y AP.

IV.3.1.13.13. Avifauna.

La Avifauna registrada en el AP y SA durante el periodo de muestreo, estuvo representada por 82 especies divididas en 12 órdenes y 27 familias (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, pestañas ***Listado-General*** **y** ***Registros-AP/SA***). Se registraron 12 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo 2019, así como cuatro especies con Población Prioritaria para la Conservación (EPPC). Además, se reportaron siete especies como bajo algún grado de endemismo: cuatro especies endémicas de la Provincia Biótica de Yucatán y tres Cuasiendémicas de México. Los resultados obtenidos representan el 23% de las especies de Aves con distribución potencial en el SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Figura IV.82. Izq. *Eumomota superciliosa*. Der. *Setophaga virens*.



Figura IV.83. Izq. *Dryocopus lineatus*. Der. *Melanerpes aurifrons*.



Figura IV.84. Izq. *Cyanocorax morio*. Der. *Rupornis magnirostris*.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

total de 42 especies con 99 registros independientes. Las especies más abundantes fueron *Cyanocorax yucatanicus* y *Passerina cyanea* con 15 13 y 10 registros independientes (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, pestaña ***Análisis-AP***).

Se registraron dos especies enlistadas como en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo 2019, una en la categoría de Especie Bajo Protección Especial (Pr): *Amazona albifrons* y como especie Amenazada (A), *Ramphastos sulfuratus*. Además, una especie con Poblaciones Prioritarias para la Conservación (PPC), *Amazona albifrons*. Se registraron cinco especies bajo algún grado de endemismo: dos especies endémicas de la Provincia Biótica de Yucatán y tres Cuasiendémicas de México.

Tabla IV.50. Datos obtenidos de la Avifauna en el AP.

Especie	Reg. Ind	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/km)	AREL %	CAT AREL
Cyanocorax yucatanicus	13	9.03	18.06	100	A
Passerina cyanea	10	6.94	13.89	76.92	C
Cyanocorax morio	7	4.86	9.72	53.85	MC
Dives dives	5	3.47	6.94	38.46	MC
Driophlox fuscicauda	4	2.78	5.56	30.77	NC
Ortalis vetula	4	2.78	5.56	30.77	NC
Polioptila bilineata	4	2.78	5.56	30.77	NC
Arremonops chloronotus	3	2.08	4.17	23.08	NC
Icterus auratus	3	2.08	4.17	23.08	NC
Myiozetetes similis	3	2.08	4.17	23.08	NC
Quiscalus mexicanus	3	2.08	4.17	23.08	NC
Uropsila leucogastra	3	2.08	4.17	23.08	NC
Amazona albifrons	2	1.39	2.78	15.38	NC
Chaetura vauxi	2	1.39	2.78	15.38	NC
Cyclarhis gujanensis	2	1.39	2.78	15.38	NC
Leptotila verreauxi	2	1.39	2.78	15.38	NC
Myiarchus tuberculifer	2	1.39	2.78	15.38	NC
Thryothorus ludovicianus	2	1.39	2.78	15.38	NC
Vireo griseus	2	1.39	2.78	15.38	NC
Amazilia rutila	1	0.69	1.39	7.69	R
Arremonops rufivirgatus	1	0.69	1.39	7.69	R
Contopus bogotensis	1	0.69	1.39	7.69	R
Dryocopus lineatus	1	0.69	1.39	7.69	R
Dumetella carolinensis	1	0.69	1.39	7.69	R

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Eumomota superciliosa	1	0.69	1.39	7.69	R
Glaucidium brasilianum	1	0.69	1.39	7.69	R
Herpetotheres cachinnans	1	0.69	1.39	7.69	R
Icterus gularis	1	0.69	1.39	7.69	R
Leptotila jamaisensis	1	0.69	1.39	7.69	R
Melanerpes aurifrons	1	0.69	1.39	7.69	R
Pachyramphus aglaiae	1	0.69	1.39	7.69	R
Patagioenas flavirostris	1	0.69	1.39	7.69	R
Pheugopedius maculipectus	1	0.69	1.39	7.69	R
Piaya cayana	1	0.69	1.39	7.69	R
Ramphastos sulfuratus	1	0.69	1.39	7.69	R
Seiurus aurocapilla	1	0.69	1.39	7.69	R
Setophaga citrina	1	0.69	1.39	7.69	R
Setophaga magnolia	1	0.69	1.39	7.69	R
Tityra semifasciata	1	0.69	1.39	7.69	R
Tolmomyias sulphurescens	1	0.69	1.39	7.69	R
Trogon caligatus	1	0.69	1.39	7.69	R
Xiphorhynchus flavigaster	1	0.69	1.39	7.69	R

Reg.ind: Registros independientes. Densidad (Ind/ha): registros independientes por hectárea. IKA ind/km: índice kilométrico de abundancia, registros independientes por kilómetro. AREL: abundancia relativa. Categoria AREL: (A) = Abundante, de 90 a 100%, (C) = Común, de 65 a 89%, (MC) = Medianamente común, de 31 a 64% (NC) = No común, de 10 a 30% y (R) = Rara, de 1 a 9%.

IV.3.1.13.15. Avifauna del SA.

Se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 3.19 km/persona registrando un total de 82 especies con 418 registros independientes. Las especies más abundantes fueron: *Passerina cynea* (35 registros independientes), *Cyanocorax yucatanicus* (28 registros), *Cyanocorax morio* (27 registros) y *Amazona albifrons* con 24 registros independientes (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, pestaña ***Análisis-SA***). Se registraron 12 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo 2019; nueve en la categoría de Especie Bajo Protección Especial (Pr): *Leptodon cayanensis*, *Pteroglossus torquatus*, *Micrastur semitorquatus, Eupsittula nana, Amazona albifrons, Pachysylvia decurtata, Vireo pallens, Melanoptila glabrirostris* y *Passerina ciris;* tres especies catalogadas como Amenazadas (A): *Penelope purpurascens*, *Meleagris ocellata* y *Ramphastos sulfuratus*.

Por otro lado, se reportaron cuatro especies cuyas Poblaciones son Prioritarias para la Conservación (EPPC): *Meleagris ocellata*, *Zenaida asiática*, *Eupsittula nana* y

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Cuasiendémicas de México: *Leptotila jamaicensis*, *Uropsila leucogastra* y *Arremonops rufivirgatus*.

Tabla IV.51. Datos obtenidos de la Avifauna en el SA.

Especie	Reg. Ind	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/km)	AREL (%)	CAT AREL
Passerina cyanea	35	5.49	10.97	100	A
Cyanocorax yucatanicus	28	4.39	8.78	80	C
Cyanocorax morio	27	4.23	8.46	77.14	C
Amazona albifrons	24	3.76	7.52	68.57	C
Vireo pallens	20	3.13	6.27	57.14	MC
Eupsittula nana	17	2.66	5.33	48.57	MC
Uropsila leucogastra	13	2.04	4.08	37.14	MC
Driophlox fuscicauda	12	1.88	3.76	34.29	MC
Vireo griseus	11	1.72	3.45	31.43	MC
Dumetella carolinensis	10	1.57	3.13	28.57	NC
Setophaga citrina	9	1.41	2.82	25.71	NC
Setophaga virens	9	1.41	2.82	25.71	NC
Ortalis vetula	8	1.25	2.51	22.86	NC
Amazilia rutila	7	1.10	2.19	20	NC
Eumomota superciliosa	7	1.10	2.19	20	NC
Myiarchus tuberculifer	7	1.10	2.19	20	NC
Pheugopedius maculipectus	7	1.10	2.19	20	NC
Setophaga magnolia	7	1.10	2.19	20	NC
Pachysylvia decurtata	6	0.94	1.88	17.14	NC
Quiscalus mexicanus	6	0.94	1.88	17.14	NC
Ramphastos sulfuratus	6	0.94	1.88	17.14	NC
Arremonops chloronotus	5	0.78	1.57	14.29	NC
Attila spadiceus	5	0.78	1.57	14.29	NC
Contopus bogotensis	5	0.78	1.57	14.29	NC
Leptotila verreauxi	5	0.78	1.57	14.29	NC
Pampa curvipennis	5	0.78	1.57	14.29	NC
Cyclarhis gujanensis	4	0.63	1.25	11.43	NC
Dives dives	4	0.63	1.25	11.43	NC
Mnioptilta varia	4	0.63	1.25	11.43	NC
Pachyramphus aglaiae	4	0.63	1.25	11.43	NC
Passerina caerulea	4	0.63	1.25	11.43	NC
Polioptila bilineata	4	0.63	1.25	11.43	NC
Pteroglossus torquatus	4	0.63	1.25	11.43	NC

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Rupornis magnirostris	4	0.63	1.25	11.43	NC
Sittasomus griseicapillus	4	0.63	1.25	11.43	NC
Thryothorus ludovicianus	4	0.63	1.25	11.43	NC
Tolmomyias sulphurescens	4	0.63	1.25	11.43	NC
Chaetura vauxi	3	0.47	0.94	8.57	R
Empidonax minimus	3	0.47	0.94	8.57	R
Icterus auratus	3	0.47	0.94	8.57	R
Leptotila jamaisensis	3	0.47	0.94	8.57	R
Megarynchus pitangua	3	0.47	0.94	8.57	R
Meleagris coellata	3	0.47	0.94	8.57	R
Momotus lessoni	3	0.47	0.94	8.57	R
Myiozetetes similis	3	0.47	0.94	8.57	R
Seiurus aurocapilla	3	0.47	0.94	8.57	R
Camptostoma imberbe	2	0.31	0.63	5.71	R
Glaucidium brasilianum	2	0.31	0.63	5.71	R
Icterus galbula	2	0.31	0.63	5.71	R
Letptodon cayenensis	2	0.31	0.63	5.71	R
Melanerpes aurifrons	2	0.31	0.63	5.71	R
Penelope purpurascens	2	0.31	0.63	5.71	R
Pitangus sulphuratus	2	0.31	0.63	5.71	R
Stelgidopteryx serripennis	2	0.31	0.63	5.71	R
Trogon caligatus	2	0.31	0.63	5.71	R
Trogon melanocephalus	2	0.31	0.63	5.71	R
Amblycercus holosericeus	1	0.16	0.31	2.86	R
Arremonops rufivirgatus	1	0.16	0.31	2.86	R
Chlorestes candida	1	0.16	0.31	2.86	R
Colaptes rubiginosus	1	0.16	0.31	2.86	R
Dryobates fumigatus	1	0.16	0.31	2.86	R
Dryocopus lineatus	1	0.16	0.31	2.86	R
Falco rufigularis	1	0.16	0.31	2.86	R
Geothlypis trichas	1	0.16	0.31	2.86	R
Geotrygon montana	1	0.16	0.31	2.86	R
Herpetotheres cachinnans	1	0.16	0.31	2.86	R
Icterus gularis	1	0.16	0.31	2.86	R
Melanoptila glabrirostris	1	0.16	0.31	2.86	R
Micrastur semitorquatus	1	0.16	0.31	2.86	R
Myiopagis viridicata	1	0.16	0.31	2.86	R
Passerina ciris	1	0.16	0.31	2.86	R
Patagioenas flavirostris	1	0.16	0.31	2.86	R

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Piaya cayana	1	0.16	0.31	2.86	R
Piranga rubra	1	0.16	0.31	2.86	R
Ramphocaenus melanurus	1	0.16	0.31	2.86	R
Setophaga dominica	1	0.16	0.31	2.86	R
Setophaga ruticilla	1	0.16	0.31	2.86	R
Tityra semifasciata	1	0.16	0.31	2.86	R
Tyrannus couchii	1	0.16	0.31	2.86	R
Tyrannus melancholicus	1	0.16	0.31	2.86	R
Xiphorhynchus flavigaster	1	0.16	0.31	2.86	R
Zenaida asiatica	1	0.16	0.31	2.86	R

Reg.ind: Registros independientes. Densidad (Ind/ha): registros independientes por hectárea. IKA ind/km: índice kilométrico de abundancia, registros independientes por kilómetro. AREL: abundancia relativa. Categoria AREL: (A) = Abundante, de 90 a 100%, (C) = Común, de 65 a 89%, (MC) = Medianamente común, de 31 a 64% (NC) = No común, de 10 a 30% y (R) = Rara, de 1 a 9%.

A partir de los datos anteriores se presentan las siguientes graficas de la comparación entre las abundancias de los individuos registrados, las Densidades y el Índice de Abundancia Kilométrica de las especies de Avifauna registradas en el AP y en el SA. Para mayor detalle de los datos de los siguientes gráficos, ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, pestaña ***Gráficos-Análisis***.

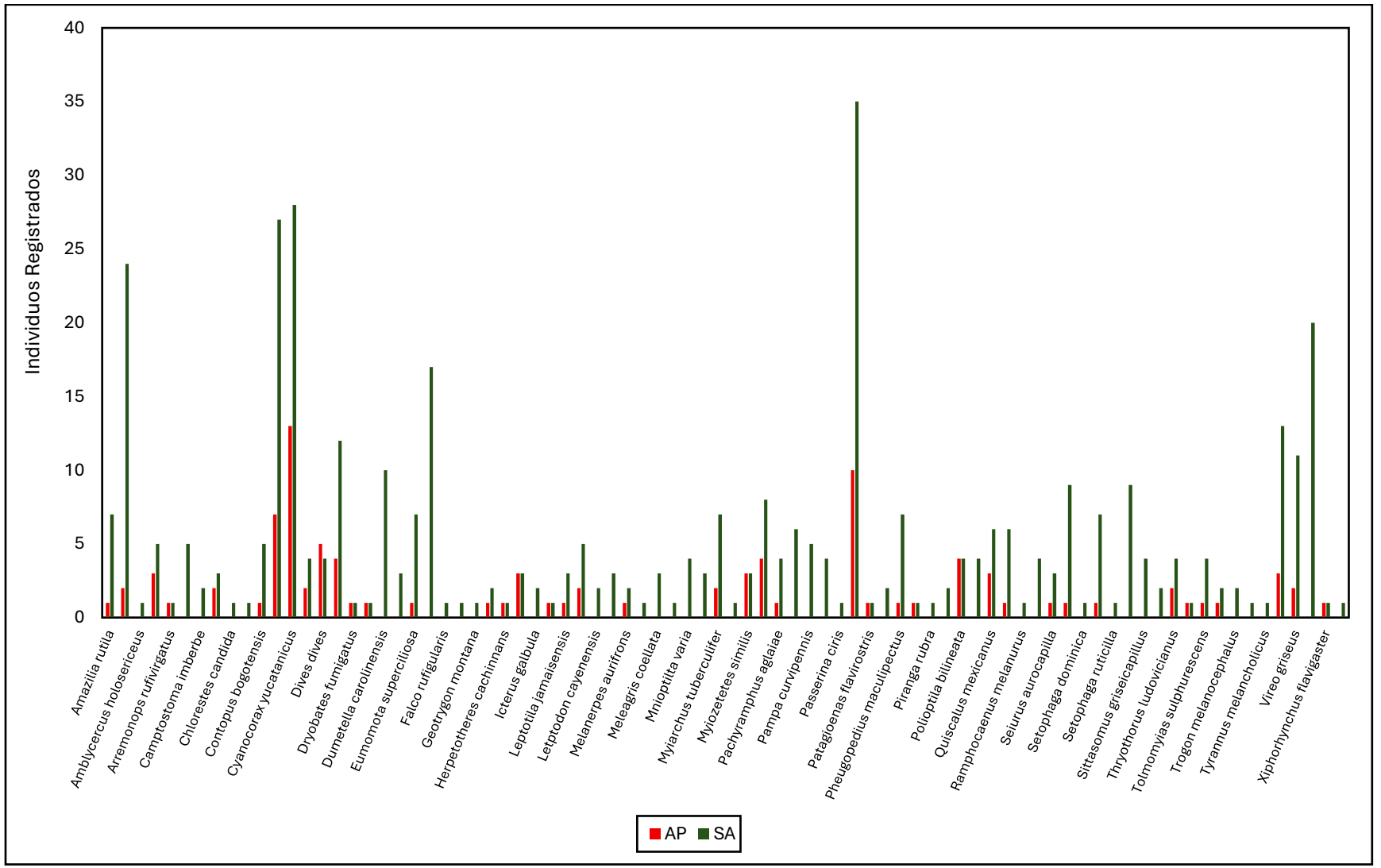


Figura IV.85. Abundancia de especies de Avifauna reportadas en el AP y SA.

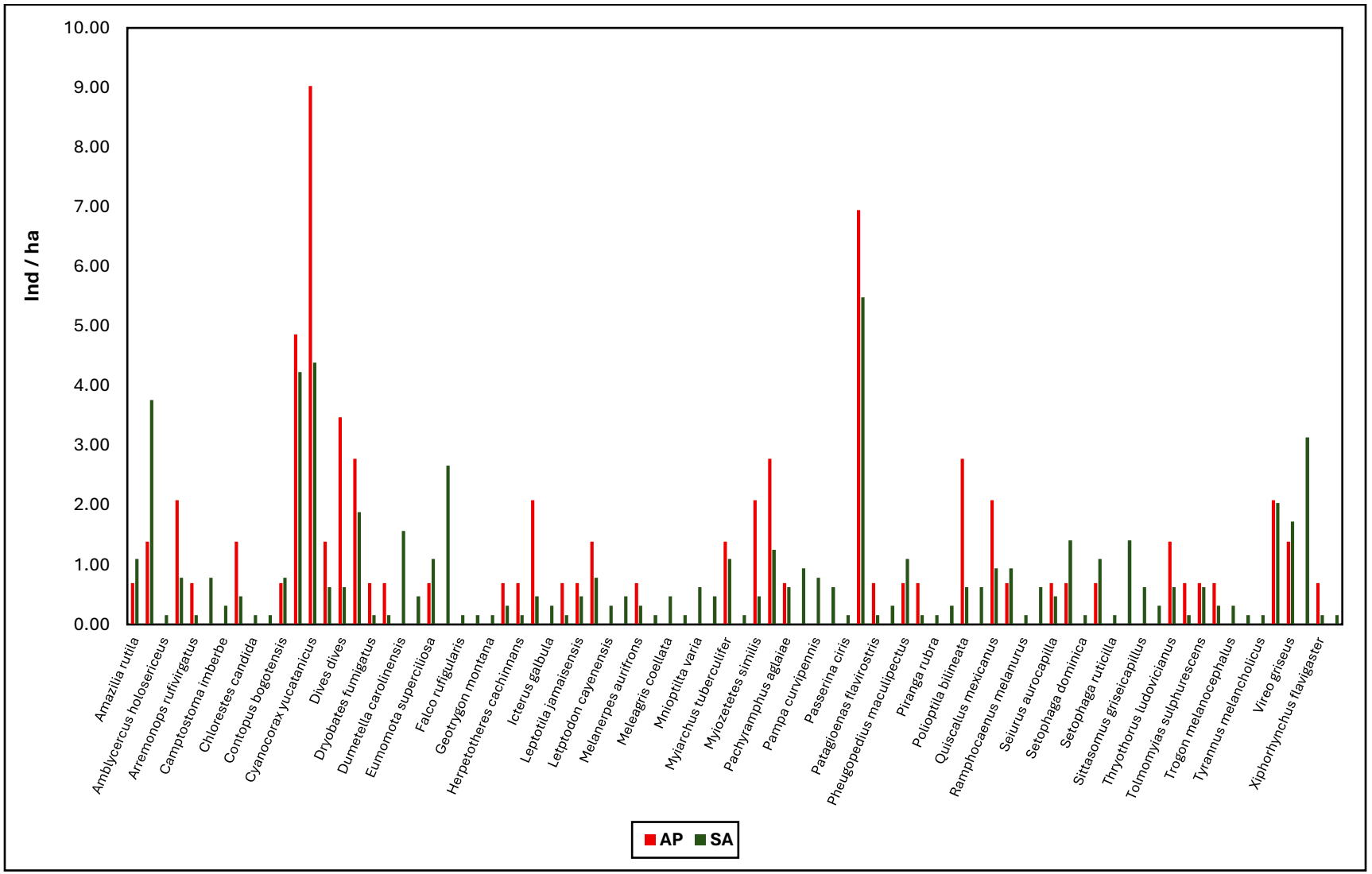


Figura IV.86. Densidad (ind/ha) de especies de Avifauna reportadas en el AP y SA.

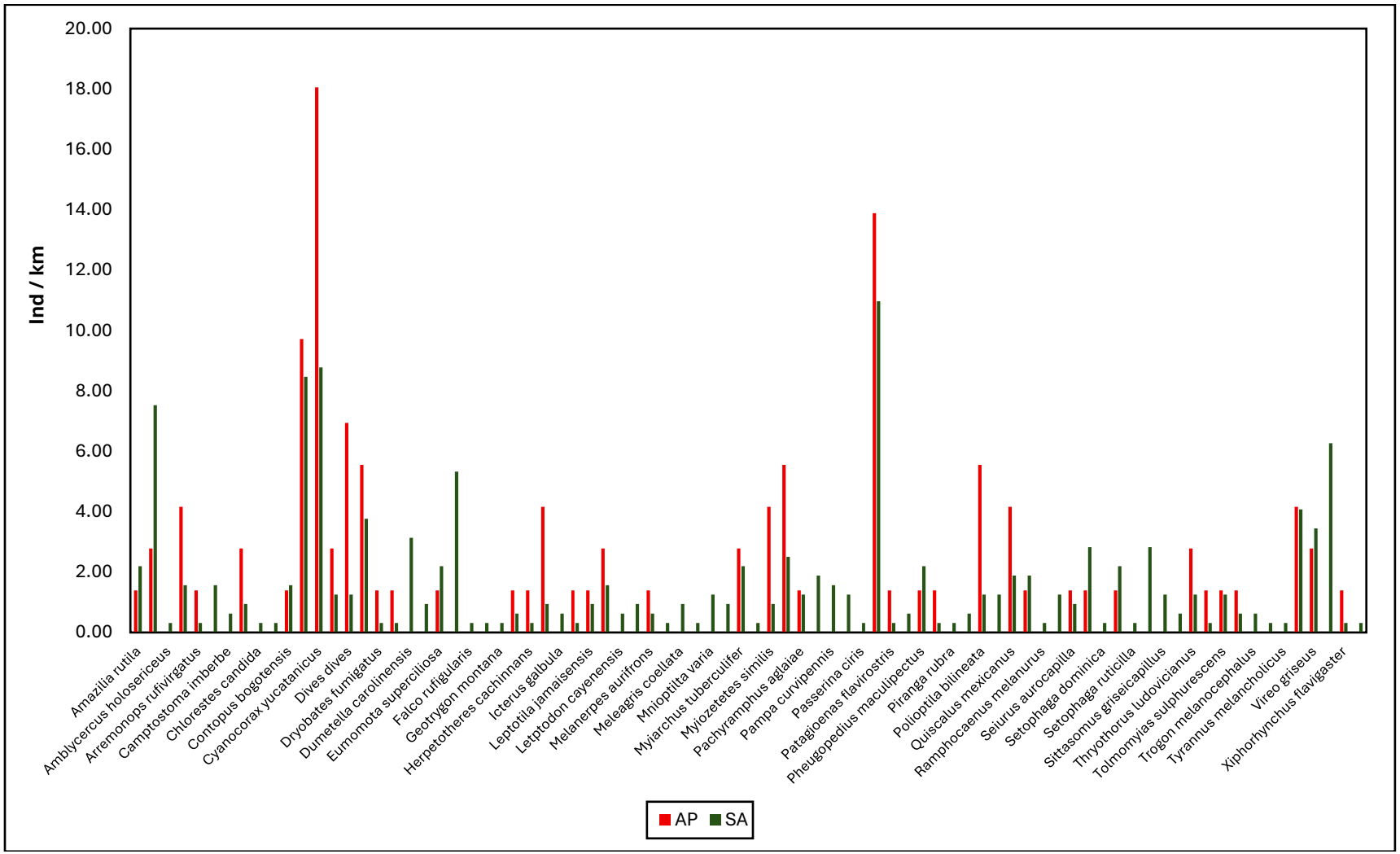


Figura IV.87. Índice Kilométrico de Abundancia (ind/km) de especies de Avifauna reportadas en el AP y SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas. Para el SA se obtuvo un Índice de Riqueza de Margalef (Riqueza Específica) de 13.42, mientras que para el AP fue de 8.93 (valores inferiores a 2 son considerados de baja diversidad y valores superiores a 5 son considerados como indicativos de alta biodiversidad), por lo que se considera que la riqueza de especies en ambas áreas es considerada como Alta para la Avifauna, siendo mayor en el SA respecto al AP.

– Índices de Diversidad.

La diversidad biológica es la gran variedad de seres vivos que hay en un área particular, es una propiedad que se puede cuantificar de muchas maneras diferentes. Hay dos factores principales que se tienen en cuenta al medir la diversidad: la riqueza y la equitatividad (grado en el que las diferentes especies son similares en cuanto a su abundancia).

Tabla IV.52. Índices de diversidad de la Avifauna en el AP y SA.

Índice	H’	1-D	aF	J	d
AP	3.37	0.95	27.55	0.90	0.13
SA	3.87	0.96	30.51	0.87	0.08

La diversidad alfa fue de 82 especies con una abundancia total de 418 registros para el SA, mientras que para el AP fue de 42 especies con una abundancia de 99 registros. Se obtuvo un índice de diversidad de H´= 3.87 para el SA y de 3.37 para el AP (valores entre 2 y 3 se consideran normales; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos). Para el caso del inverso de Simpson y de Alfa de Fisher se obtuvieron valores de 1-D= 0.96 y aF= 30.51 para el SA y de 1-D= 0.95 y aF= 27.55 para el AP. Esto demuestra valores Alto, pero superiores en el SA respecto al AP. Cabe destacar, que el área se observa una distribución homogénea de las especies, esto se corrobora con altos valores del índice de equidad (J=0.87 para el SA y J=0.90 para el AP) y bajos valores del índice de dominancia (d=0.08 para el SA y d=0.13 para el AP).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

de 95%, por lo tanto, se asume que el muestreo de la Avifauna fue suficiente. Además, en la curva se observa una mayor riqueza de especies en el SA que en el AP. Esto se corrobora con el estimador no paramétrico de abundancia de Chao-1, el cual obtuvo un porcentaje de completitud de 89.61% para el SA y de 84.62% el AP.

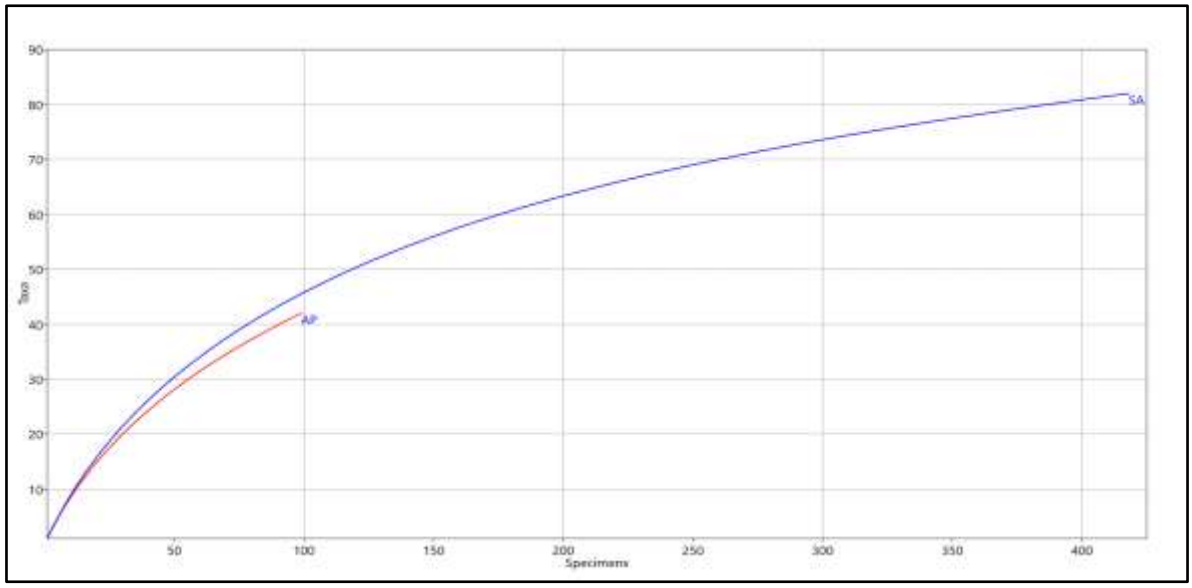


Figura IV.88. Curva de rarefacción de especies de Avifauna en el SA y AP.

IV.3.1.13.18. Mastofauna.

La Mastofauna registrada en el AP y SA durante el periodo de muestreo, estuvo representada por 14 especies divididas en cuatro órdenes, 10 familias con un total de 76 registros independientes (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, pestaña ***Registros-AP/SA***). No se registró una especie enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo 2019, bajo el estatus de especie en Peligro de Extinción (P), *Eira barbara*, así como una especie con Poblaciones Prioritarias para la Conservación (EPPC), *Odocoileus virginianus*. Se reporto únicamente una especie con algún grado de endemismo: *Peromyscus yucatanicus* como Endémica de México. Los resultados obtenidos representan el 16.66% de las especies de mamíferos con distribución potencial en el SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Figura IV.89. Izq. *Huella de Dicotyles crassus*. Der. *Eira barbara*.



Figura IV.90. Izq. *Artibeus jamaicensis*. Der. *Ototylomys phyllotis*.



Figura IV.91. Izq. *Urocyon cinereoargenteus*. Der. *Nasua narica*.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

total de 8 especies con 15 registros independientes. Las especies más abundantes fueron *Artibeus jamaicensis* y *Urocyon cinereoargenteus* con 5 y 2 registros independientes cada uno (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, **pestaña *Análisis-AP***). No se registró a la especie *Eira barbara* bajo el estatus de en Peligro de Extinción (P), en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo 2019. Por último, no se reportaron especies con Población Prioritaria para la Conservación (EPPC), ni endémicas.

Tabla IV.53. Datos obtenidos de la Avifauna en el AP.

Especie	Reg. Ind	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/km)	AREL %	CAT AREL
Artibeus jamaicensis	5	6.94	6.94	100	A
Urocyon cinereoargenteus	3	4.17	4.17	60	MC
Glossophaga soricina	2	2.78	2.78	40	MC
Eira barbara	1	1.39	1.39	20	NC
Sciurus yucatanensis	1	1.39	1.39	20	NC
Dasyprocta punctata	1	1.39	1.39	20	NC
Ototylomys phyllotis	1	1.39	1.39	20	NC
Bauerus dubiaquercus	1	1.39	1.39	20	NC

Reg.ind: Registros independientes. Densidad (Ind/ha): registros independientes por hectárea. IKA ind/km: índice kilométrico de abundancia, registros independientes por kilómetro. AREL: abundancia relativa. Categoria AREL: (A) = Abundante, de 90 a 100%, (C) = Común, de 65 a 89%, (MC) = Medianamente común, de 31 a 64% (NC) = No común, de 10 a 30% y (R) = Rara, de 1 a 9%.

- **Mastofauna del SA.**

Se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 3.19 km/persona registrando un total de 14 especies con 61 registros independientes. Las especies más abundantes fueron: *Nasua narica* (17 registros independientes) y *Artibeus jamaicensis* con 16 registros independientes (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, pestaña ***Análisis-SA***). Se reportó a *Eira barbara* bajo el estatus de especie en Peligro de Extinción (P), en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo 2019. Por último, se registró una especie con Población Prioritaria para la Conservación (EPPC), *Odocoileus virginianus*; y una especie endémica de México: *Peromyscus yucatanicus*.

Tabla IV.54. Datos obtenidos de la Avifauna en el AP.

Especie	Reg. Ind	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/km)	AREL (%)	CAT AREL
Nasua narica	17	5.33	5.33	100	A
Artibeus jamaicensis	16	5.02	5.02	94.12	A

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Procyon lotor	4	1.25	1.25	23.53	NC
Artibeus phaeotis	4	1.25	1.25	23.53	NC
Urocyon cinereoargenteus	3	0.94	0.94	17.65	NC
Glossophaga soricina	3	0.94	0.94	17.65	NC
Eira barbara	2	0.63	0.63	11.76	NC
Sciurus yucatanensis	2	0.63	0.63	11.76	NC
Odocoileus virginianus	2	0.63	0.63	11.76	NC
Dasyprocta punctata	2	0.63	0.63	11.76	NC
Ototylomys phyllotis	2	0.63	0.63	11.76	NC
Peromyscus mexicanus	2	0.63	0.63	11.76	NC
Dicotyles crassus	1	0.31	0.31	5.88	R
Bauerus dubiaquercus	1	0.31	0.31	5.88	R

Reg.ind: Registros independientes. Densidad (Ind/ha): registros independientes por hectárea. IKA ind/km: índice kilométrico de abundancia, registros independientes por kilómetro. AREL: abundancia relativa. Categoria AREL: (A) = Abundante, de 90 a 100%, (C) = Común, de 65 a 89%, (MC) = Medianamente común, de 31 a 64% (NC) = No común, de 10 a 30% y (R) = Rara, de 1 a 9%.

A partir de los datos anteriores se presentan las siguientes graficas de las comparativas entre las abundancias de los individuos registrados, las Densidades y el Índice de Abundancia Kilométrica de las especies de Mastofauna registradas en el AP y en el SA:

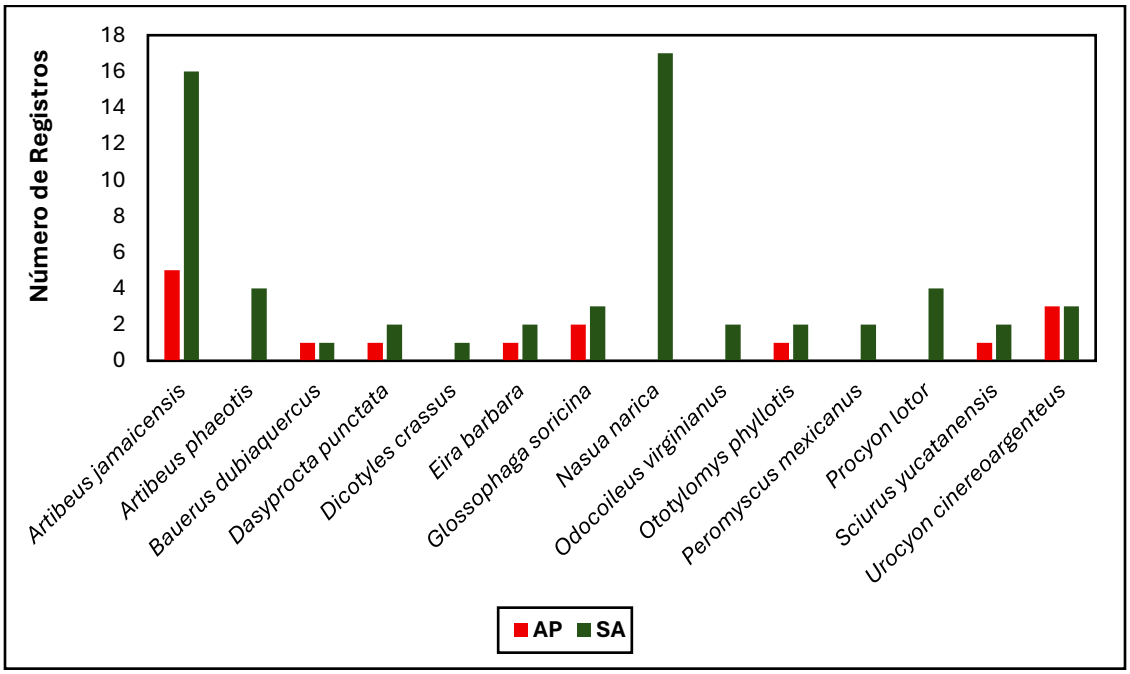


Figura IV.92. Abundancia de especies de Mastofauna reportadas en el AP y SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

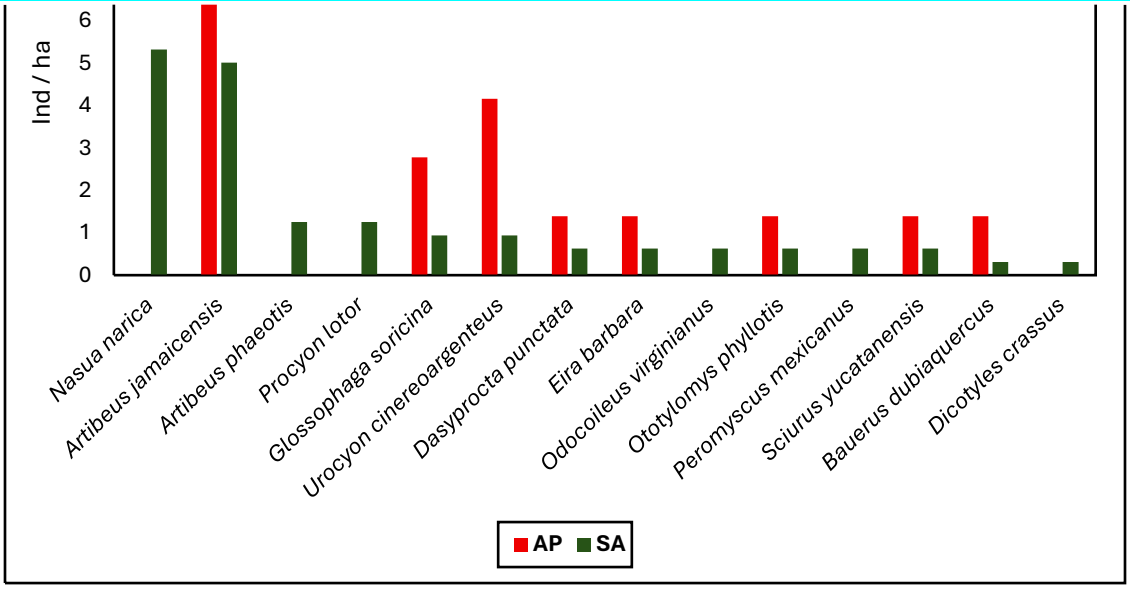


Figura IV.93. Densidad (ind/ha) de especies de Mastofauna reportadas en el AP y SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

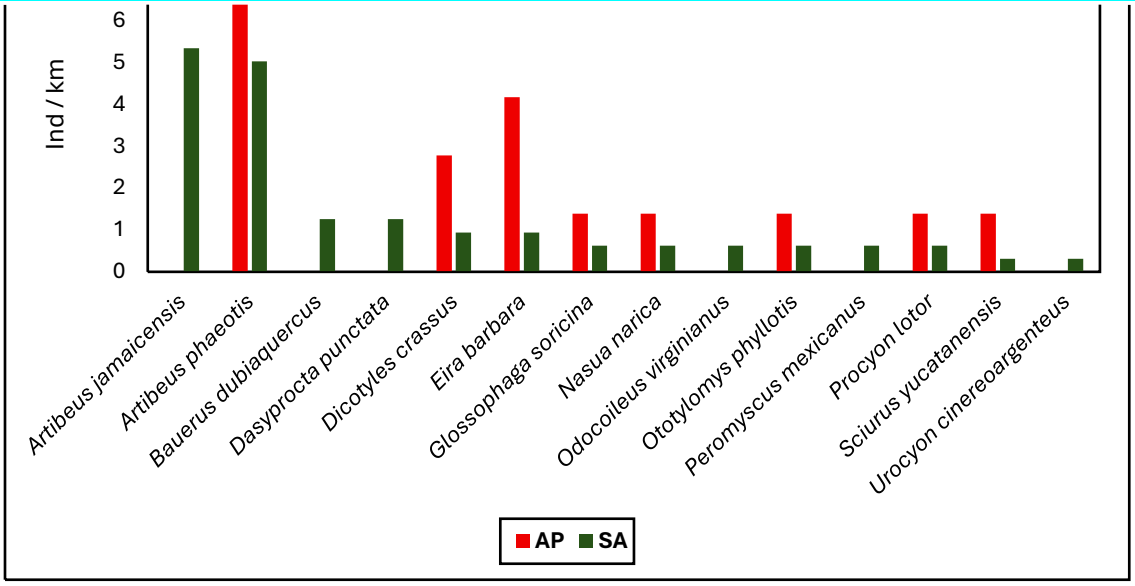


Figura IV.94. Índice Kilométrico de Abundancia (ind/km) de especies de Mastofauna reportadas en el AP y SA.

IV.3.1.13.19. Evaluación de la diversidad de Mastofauna.

– Riqueza Específica

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta su valor de importancia. Para el SA se obtuvo un Índice de Riqueza de Margalef (Riqueza Específica) de 3.16, mientras que para el AP fue de 2.58 (valores inferiores a 2 son considerados de baja diversidad y valores superiores a 5 son considerados como indicativos de alta biodiversidad), por lo que se considera que la riqueza de especies para el SA se considera Alta y como Media para el AP.

– Índices de Diversidad

La diversidad biológica es la gran variedad de seres vivos que hay en un área particular, es una propiedad que se puede cuantificar de muchas maneras diferentes. Hay dos factores principales que se tienen en cuenta al medir la diversidad: la riqueza y la equitatividad (grado en el que las diferentes especies son similares en cuanto a su abundancia).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

SA	2.16	0.83	5.68	0.82	0.27

La diversidad alfa fue de 14 especies con una abundancia total de 61 registros para el SA, mientras que para el AP fue de 8 especies con una abundancia de 15 registros. Se obtuvo un índice de diversidad de H´= 2.16 para el SA y de 1.85 para el AP (valores entre 2 y 3 se consideran normales; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos). Para el caso del inverso de Simpson y de Alfa de Fisher se obtuvieron valores de 1-D= 0.83 y aF= 5.68 para el SA y de 1-D= 0.80 y aF= 6.96 para el AP. Esto demuestra valores Alto, pero superiores en el SAR respecto al AP. Cabe destacar, que el área se observa una distribución homogénea de las especies, esto se corrobora con altos valores del índice de equidad (J=0.82 para el SA y J=0.89 para el AP) y bajos valores del índice de dominancia (d=0.27 para el SA y d=0.33 para el AP).

IV.3.1.13.20. Curva de Rarefacción.

Los valores de las especies observadas se encuentran dentro del rango de confianza de 95%, por lo tanto, se asume que el muestreo de la Mastofauna fue completo. Además, en la curva se observa una mayor riqueza de especies en el SA que en el AP. Esto se corrobora con el estimador no paramétrico de abundancia de Chao-1, el cual obtuvo un porcentaje de completitud de 99.61% para el SA y de 75.82% el AP.

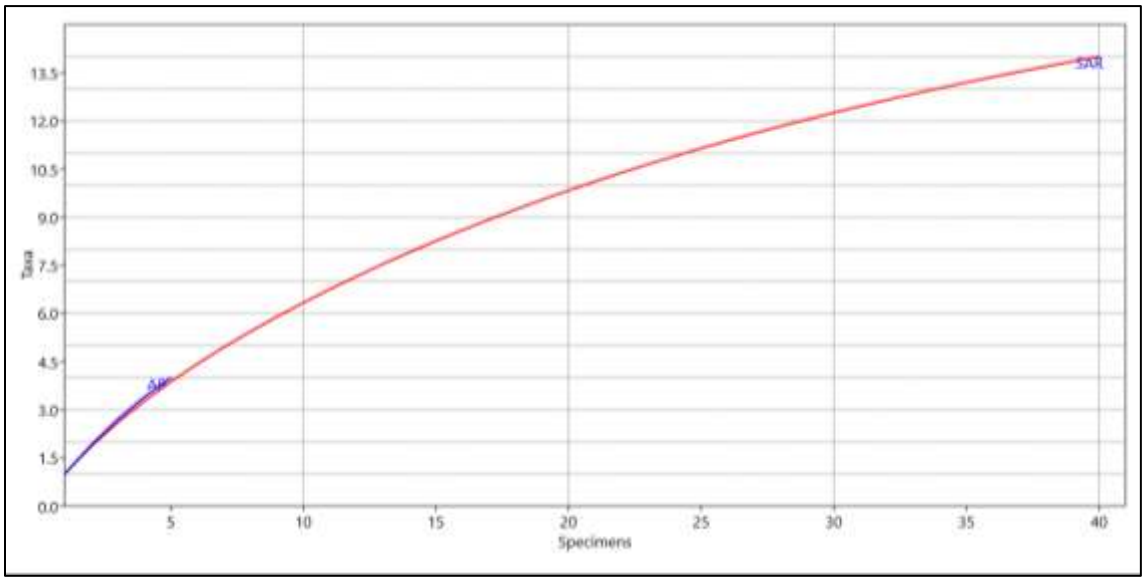


Figura IV.95. Curva de rarefacción de especies de Mastofauna en el SA y AP.

IV.2.4.2.6 Especies de importancia para la conservación.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Normativo del 2019, así como su grado de endemismo. También se mencionan a las especies bajo algún estatus de riesgo en legislaciones internacionales como la UICN y el CITES, así como a las especies consideradas en el Acuerdo (SEMARNAT, 2014): Lista de Especies y Poblaciones Prioritarias para la Conservación. En total, se registraron 32 especies de importancia para la conservación (ver el archivo **Fauna SAE Chemuyil.xlsx**, pestaña ***Especies_Importancia***).

[redacted]

Tabla IV.56. Especies de importancia para la conservación registrados en el AP y SA.

Grupo	Especie	NOM-059	EPPC	Endemismo	UINC	CITES	AP	SA
Herpetofauna	*Ctenosaura similis*	A	EPPC		LC	II	1	8
	Sceloporus chrysostictus			EPBY	LC		3	7
	Aspidoscelis angusticeps			EPBY	LC		1	3
	Micrurus diastema	Pr			LC		0	1
Avifauna	*Penelope purpurascens*	A			LC		0	2
	Meleagris ocellata	A	EPPC	PBY	NT		0	3
	Leptotila jamaicensis			CE	LC		1	3
	Pampa curvipennis				LC	II	0	5
	Amazilia rutila				LC	II	1	7
	Chlorestes candida				LC	II	0	1
	Leptodon cayanensis	Pr			LC	II	0	2
	Rupornis magnirostris				LC	II	0	4
	Pteroglossus torquatus	Pr			LC		0	4
	Ramphastos sulfuratus	A			LC	II	1	6
	Herpetotheres cachinnans				LC	II	1	1
	Micrastur semitorquatus	Pr			LC	II	0	1
	Falco rufigularis				LC	II	0	1
	Eupsittula nana	Pr			NT	II	0	17
	Amazona albifrons	Pr			LC	II	2	24
	Pachysylvia decurtata	Pr			LC		0	6
	Vireo pallens	Pr			LC		0	20
	Cyanocorax yucatanicus			EPBY	LC		13	28
	Uropsila leucogastra			CE	LC		3	13
	Melanoptila glabrirostris	Pr		EPBY	NT		0	1
	Arremonops rufivirgatus			CE	LC		1	1

[redacted]

	Icterus auratus			EPBY	LC		3	3
	Passerina ciris	Pr			LC		0	1
Mastofauna	*Peromyscus yucatanicus*			EMX	LC		0	2
	Bauerus dubiaquercus				NT		1	1
	Eira barbara	P			LC		1	2
	Odocoileus virginianus		EPPC		LC		0	2
	Dicotyles crassus				LC	II	0	1

NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr: especie bajo Protección Especial; A: especie Amenazada; P: especie en Peligro de Extinción. Acuerdo SEMARNAT 2014; EPPC: especie con Población Prioritaria para la Conservación. Endemismo; EPBY: especie endémica de la Provincia Biótica de Yucatán; CE: especie Cuasiendémica de México; EMX: especie Endémica de México. UINC; LC: especie en Preocupación Menor; NT: especie Casi Amenazada. CITE; II: Apéndice II. Los valores indican los registros por zona de estudio.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

(Pr), cuatro como Amenazadas (A) y una en Peligro de Extinción. Las 15 especies fueron reportadas en el SA y cuatro en el AP. A continuación, se presentan imágenes de algunos de los ejemplares con estatus NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura IV.96. Izq. *Micrurus diastema* (Pr). Der. *Ctenosaura similis* (A).



Figura IV.97. Izq. *Penelope purpurascens* (A).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Figura IV.98. Izq. *Leptodon cayanensis* (Pr). Der. *Pteroglossus torquatus* (Pr).



Figura IV.99. Izq. *Ramphastos sulfuratus* (A). Der. *Amazona albifrons* (Pr).



Figura IV.100. Izq. *Passerina ciris* (Pr). Der. *Eira barbara* (P).

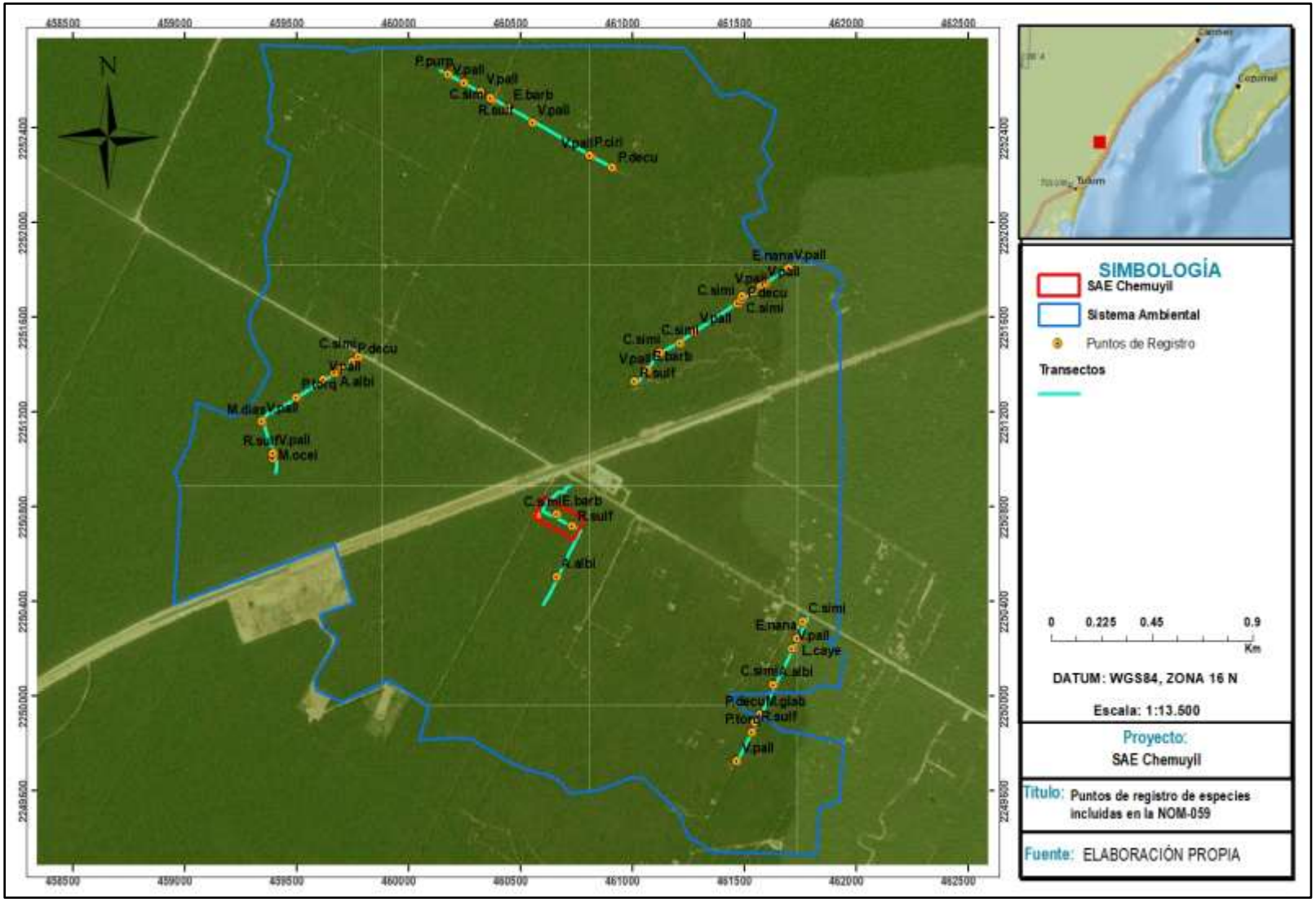


Figura IV.101. Ubicación de los puntos de registro de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

C.simi	*Ctenosaura similis*	9
M.dias	*Micrurus diastema*	1
P.purp	*Penelope purpurascens*	2
M.ocell	*Meleagris ocellata*	3
L.caye	*Leptodon cayanensis*	2
P.torq	*Pteroglossus torquatus*	4
R.sulf	*Ramphastos sulfuratus*	7
M.semi	*Micrastur semitorquatus*	1
E.nana	*Eupsittula nana*	17
A,albi	*Amazona albifrons*	26
P.decu	*Pachysylvia decurtata*	6
V.pall	*Vireo pallens*	20
M.glab	*Melanoptila glabrirostris*	2
P.ciri	*Passerina ciris*	1
E.barb	*Eira barbara*	5
TOTAL		103

IV.3.1.14. Estacionalidad de las Aves

Como se ha mencionado en apartados anteriores, tanto el SA como el Área del Proyecto, no inciden en la superficie de algún área de importancia para la conservación como lo son las AICA'S, ANP'S o alguna ruta Migratoria para las Aves de Norteamérica (la más cercana es la Ruta del Valle de Mackenzie-Grandes Lagos-Valle del Mississippi).

Respecto con lo plasmado en el apartado de avifauna del presente Capítulo, de forma general se hizo el registro de 82 especies de aves, las cuales representan el 23% de las aves con distribución potencial en el SA. En la siguiente Tabla y Figura, se presentan datos en cuanto a la estacionalidad de las especies reportadas.

Tabla IV.58. Estacionalidad de las especies registradas

Estacionalidad	Clave	Registros	%
Residente Permanente	R	64	78.05
Migratoria de Invierno	MI	17	20.73
Residente con Población Migratoria	R/M	1	1.22
Total		**82**	**100**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

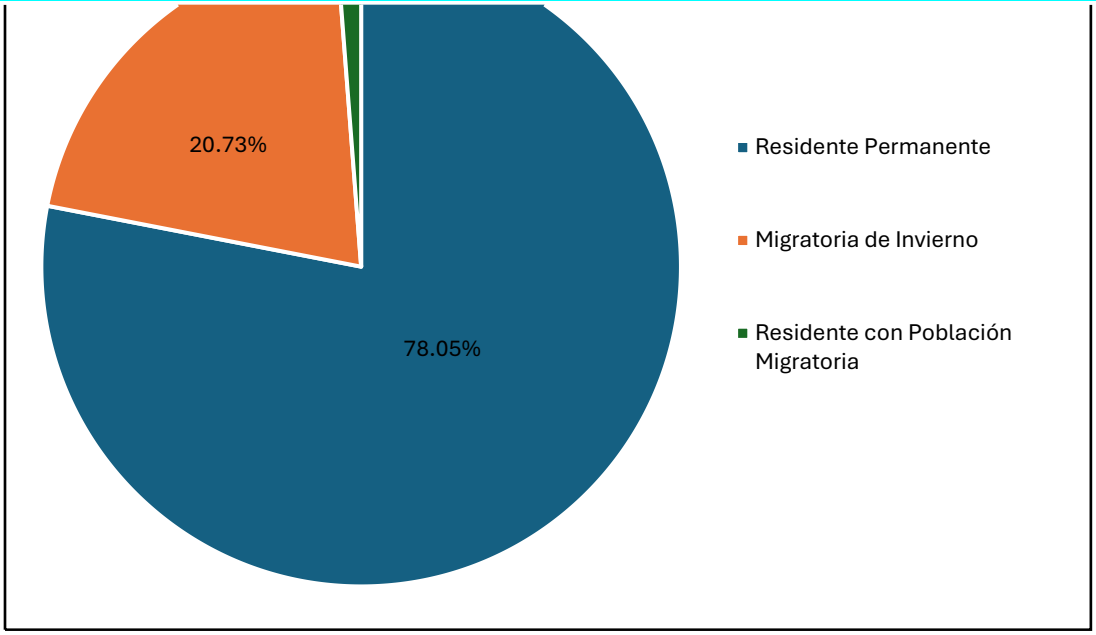


Figura IV.102. Porcentaje respecto al total de los registros de estacionalidad de las especies de Avifauna reportadas en SA y AP.

IV.3.1.15. Análisis integral de la fauna presente en el AP y SA.

IV.3.1.15.1. Riqueza específica y estimadores de abundancia

El SA obtuvo un Índice de Riqueza de Margalef (riqueza específica) de 16.39 y de 11.07 para el AP (valores inferiores a 2 son considerados de baja diversidad y valores superiores a 5 son considerados como indicativos de alta biodiversidad). Por lo tanto, el SA presenta una mayor riqueza total de especies con respecto al AP.

Para el SA la riqueza alcanzó las 103 especies, mientras qué, para el AP 54 especies. El porcentaje de completitud para los estimadores de abundancia oscilo entre 75.31% (Chao-1) para el AP. Para el AP se presentó un porcentaje de 87.88% (Chao-1). Los valores de las especies observadas se encuentran dentro del rango de confianza de 95%, por lo tanto, se asume que el muestreo fue completo.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

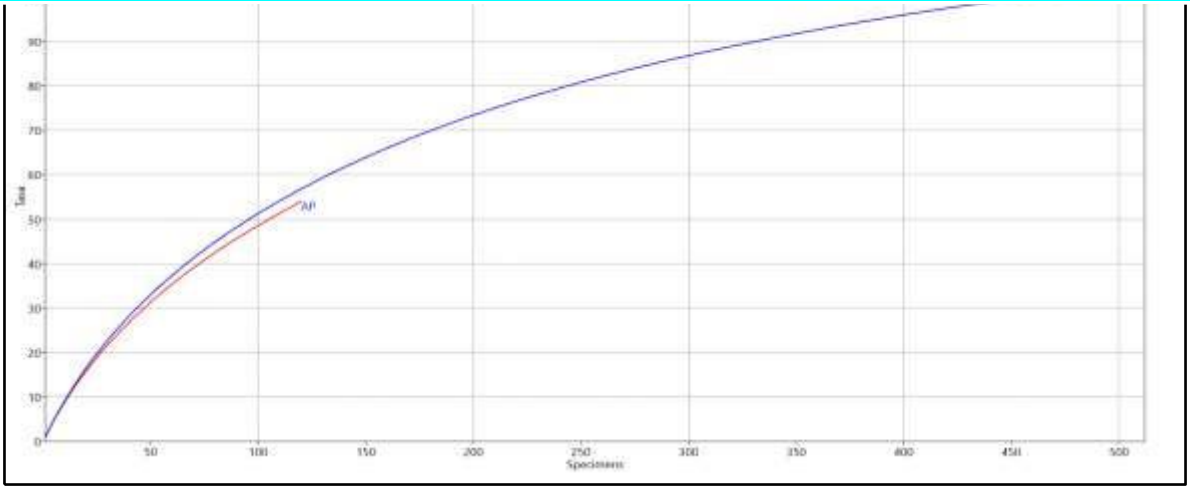


Figura IV.103. Curva de rarefacción de especies de fauna registradas en el SA y AP.

IV.3.1.15.2. Índices de diversidad para el SA y AP

Se usaron los mismos estimadores antes descritos. Con los datos obtenidos mediante las metodologías aplicadas, se obtuvieron los siguientes índices:

Tabla IV.59. Índices de diversidad de la Herpetofauna en el AP y SA.

Índice	H'	1-D	aF	J	d
AP	3.64	0.96	37.77	0.91	0.10
SA	4.11	0.97	39.17	0.88	0.06

La diversidad alfa (riqueza específica) fue de 103 especies con una abundancia total de 504 (registros) para el SA y de 54 especies con 120 registros para el AP. Se obtuvo un índice de diversidad de H´= 4.11 para el SA y de 3.64 para el AP (valores entre 2 y 3 se consideran normales; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos). Además, se obtuvieron valores de la inversa de Simpson y de Alfa de Fisher de 1-D= 0.97 y aF= 37.17 para el SA y de 1-D= 0.96 y aF= 37.77 para el AP. Esto demuestra valores más altos en el SAR respecto al AP. En el área se puede observar una distribución homogénea de las especies tanto en el SA como en el AP, lo cual se corrobora con los altos valores de los índices de equidad (J=0.88 para el SA y para el AP, J=0.91) y bajos valores en el índice de dominancia (d=0.06 para el SA y d=0.10 para el AP).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

localiza al sureste de la República Mexicana, en el Estado de Quintana Roo, específicamente en el municipio de Tulum. Se localiza a aproximadamente 3 kilómetros de la Carretera Federal No. 307 Tulum – Playa del Carmen. Para llegar a esta área se ingresa por el camino de acceso a S.E. Chemuyil. En este sentido, la zona donde está proyectada la ubicación del proyecto se caracteriza por ser un terreno forestal y estar fuera de la comunidad de Ciudad Chemuyil, a un costado del derecho de vía del Tren Maya, Tramo 5 Sur. Las localidades más cercanas y cuyos datos ya se encuentran en el último censo de población y vivienda del INEGI (2020), se enlistan a continuación:

Tabla IV.60 Localidades, municipios y/o delegaciones y entidad federativa donde influye el proyecto.

Cve_Ent	Entidad Federativa	Cve_mun	Municipio	Cve_loc	Localidad	Cve_AGEB
23	Quintana Roo	23009	Tulum	230090053	Chan Chemuyil	230090187
23	Quintana Roo	23009	Tulum	230090055	Ciudad Chemuyil	230090187

El proyecto, se localiza en el AGEB rural 230090191, el SAE abarca también los AGEB's rurales 230080226 y 230090187, donde se encuentran las comunidades de Chan Chemuyil (230090053) y Ciudad Chemuyil (230090055), en este sentido, se presenta el panorama socieconómico del municipio de Tulum donde se ubican las localidades mencionadas.

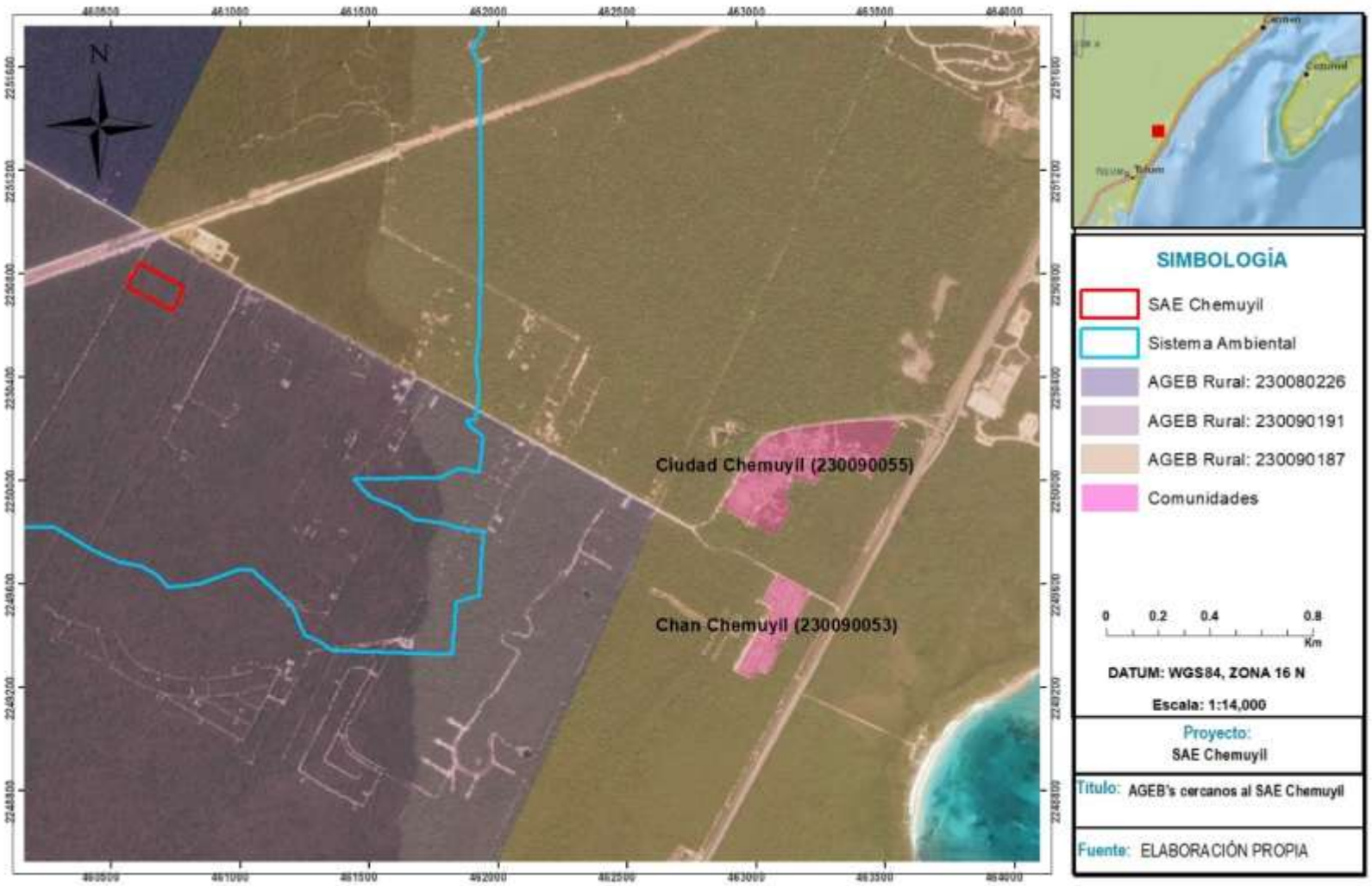


Figura IV.104. Localidades y AGEBS en el área del SA y del proyecto "Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE) Chemuyil".

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En 2020, la población total para Chan Chemuyil (230090053) era de 127 habitantes, y Ciudad Chemuyil (230090055), fue de 548 personas. En la siguiente imagen se presentan los datos poblacionales disponibles para el municipio de Tulum:

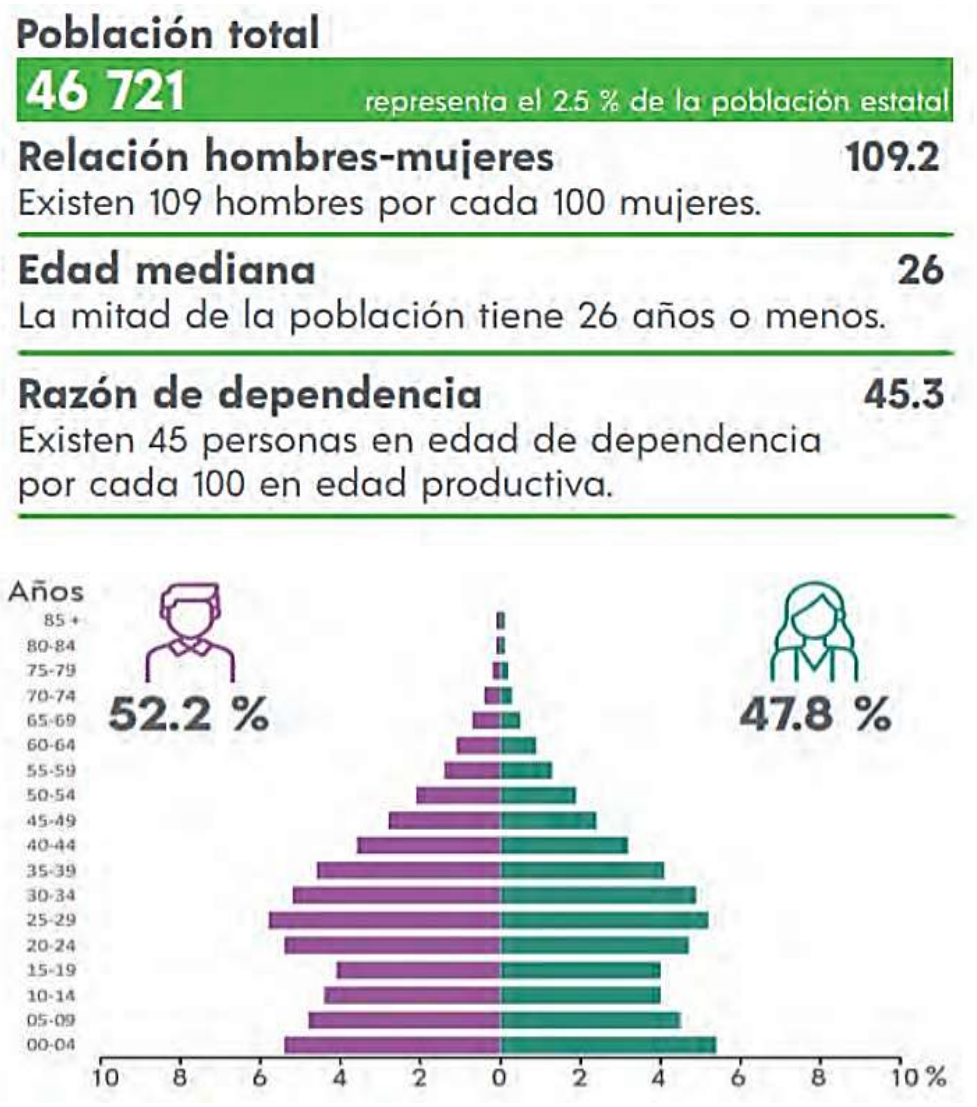
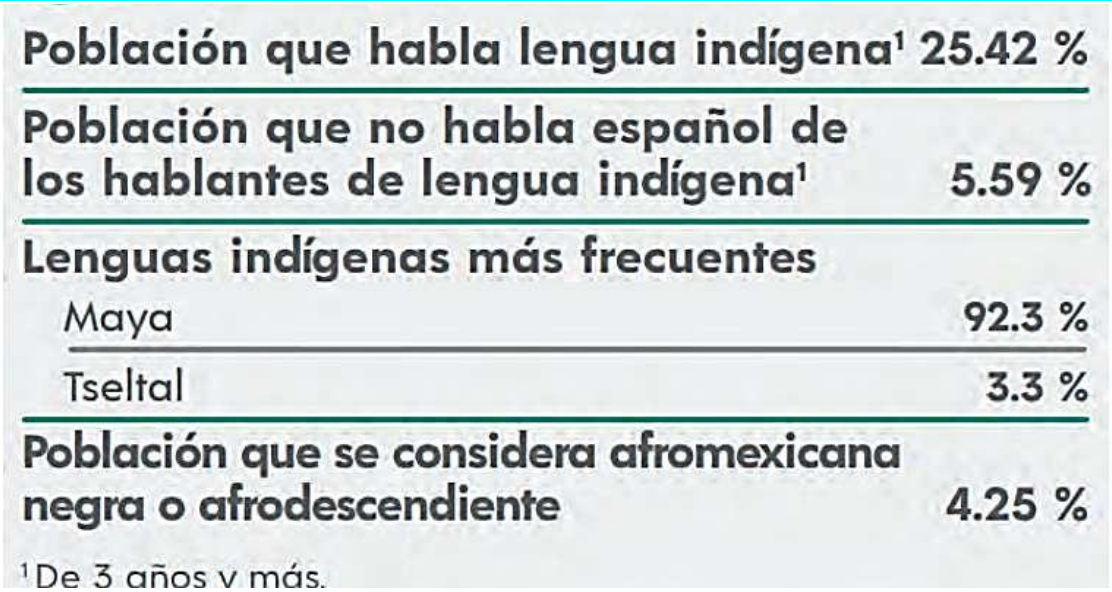


Figura IV.105. Datos poblacionales de la localidad de Tulum (Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020).

Según el INEGI, en el Censo de Población y Vivienda del año 2020, para las localidades de Chan Chemuyil y Ciudad Chemuyil, menos de 40% de población es hablante de lengua indígena, en el municipio de Tulum, el 25.42% de la población mayor de 3 años, habla alguna lengua indígena.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Población que habla lengua indígena[1]	25.42 %
Población que no habla español de los hablantes de lengua indígena[1]	5.59 %
Lenguas indígenas más frecuentes	
Maya	92.3 %
Tseltal	3.3 %
Población que se considera afromexicana negra o afrodescendiente	4.25 %

[1] De 3 años y más.

Figura IV.106. Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en el municipio de Tulum (Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020).

IV.3.1.17.2. Escolaridad

De acuerdo con los datos del INEGI, para Tulum del total de habitantes se tiene que el 5.6 % de la población, mayor de 15 años no saben leer ni escribir.

En cuanto a los grados escolares se tiene el 53.6% sólo cuenta con la Educación Básica, el 26.4% accedió a la Educación Media Superior y sólo el 14.1% tuvo acceso a la Educación Superior.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



[5] De 15 años y más.

Figura IV.107. Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más, en Tulum (Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020).

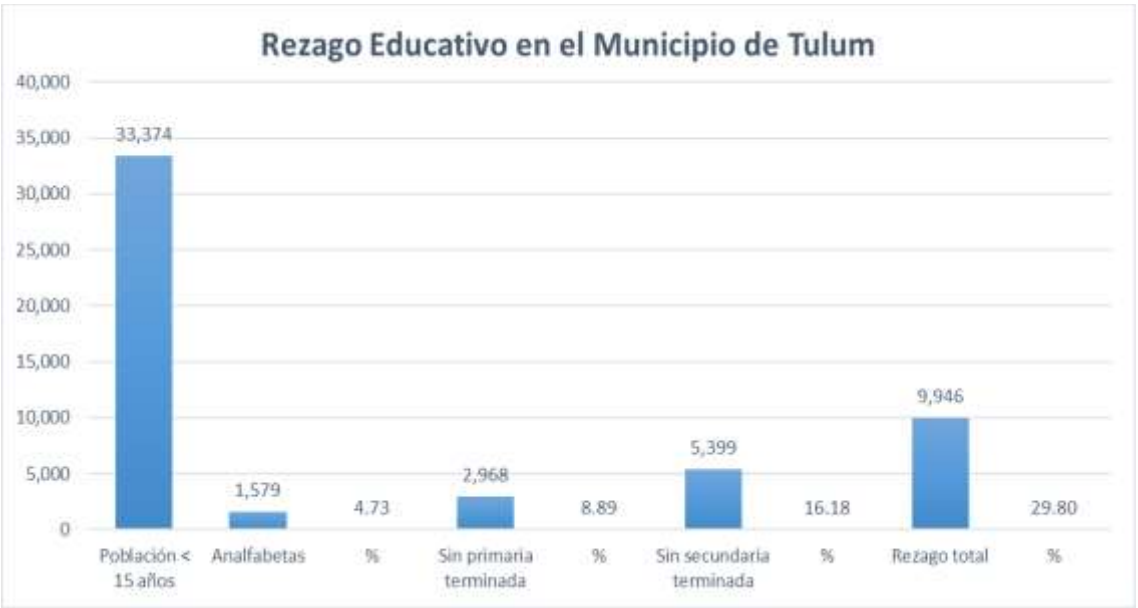


Figura IV.108. Rezago Educativo en el municipio de Tulum.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

tiene que del total de la población 12461 personas se encuentran afiliada a algún servicio de salud en Tulum, mientras que 6 personas tienen derecho en rancho Las Sábilas (3 en el IMSS y 3 en el ISSSTE). En la siguiente gráfica se desglosa el número de personas por seguro de salud.



Figura IV.109. Distribución de personas afiliadas a servicios de salud en las localidades cercanas a Tulum. (Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020).

IV.3.1.17.4. Desigualdad social

El coeficiente o índice de Gini, es una medida estadística diseñada para representar la distribución de los ingresos de los habitantes, en concreto, la inequidad entre estos. Índices más cercanos a 0, representan más equidad entre sus habitantes, mientras que valores cercanos a 1, expresan máxima inequidad entre su población. El coeficiente de Gini en Quintana Roo ha mostrado variaciones, situándose en años recientes alrededor de 0.41 a 0.49, indicando una desigualdad moderada en la distribución del ingreso. Aunque el estado destaca por su alta participación económica y atracción turística, enfrenta retos de disparidad, con una parte significativa de la población con carencias sociales. En 2020, en Quintana Roo, los municipios con menor desigualdad social, de acuerdo al índice de GINI, fueron: Isla Mujeres (0.373), Solidaridad (0.377), Cozumel (0.381), Benito Juárez (0.389) y Tulum (0.418).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

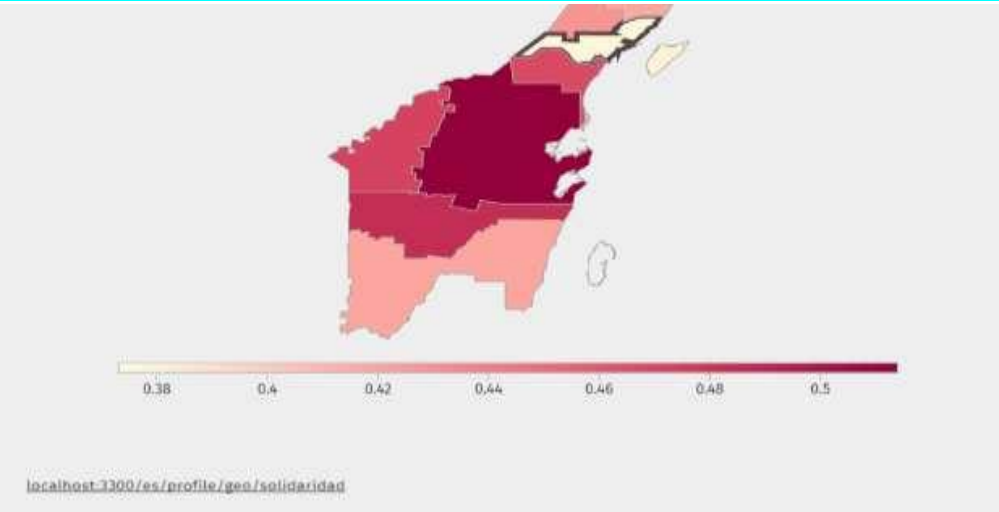


Figura IV.110. Desigualdad social según GINI en Quintana Roo (2020). Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), y Censo Población y Vivienda (Principales resultados por localidad).

Mayor porcentaje de personas en situación de pobreza extrema				Mayor número de personas en situación de pobreza extrema			
No.	Municipio	Porcentaje	Población total	No.	Municipio	Número de personas	Población total
1	Felipe Carrillo Puerto	31.7	107,025	1	Benito Juárez	53,167	852,834
2	José María Morelos	25.1	53,760	2	Felipe Carrillo Puerto	33,879	107,025
3	Bacalar	24.1	50,793	3	Othón P. Blanco	23,274	240,269
4	Lázaro Cárdenas	20.0	35,796	4	José María Morelos	13,489	53,760
5	Tulum	18.8	46,180	5	Solidaridad	13,184	307,806

Figura IV.111. Panorama del municipio de Tulum, dentro de los municipios de Quintana Roo con mayor porcentaje y número de personas en situación de pobreza (Fuente: elaborado por el CONEVAL con base en el MEC del MCS-ENIGH 2020 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

disminución en el porcentaje de población en situación de pobreza extrema fue José María Morelos (5.9 puntos porcentuales). Mientras que, en el mismo periodo, los mayores aumentos en el porcentaje de población en situación de pobreza extrema se observaron en los municipios de Lázaro Cárdenas (4.9 puntos porcentuales), **Tulum (9.1 puntos porcentuales)** y Felipe Carrillo Puerto (10.1 puntos porcentuales).

Las principales carencias sociales, en el Municipio de Tulum en 2020 fueron: Rezago Educativo, Carencia por acceso a los servicios de salud, Carencia por acceso a la seguridad social, Carencia por calidad y espacios de la vivienda, Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda y Carencia por acceso a la alimentación.

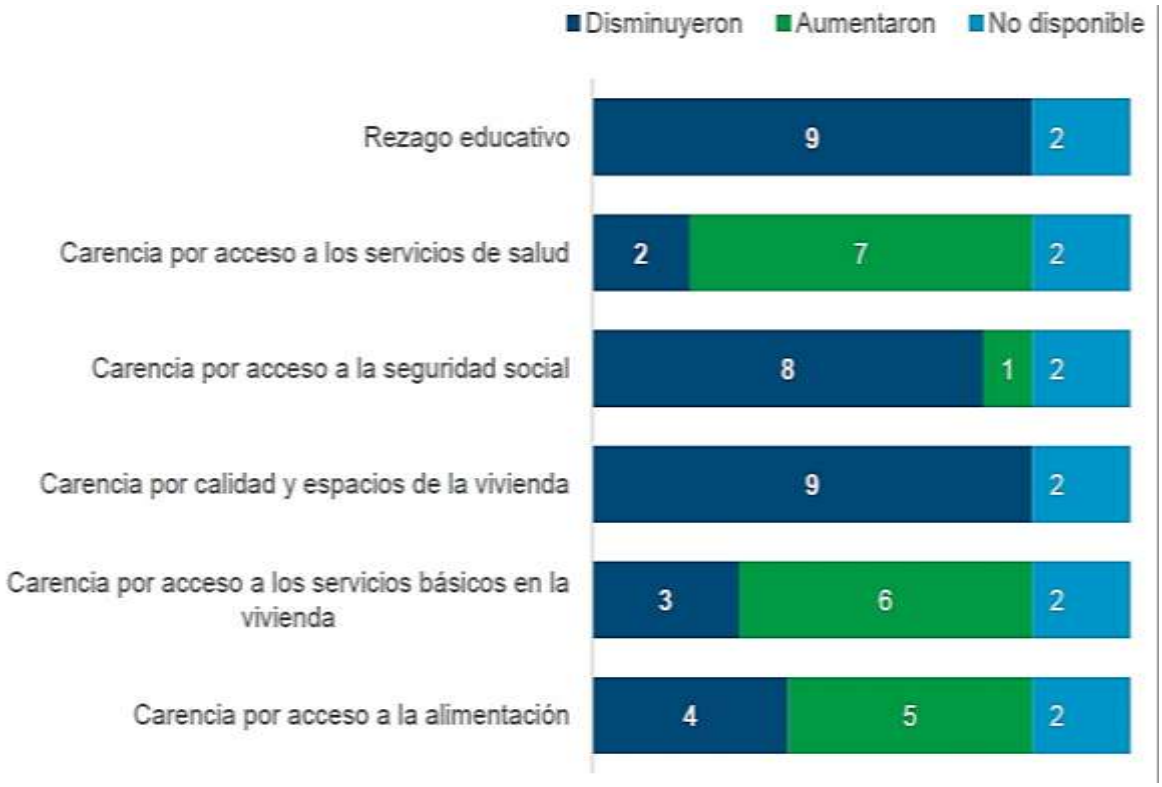


Figura IV.112. Incidencias de carencias 2020 para el municipio de Tulum.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

urbanos considera estos componentes como parte importante que determina su desarrollo sociodemográfico de la población. Es necesario comprender las características de la dinámica sociodemográfica, económica y urbana de la cual forma parte el proyecto. Según datos del Censo Económico 2019, en el área donde se ubica el SAR y el área del proyecto "SAE Chemuyil" no se encontraron unidades económicas. En la siguiente figura se observan las unidades económicas ubicadas dentro del SA y los centros de población como Ciudad Chemuyil y alrededores.

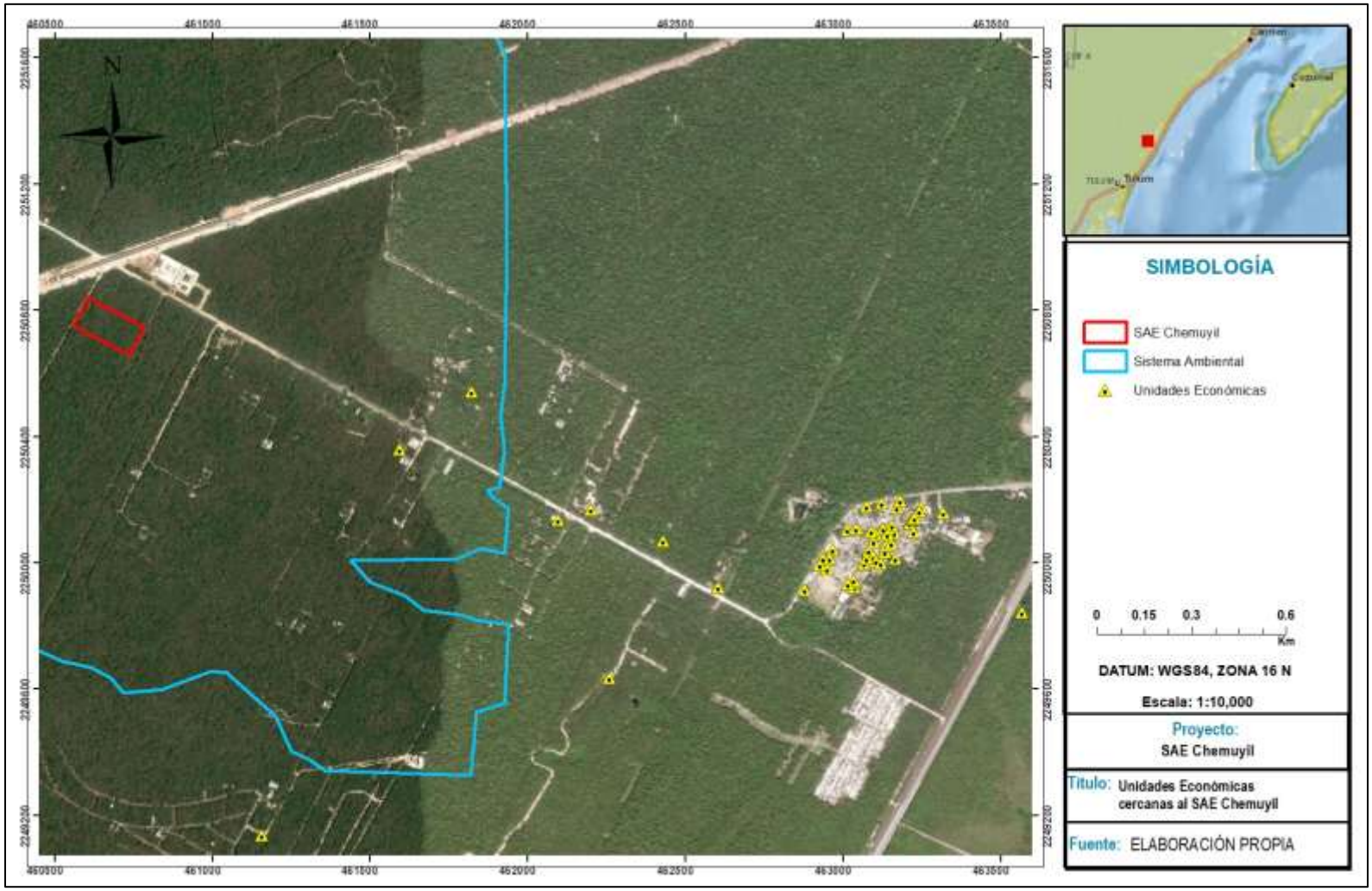


Figura IV.113. Unidades económicas ubicadas dentro del SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tulum. El área presenta Vegetación de tipo Selva Mediana Subperennifolia (SMQ). En el medio físico existe infraestructura relacionada con la industria eléctrica como la S.E. Chemuyil y la LT Akumal 11-73840-Tulum y caminos de acceso. El área del proyecto se ubica a un costado del derecho de vía del Tren Maya, Tramo 5 Sur.



Figura IV.114 Infraestructura cercana al área del proyecto.

Aunado a lo anterior, tanto dentro del SA como en las inmediaciones, se ubican bancos de materiales, predios rústicos particulares, predios con instalaciones vacacionales. En la zona donde se ubica el SA y en el sitio del proyecto no se tiene registro de vestigios arqueológicos registrados por el INAH, centros ceremoniales o sagrados, ni áreas naturales protegidas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Los servicios ambientales son considerados como la capacidad que tienen los ecosistemas para generar productos útiles para el hombre, entre los que se pueden citar regulación de gases (producción de oxígeno y secuestro de carbono), belleza escénica y protección de la biodiversidad, los suelos y flujos de agua. Donde los ecosistemas brindan a la sociedad una serie de beneficios que son divididos en bienes y servicios ambientales. En este presente apartado, los servicios ambientales a considerar y analizar en esta sección son los que establece conforme al artículo 7, Fracción LXI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) conforme a la reforma publicada en el DOF 26-04-2021, son:

> *"...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..."*

De acuerdo con lo anterior, un análisis general para identificar lo que estaría sucediendo con el cambio de uso de suelo, tomando en cuenta el proyecto en su conjunto, es la disminución de los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas en donde se encuentra el predio, que a continuación se describen.

Tabla IV.61. Servicios ambientales que se afectarán durante el proyecto.

Servicios Ambientales (conforme el artículo 7 fracción LXI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable DOF-26-04-2021)	**Afectación con el Cambio de Uso de Suelo del Proyecto**
La provisión del agua en calidad y cantidad.	Si
La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.	Si
La generación de oxígeno	Si
El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.	No
La modulación o regulación climática	No
La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida	Si
La protección y recuperación de suelos	Si
El paisaje y la recreación	Si

De acuerdo con la tabla anterior, en este sentido primero se presenta una cuantificación de los servicios ambientales que actualmente brinda el área de objeto de estudio (Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales), al mismo tiempo que se indican las medidas que el promovente llevará a cabo para no poner en riesgo la

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

en su momento pero que se recuperarán estos servicios ambientales en otras áreas propuestas que se explicarán en los siguientes párrafos.

IV.4.1. Balance hídrico.

Para la determinación de la infiltración se utilizó el método de Balance Hidrometeorológico, en donde se establece como entrada de agua al sistema la lluvia, y las salidas están definidas en la evapotranspiración y el escurrimiento. Se busca encontrar la proporción y distribución del agua que recibe el acuífero por infiltración directa de lluvia. Este es un método que analiza la cantidad de agua de lluvia que recarga al acuífero, estableciendo la lluvia que realmente infiltra, una vez que haya pasado los procesos de capacidad de infiltración del suelo y evapotranspiración (ETP).

El orden de magnitud del coeficiente de infiltración por lluvia se obtuvo a través de un balance de agua superficial, para el cual se aplicó la siguiente expresión:

Infiltración = P – ETR – Ve

onde:

P = Precipitación
ETR = Evapotranspiración
Ve = Volumen de escurrimiento

La memoria de cálculo se presenta como parte del respaldo electrónico que acompaña al presente documento (**Infiltración_SA.xls** e **Infiltración_CUSTF.xls**).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

(m^3)/año como se muestra en la siguiente tabla. El cálculo de este valor se incluye en los anexos.

Tabla IV.62. Infiltración en el Sistema Ambiental.

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Precipitación (m^3)	ETR (m)	Evapotranspiración (ETR m^3)	K	Ce	Escurrimiento (Ve m^3)	Infiltración (I m^3)/año
SMQ	508.0647	7,295,809.092	0.979	4,972,797.594	0.120	0.071	519,169.775	1,803,841.723
VSA/SMQ	241.2140	3,463,833.040	0.979	2,360,936.312	0.120	0.071	246,486.359	856,410.369
Total	**749.2787**	**10,759,642.132**		**7,333,733.91**			**765,656.134**	**2,660,252.092**

IV.4.1.2. Infiltración en el CUSTF o área del proyecto.

IV.4.1.2.1. Escenario 1 Sin CUSTF y con cobertura vegetal.

Para el escenario 1 (condiciones actuales sin proyecto y con cubierta vegetal) se tiene una infiltración de **7,100.835 m^3/año**. El cálculo de este valor se incluye en los anexos.

Tabla IV.63. Infiltración en el AP en el escenario 1 (actual).

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Precipitación (m^3)	ETR (m)	Evapotranspiración (ETR m^3)	K	Ce	Escurrimiento (Ve m^3)	Infiltración (I m^3/año)
SMQ	2.0000	28,720.000	0.979	19,575.450	0.120	0.071	2,043.715	7,100.835

IV.4.1.2.2. Escenario 2 con CUSTF sin cobertura vegetal.

Para el escenario 2 (condiciones actuales sin proyecto y con cubierta vegetal) se tiene una infiltración de **2,610.367 m^3/año**. El cálculo de este valor se incluye en los anexos.

Tabla IV.64. Infiltración en el AP en el escenario 2 (actual).

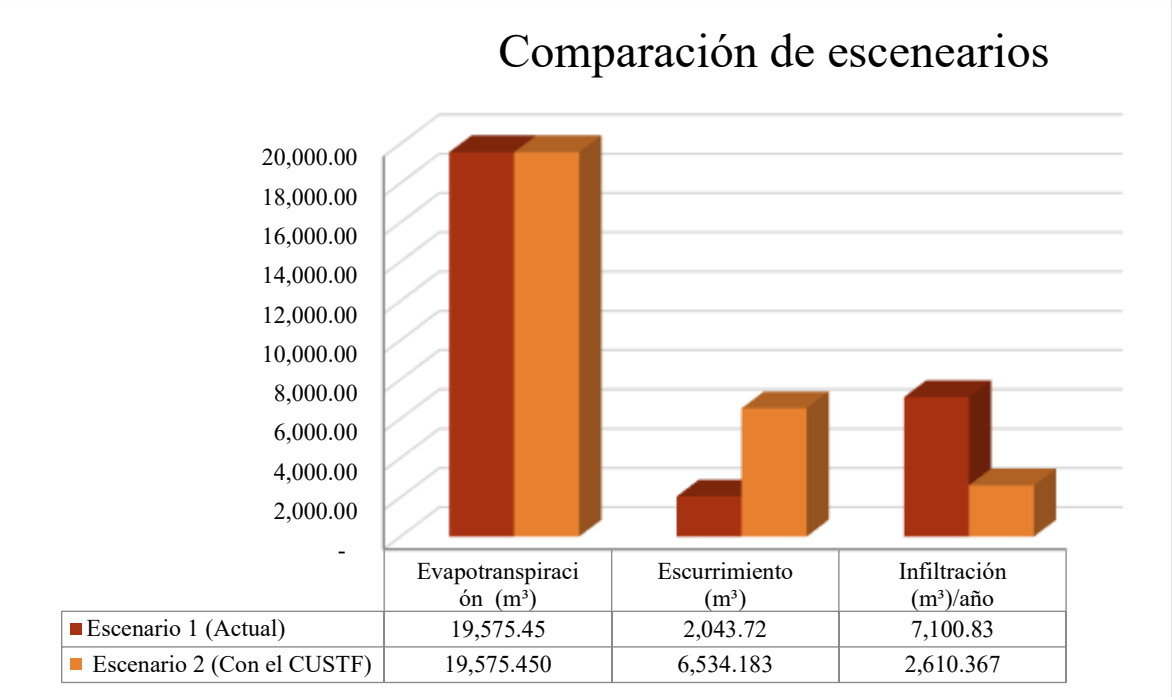
Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Precipitación (m^3)	ETR (m)	Evapotranspiración (ETR m^3)	K	Ce	Escurrimiento (Ve m^3)	Infiltración (I m^3/año)
SMQ	2	28,720.000	0.979	19,575.450	0.260	0.228	6,534.183	2,610.367

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

2.0000 ha donde se ejecutará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales se tiene un déficit de **4,490.468 m³/año**. Este déficit se debe al aumento del escurrimiento en el área solicitad a CUSTF debido a la pérdida de vegetación en la implementación del proyecto y por lo tanto a la pérdida de la captación del agua. A continuación, se presenta la comparación del Escenario 1 y el Escenario 2:

Tabla IV.65. Comparación de los escenarios 1 y 2 de infiltración.

	Escenario 1 (Actual)	Porcentaje (%)	Escenario 2 (Con el CUSTF)	Porcentaje (%)
Precipitación (m^3)	28,720.000	100	28,720.000	100
Evapotranspiración (m^3)	19,575.450	68	19,575.450	68
Escurrimiento (m^3)	2,043.715	7	6,534.183	23
Infiltración (m^3)/año	7,100.835	25	2,610.367	9



La vegetación modifica la infiltración de varias maneras: puede interceptar parcialmente el agua de lluvia y, junto con el posterior escurrimiento desde el dosel vegetal, modificar la intensidad (Rutter *et al.*, 1972, Aston, 1979) y el diámetro de gota (Calder, 1996) del agua que cae al suelo. En este proceso se reduce la intensidad de la lluvia y aumenta el diámetro de las gotas, permitiendo una mayor proporción de infiltración sobre el agua caída. A pesar de su mayor diámetro, las gotas tienen una

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

de las gotas con toda su energía inicial. Así, la presencia de cubierta vegetal implica una capacidad de infiltración mayor.

En el presente estudio se presentará las medidas de mitigación que estarán a cargo del promovente para mitigar lo que se estaría afectando por el nuevo cambio de uso de suelo, sin embargo, por el uso que ya presenta el área del proyecto se puede decir que el impacto de está no aumentará la fragmentación, erosión entre otros impactos que ya existen en el área, ya que es una obra puntual dichas obras no rebasan más allá de la barda perimetral del predio.

IV.4.2. Captura de carbono.

IV.4.2.1. Primer escenario. Condición Actual - Toneladas de carbono almacenado en la biomasa presente en la superficie sujeta a CUSTF.

El resultado del cálculo de carbono se encontró la captura de carbono aéreo de **10.757** Ton C/ha y captura de carbono subterráneo de **3.819** Ton C/ha, mientras que en el área de CUSTF sería una captura de carbono aéreo de **21.595** Ton/CUSTF y **7.668** Ton/CUSTF captura de carbono subterráneo, haciendo un total de **29.263 Ton CUSTF** de carbono almacenado, en la superficie sujeta CUSTF cubierta de la flora de la SMQ del ACUSTF y por la cual esta área en este escenario dejaría de almacenar carbono, como se resume a continuación:

Tabla IV.66. Contenido Total de Carbono (tC) en la superficie sujeta a CUSTF.

Categoría	tC/ha	tC/2.00 ha
Carbono en la biomasa por encima del suelo	10.757	21.595
Carbono en la biomasa por debajo del suelo	3.819	7.668
Totales =	**14.576**	**29.263**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

removida con motivo del CUSTF asociado al proyecto se estima que la recuperación o compensación ocurrirá en un periodo de 6 año del almacenamiento de carbono (**36.033 tC**) por medio del "*Programa de reforestación*" que se propone como medida de mitigación, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV.67. Perdida de tC/Ha almacenado en la superficie sujeta a CUSTF (Segundo Escenario) y su recuperación.

Sup. CUSTF				Sup. Reforestación			
2.0076				2.0000			
Ind/ha	Total Ind	Biomasa (t)	tC Almacenado	Total Ind	Biomasa (t)	tC Almacenado	Periodo de almacenamiento
1,860.0	3734	58.526	29.263	1,885.00	2.511	36.033	6 años

Perdida de almacenamiento de carbono	Recuperación de carbono almacenado (t)	Excedente de carbono almacenado (t)	Sobrevivencia
29.263	29.263	6.770	100
	29.263	5.416	80

Para mitigar la pérdida de carbono por el CUSTF, estimado en **29.263 tC**, se implementará un "*Programa de Reforestación*". Por lo anterior, los siguientes párrafos están orientados a demostrar que por medio de esta Reforestación se podrá capturar el carbono en un total de **29.263 tC**, capacidad de almacenamiento que actualmente se registra en la superficie sujeta a CUSTF (primer escenario).

Tomando en consideración lo dicho, puede asegurarse que con la medida propuesta se mitigará la pérdida en la capacidad de almacenamiento de carbono provocada en el Área del Proyecto.

Se menciona que los cálculos relativos a lo presentado para la pérdida y mitigación de la pérdida de carbono se incluyen como parte de los anexos que forman parte del respaldo electrónico del presente documento, en el archivo denominado **Cálculo Captura Carbono SAE Chemuyil.xlsx**.

IV.4.3. Generación de oxígeno.

Durante el proceso de fotosíntesis, las plantas transforman el CO_2 y el agua, con la ayuda de la luz, en hidratos de carbono con desprendimiento de oxígeno y agua. Este proceso es continuo en todos los organismos autótrofos. Esta reacción es conocida como:

$$6CO_2 + 12H_2O \qquad C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \ldots. (Rx1)$$[1][2]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

2 2

Considerando que la captura de CO_2 es inversamente proporcional a la generación de oxígeno, como se puede observar en la Rx1, tomando en cuenta los pesos moleculares de cada una de las moléculas de Carbono y Oxígeno se calcula el porcentaje que tiene el O_2 en la molécula, como a continuación se explica:

El peso atómico del Carbono es igual a 12 g/mol y del Oxígeno 16 g/mol, por lo tanto, el peso atómico de la molécula de CO_2 es de 44 g/mol. De lo anterior tenemos que, la molécula de CO_2, 72.73 % pertenece al O_2 (de manera que 27.27% corresponderían al C).

Considerando que, para el presente documento, en el **Capítulo 6**, ya se ha calculado a cantidad de carbono presente en la biomasa que sería removida como parte de la vegetación forestal, el cual es de **29.263** toneladas para una superficie de 2.0076 ha, puede utilizarse la proporción mencionada para tener una aproximación de los valores de CO_2 y O_2:

Así, se tiene que la generación de oxígeno de la vegetación en el área donde se localiza la superficie sujeta a CUSTF para el proyecto tendría una disminución en cuanto a la generación de O_2 de **78.045 ton**, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.68. Toneladas de O_2 en la superficie sujeta a CUSTF.

C	O_2	CO_2
29.263	78.045	107.308

Bajo este contexto, con la remoción de vegetación por el CUSTF para el proyecto dejarían de generarse 78.045 toneladas de O_2 sin embargo, con el establecimiento de una plantación con especies forestales de la región en una superficie de 2.00 ha (medida de mitigación propuesta), en un periodo de 6 años se mitigaría esta pérdida.

IV.4.1. Amortiguamiento de los fenómenos naturales

Este servicio ambiental no se verá afectado dada las dimensiones de la obra. La superficie de las áreas de CUSFT es un área que se ubica en una zona con impactos y con actividades agropecuarias y urbanas, no quedará expuesta. El amortiguamiento contra los huracanes o fuerte ráfaga de vientos, erosión eólica, etc. Se seguirá presentando en el área.

IV.4.2. Regulación climática

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

vegetación puede regular la temperatura, humedad y las velocidades del viento (FAO, 2022).

Los ecosistemas naturales juegan un papel importante en la regulación o modulación climática a través de la regulación de temperatura y humedad relativa, ya que absorben el bióxido de carbono (CO_2) mediante el almacenamiento en biomasa, reduciendo así los niveles de gases de efecto invernadero. La eliminación de la cubierta vegetal disminuye la capacidad de regular el clima o microclima de un lugar.

Los árboles absorben una proporción importante de la energía proveniente de la radiación solar que incide sobre su dosel y la transforman a través de la fotosíntesis. Además, liberan agua cuando se abren las estomas de las hojas para el intercambio gaseoso al realizar la fotosíntesis. Durante este proceso ocurren intercambios de energía, así como cambios en la humedad relativa que conducen a reducciones en la temperatura (Teixeira *et al*., 2012).

Las medidas compensatorias como el programa de reforestación amortiguarán estos efectos, sumándose al fortalecimiento del SA y del área puntual en sí, ya que la superficie propuesta para la reforestación es mayor que la superficie a remover.

IV.4.3. Protección de la biodiversidad, ecosistemas y formas de vida

IV.4.3.1. Flora

La composición florística de la VSA/SMQ en el área de estudio (AP-SA) se constituye de 121 especies, 96 géneros y 43 familias, siendo la familia Fabaceae la de mayor riqueza con 13 especies, seguida de la Rubiacaes (6), la Polygonaceae (6) y las familias Euphorbiaxeae, Myrtaceae, Nyctaginaceae con 5 especies.

Para el AP se registraron 91 especies de 73 géneros y 35 familias con un total de 611 individuos contabilizados; Se reporta dos especies listadas como Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación de su Anexo Normativo III: *Thrinax radiata* y *Beaucarnea pliabilis*. Entre las familias mejor representadas por número de especies destacan la Fabaceae (37.14%), Polygonaceae (17.14%), y Nyctaginaceae con el 14.28%. Las especies más abundantes fueron *Gymnopodium floribundum* (63 individuos), *Manilkara zapota* (45 individuos), *Dyospyros tetrasperma* (36 individuos) y *Nectandra salicifolia* (35 individuos).

Para el SA se reportaron 89 especies de 76 géneros y 38 familias con un total de 1128 individuos contabilizados; solo dos especies se encuentran listadas como Amenazada

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

13.15%. Las especies más abundantes fueron: *Nectandra salicufolia* (143 ind.); *Manikara zapota* (104 ind.); *Casearia corymbosa* (89 ind.) y *Callophyllum brasiliensis* (82 ind.).

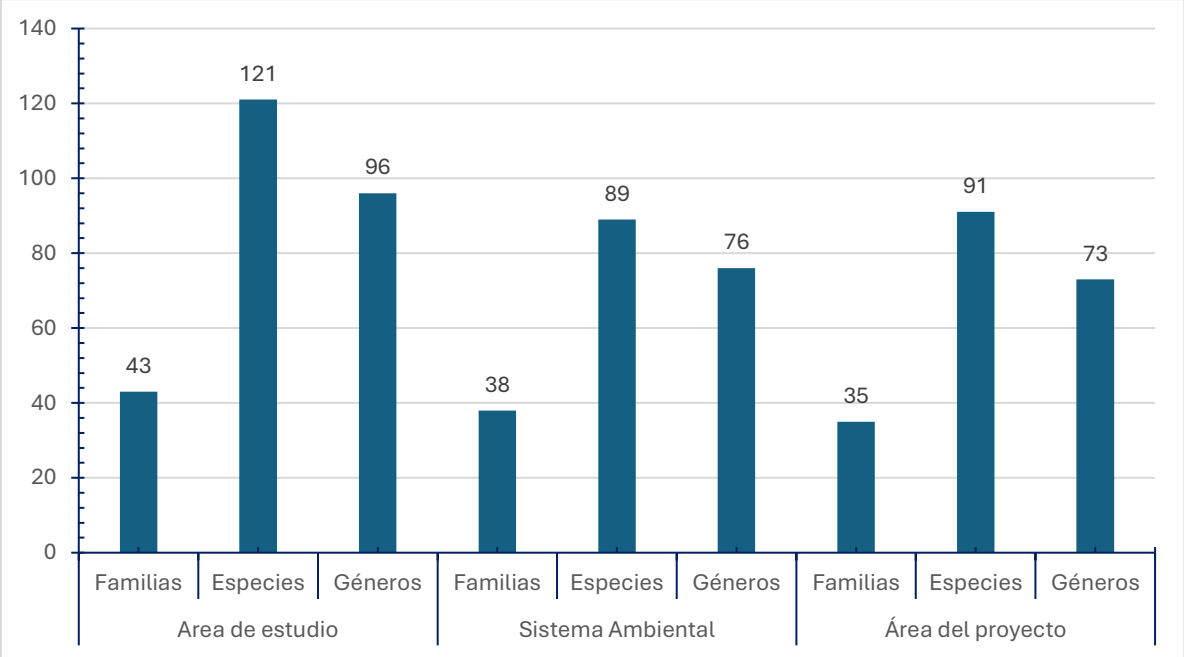


Figura IV.115. Comparación de la composición florística del AP respecto al SA.

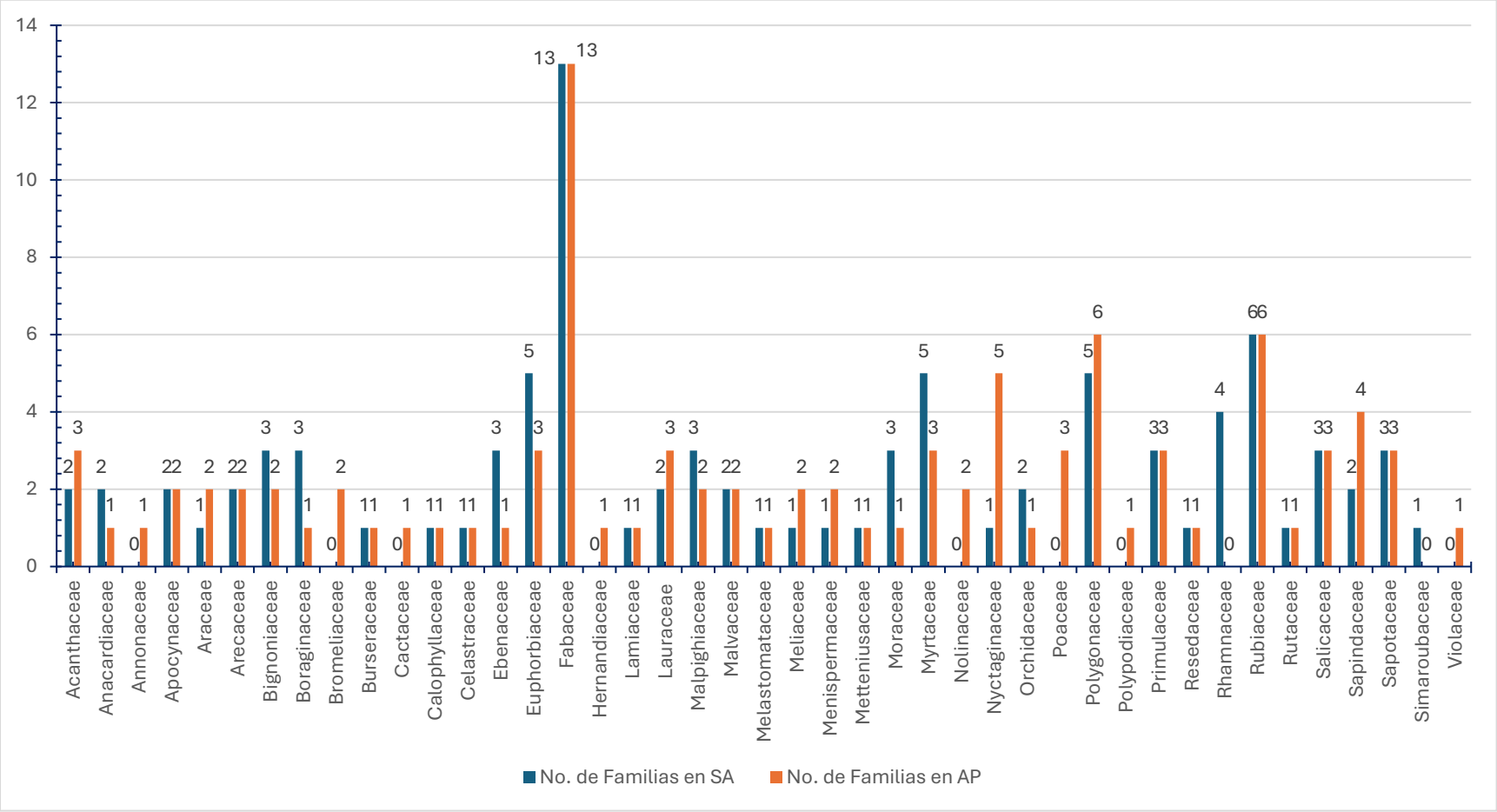


Figura IV.116. Comparación de la composición florística por Biotipo del AP respecto al SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

con una diversidad de H' 3.76 basado en la riqueza de especies; en el AP se registró un total de 88 especies de 611 individuos con una diversidad de H' 3.6. Para ambas zonas se considera una diversidad Alta, al presentar valores superiores a 3.

Tabla IV.69. Índices de diversidad de especies estimados para el Sistema Ambiental (SA) y Área del Proyecto (AP).

Área estudiada	Riqueza especifica (S)	Abundancia	Índice de diversidad			
			αF	H'	1-D	J
AP	88	611	28.19	3.76	26.61	0.84
SA	91	1,128	23.34	3.6	20.65	0.80

En cuanto a los índices de alfa de Fisher y de Simpson, se obtuvieron valores más altos para el AP (af = 28 y -D = 26.61) respecto al SA (aF = 23.34 y -D = 20.65). En cuento al índice de Pielou (J), se puede observar que tanto en el AP como en el SAR los valores se presentan en 0.84 y 0.80, lo cual es indicativo de que en ambas comunidades las poblaciones de sus especies se distribuyen de forma ligeramente heterogénea al haber presencia de pocas especies dominantes.

Similitud florística del área del proyecto (AP) respecto al sistema ambiental (SA).

La similaridad florística (ver Anexo **BDts SAE Chemuyil.xlxs**) se basa en la incidencia de las especies en cada ambiente (presencia o ausencia) y el resultado se puede visualizar como la proporción o porcentaje de especies compartidas, permitiendo conocer en forma detallada la semejanza entre pares de comunidades florísticas que previamente han sido definidas como lo es el área del proyecto (AP) y su sistema ambiental (SA). Las comunidades nativas de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) en el AP y SA respectivamente presentaron una similitud en composición de especies del 48.76 % (JC: 0.48); por su biotipo, la similitud por biotipo arbóreo fue de 50 % (JC: 0.50), para el arbustivo fue de un 31.82 % (JC: 0.3333), para el biotipo herbáceo del 28.57 % y para el biotipo liana de 18.75 %. La similitud florística del área del proyecto (AP) sujeto a CUSTF respecto al sistema ambiental (SA) se evaluó mediante Coeficiente o índice de Jaccard (JC), modificado por Ellenberg (1956), que es exclusivamente cualitativo y no considera el grado de participación de cada especie en la dominancia ecológica, donde el valor más cercano a 1 indica mayor semejanza (Magurran,1988). Como se puede observar es el cociente de la intersección entre la suma de todo lo no común, es al contrario del índice de inclusión, un índice simétrico, y como aquel, sus valores oscilan entre 0 y 1; cuando la intersección es nula, Jij = 0, y cuando los conjuntos son idénticos, Jij = 1.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Donde:

Na = Número de elementos en el Comunidad A.
Nb = Número de elementos en la comunidad B.
Ni = Número de elementos comunes en A y B.

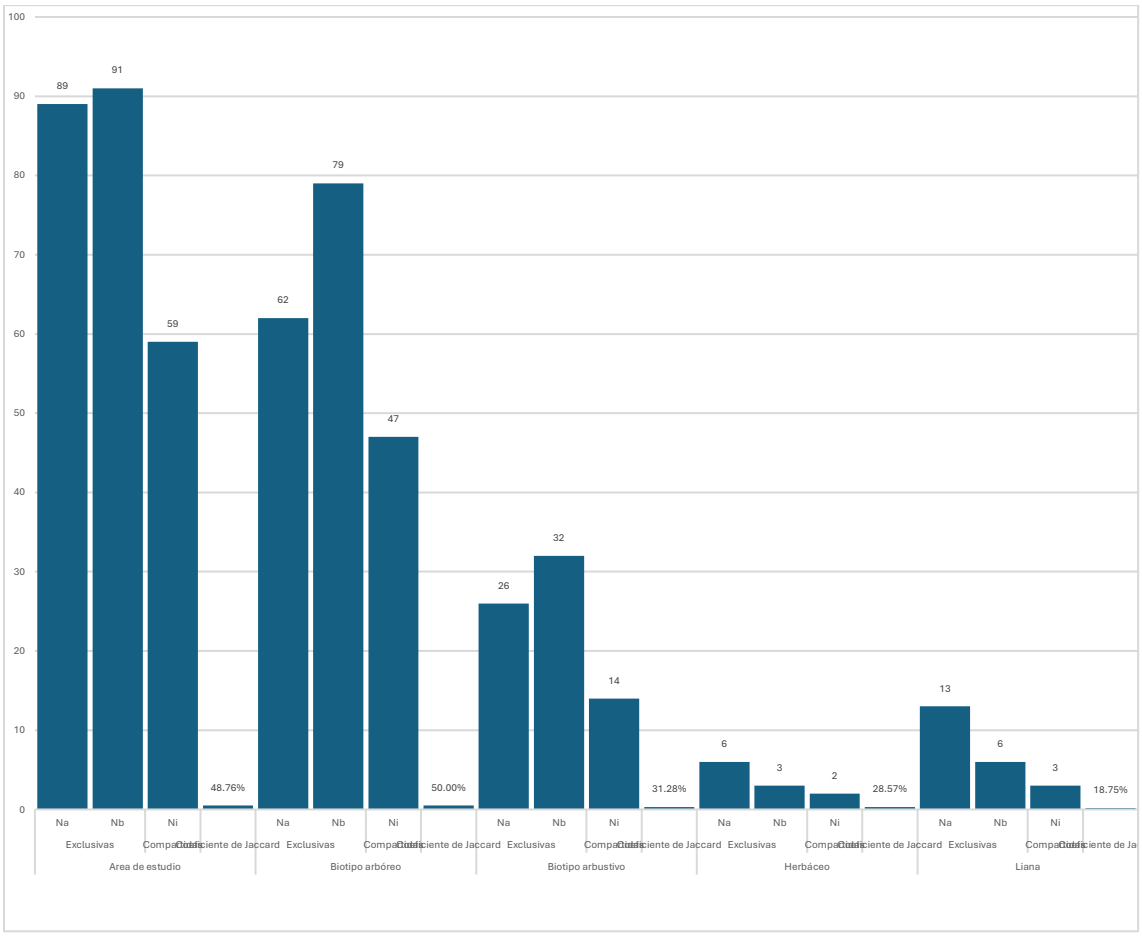


Figura IV.117. Similitud en composición de especies (acorde al muestreo de vegetación) de la VSA/SMQ en el área del proyecto y el sistema ambiental, estimado con el coeficiente de Jaccard (CJ).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo 2019: *Spondias radlkoferi*, *Thrinax radiata* y *Beaucarnea pliabilis*. Se reportó la presencia de 24 especies bajo algún grado de Endemismo.

Tabla IV.70. Especies de importancia para la conservación reportadas en el AP y SA.

Especie	Distribución	AP	SA
Carlowrightia yucatanensis	PY	2	0
Justicia cobensis	PBPY	1	5
Justicia lundelli	PY	4	13
Cascabela gaumeri	PY	4	3
Plumeria obtusa	PY	9	6
Thrinax radiata	PY	14	30
Diospyros tetrasperma	PY	36	59
Croton icche	PY	0	5
Bauhinia jenningsii	PY	2	0
Coulteria cubensis	PY	0	7
Diphysa yucatanensis	PBPY	0	2
Platymiscium yucatanum	PBPY	13	25
Byrsonima bucidifolia	PBPY	0	2
Ceiba schottii	PY	23	16
Ottoschulzia pallida	PY	20	20
Beaucarnea pliabilis	PY	14	0
Rhyncholaelia digbyana var. digbyana	PY	3	0
Coccoloba spicata	PY	1	0
Neomillspaughia emarginata	PBPY	3	4
Randia longiloba	PBPY	1	3
Stenostomum lucidum	PY	0	2
Serjania yucatanensis	PBPY	1	0
Sideroxylon americanum	PY	2	0

IV.4.3.2. Fauna

Análisis integral de la fauna presente en el SA y AP.

Riqueza específica y estimado de abundancia.

Para el SA la riqueza alcanzó las 103 especies, mientras qué, para el AP 54 especies, por lo tanto, el SA presenta una mayor riqueza total de especies con respecto al AP. El porcentaje de completitud para los estimadores de abundancia osciló entre 87.88 % (Chao-1) para el SA y de 75.31 % para el AP (Chao-1), con lo que puede concluirse que el muestreo fue suficiente al tener un porcentaje de completitud o confiabilidad mayor al 70%. Además, para el SA se obtuvo una abundancia de 504, de manera general, mientras que para el AP se registró un total de 54 individuos

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla IV.71. Comparación de la Riqueza de la comunidad faunística entre el AP y el SA.

Grupo	AP		SA	
	Riqueza	%	Riqueza	%
Herpetofauna	4	7.41	7	6.80
Avifauna	42	77.78	82	79.61
Mastofauna	8	14.81	14	13.59
Total	54	100.00	103	100.00

Tabla IV.72. Comparación de la Abundancia de la comunidad faunística entre el AP y el SA.

Grupo	AP		SA	
	Abundancia	%	Abundancia	%
Herpetofauna	4	3.39	25	4.96
Avifauna	99	83.90	418	82.94
Mastofauna	15	12.71	61	12.10
Total	118	100.00	504	100.00

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

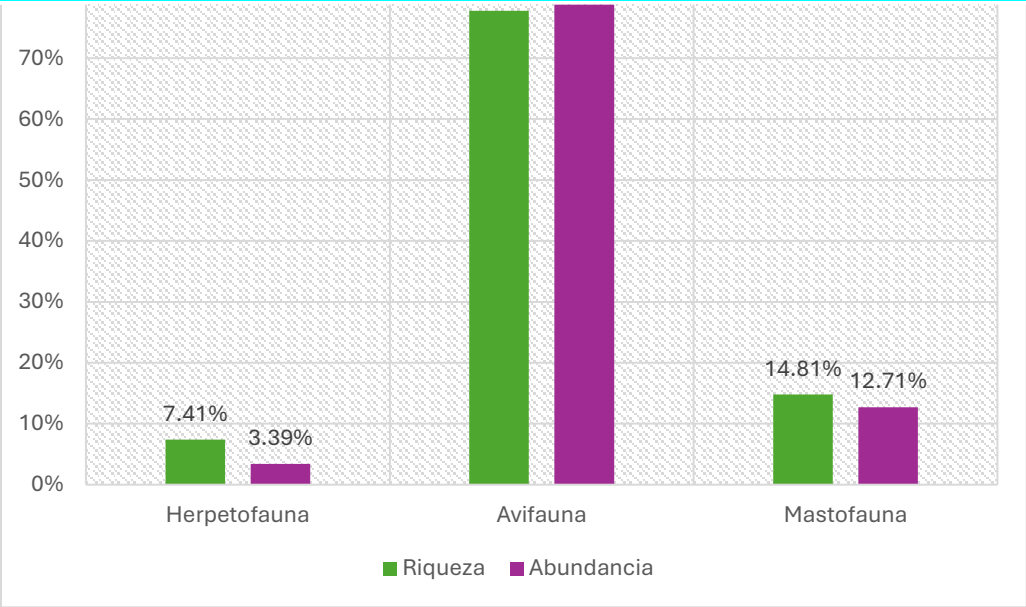


Figura IV.118. Porcentaje de representatividad de la riqueza y abundancia de la comunidad faunística del AP.

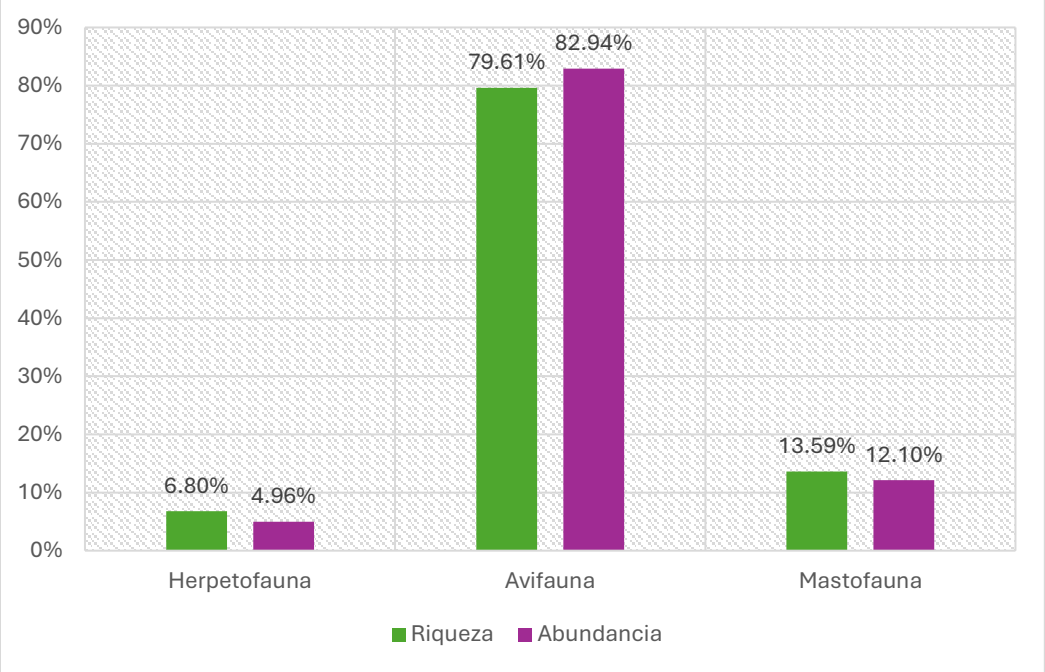


Figura IV.119. Porcentaje de representatividad de la riqueza y abundancia de la comunidad faunística del AP.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

riqueza y abundancia de las comunidades faunísticas del AP y SA:

Tabla IV.73. Índices de diversidad estimados para las especies registradas en el SA y AP.

Índice	Herpetofauna		Avifauna		Mastofauna	
	AP	SA	AP	SA	AP	SA
H'	1.242	1.689	3.374	3.871	1.859	2.168
1-D	0.6667	0.7808	0.9503	0.9682	0.8089	0.8331
aF	5.245	3.228	27.55	30.51	6.966	5.687
J	0.8962	0.8682	0.9028	0.8783	0.8942	0.8214
d	0.5	0.32	0.1313	0.08373	0.3333	0.2787

Como puede observarse, para el **Área del Proyecto** existe una diferencia considerable entre la riqueza y la abundancia de la Avifauna respecto a los grupos Mamíferos y la Herpetofauna. Estos resultados se reflejan con mayor valor del índice de Shannon (H'= 3.374), el cual fue superior respecto a los valores obtenidos para Mastofauna (H' = 1.859) y Herpetofauna (H'= 1.242). Considerando que los valores inferiores a 2 se consideran bajos, valores entre 2 a 3 se consideran normales y valores superiores a 3, altos, se observa que la Avifauna presenta diversidad Media o Normal. Por su parte, la Mastofauna una y la Herpetofauna una diversidad Baja.

El índice de Equidad de Pielou (J), indica la distribución de los individuos (población) entre las especies de una comunidad (valores cercanos a 1 indican distribución homogénea o equitativa; valores cercanos a 0 indican una distribución heterogénea o no equitativa). Respecto a este índice, se puede determinar que los tres grupos biológicos de estudio presentan una distribución homogénea de sus poblaciones en el AP, presentando los siguientes valores (Herpetofauna = 0.89, Avifauna = 0.90 y Mastofauna = 0.89).

En cuanto al **Sistema Ambiental** Como puede observarse, existe una diferencia considerable entre la riqueza y la abundancia de la Avifauna respecto a los grupos Mamíferos y Herpetofauna. Estos resultados se visualizan en relación con el alto valor del índice de Shannon (H'= 3.87), el cual fue superior respecto a los valores obtenidos para la Mastofauna (H' = 2.1) y Herpetofauna (H' = 1.68). Considerando que los valores inferiores a 2 se consideran bajos, valores entre 2 a 3 se consideran normales y valores superiores a 3, altos, se considera que la Avifauna presenta una Alta diversidad. Sin embargo, como puede observarse los valores para Mamíferos y Reptiles son

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

El índice Equidad de Pielou (J), como se ha mencionado anteriormente, indica la distribución de los individuos de una especie en una comunidad (valores cercanos a 1 indican distribución homogénea o equitativa; valores cercanos a 0 indican una distribución heterogénea o no equitativa). Respecto a este índice se puede observar que tanto las Aves (0.87), Mamíferos (0.82) y la Herpetofauna (0.86), presentan una distribución homogénea de sus poblaciones, es decir, que sus poblaciones no se encuentran fuertemente influenciadas por la presencia de especies dominantes.

Dada la información presentada en párrafos anteriores, se puede determinar que en el SA se presentó los valores más altos de riqueza y abundancia, así como de los índices de diversidad y equidad respecto al AP, lo que indica que la comunidad faunística del área del SAE Chemuyil se encuentra bien representada en el Sistema Ambiental Regional. Además, es importante mencionar que, para mitigar el impacto en el AP, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

Índices de Similitud Faunística.

La diversidad Beta mide las diferencias (el recambio) entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidad o dos paisajes; para este caso, la determinación del recambio de especies entre el SA y AP. Estas diferencias podrán ocurrir en el espacio, cuando las mediciones se hacen en sitios distintos en un mismo tiempo, o en el tiempo, cuando las mediciones se realizan en el mismo lugar, pero en periodos distintos. Koleff y Gaston (2002) miden el "*spatial turnover*" (diversidad beta) en términos de ganancia o pérdida de especies, y documentan la influencia de la escala espacial en las relaciones entre el "*turnover*", la diversidad puntual y la diversidad regional.

Con el objetivo de describir asociaciones o comunidades de fauna semejantes entre sí o para tener agrupaciones de los levantamientos con alguna medida de afinidad, se aplicó el índice de Morisita-Horn (Magurrann, 1988) y el índice de Jaccard (J), modificado por Ellenberg (1956).

Índice de Morisita-Horn: mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar, cada uno de un sitio o grupo diferente sean de la misma especie. Para cualquier par de grupos el valor se encuentra entre 0 y 1, siendo los valores cercanos a uno los más similares; estos valores dependen del número de especies comunes y de la abundancia relativa de éstas:

$$CH = (2 * \Sigma [xi * yi]) / ((\Sigma [xi2 / X2] + \Sigma [yi2 / Y2]) * X * Y)$$

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

xi = número de individuos de la especie "*i*" en la muestra A.
yi = número de individuos de la especie "*i*" en la muestra B.
X = número total de individuos en la muestra A.
Y = número total de individuos en la muestra B.

Índice de Jaccard(J), modificado por Ellenberg (1956): es exclusivamente cualitativo y no considera el grado de participación de cada especie en la dominancia ecológica, donde el valor más cercano a 1 indica mayor semejanza (Magurran,1988):

$$Jij = c/(a + b - c) * 100$$

Donde:

Jij = índice de Jaccard.
a = número de individuos de la especie "*i*" en la muestra A.
b = número de individuos de la especie "*i*" en la muestra B.
c = número total de individuos en la muestra A.

En la siguiente tabla se presenta la información esencial para la obtención de los valores de similitud de la comunidad reportada en el AP vs SA.

Tabla IV.74. Índices de similitud.

Jaccard		Morisita-Horn	
a (SA)	103	Σ [xi * yi]	1448
b (AP)	54	Σ [xi2 / X2]	0.02
c (especies compartidas)	54	Σ [yi2 / Y2]	0.04
Jij	**0.5242**	X (SAR)**	504
%	**52.42**	Y (AP)**	120
		CH	**0.7658**
		%	**76.58**

*Riqueza de especies
**Abundancia total

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

lo que, las especies compartidas de un sitio a otro, no varía tan significativamente. En conclusión, la construcción del proyecto **SAE Chemuyil** en el área del CUSTF no afectará la diversidad de fauna del SA, puesto que en la zona ya existe un alto grado de perturbación y aislamiento donde las especies generalistas y las que se adaptan a ambientes perturbados fueron registradas, además de que todas las especies registradas en el AP fueron reportadas en su totalidad en el SA.

Especies faunísticas de importancia para la conservación.

En el AP solo se registraron cinco especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo III: en la categoría de amenazados (A) esta *Ctenosaura similis y Ramphastos sulfuratus,* en la categoría de Protegidos (Pr) se registró a *Amazona albifrons* y a *Polioptila bilineata,* y finalmente en la categoría de Peligro de extinción a *Eira barbara*. Cabe destacar que todas estas especies fueron registradas en el SA, como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla IV.75. Especies de importancia para la conservación reportadas en el AP y SA.

Especie	NOM-059	Endemismo	Est/Dist	UINC/CITES	Registros	
					AP	SA
Ctenosaura similis	A, EPPC		Nativo	LC, II	1	8
Sceloporus chrysostictus		EPBY	Nativo	LC	3	7
Aspidoscelis angusticeps		EPBY	Nativo	LC	1	3
Micrurus diastema	Pr		Nativo	LC	0	1
Penelope purpurascens	A		R	LC	0	2
Meleagris ocellata	A, EPPC	PBY	R	NT	0	3
Leptotila jamaicensis		CE	R	LC	1	3
Leptodon cayanensis	Pr		R	LC/II	0	2
Pteroglossus torquatus	Pr		R	LC	0	4
Ramphastos sulfuratus	A		R	LC/II	1	6
Micrastur semitorquatus	Pr		R	LC/II	0	1
Eupsittula nana	Pr		R	NT/II	0	17
Amazona albifrons	Pr		R	LC/II	2	24
Pachysylvia decurtata	Pr		R	LC	0	6
Vireo pallens	Pr		R	LC	0	20
Cyanocorax yucatanicus		EPBY	R	LC	13	28
Polioptila bilineata	Pr		R	LC	4	4
Uropsila leucogastra		CE	R	LC	3	13
Melanoptila glabrirostris	Pr	EPBY	R	NT	0	1
Arremonops rufivirgatus		CE	R	LC	1	1

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Eira barbara	P		Nativo	LC	1	2
Odocoileus virginianus	EPPC		Nativo	LC	0	2

NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Sujeta a Protección Especial; UICN: NT = Casi Amenazada, LC = Preocupación Menor, NE = No Evaluada; CITES: R = Residente; Endemismo: CE = Cuasiendémica, EM = Endémica de México.

IV.4.1. La Protección y recuperación de suelos

IV.4.1.1. Erosión hídrica en el Sistema Ambiental (SA)

En este apartado se muestran los resultados de la erosión hídrica presente en el SA, utilizando la Ecuación Universal de Perdida de Suelo (EUPS) propuesta por Wischmeier y Smith, 1978. La memoria de cálculo se presenta como parte del respaldo electrónico que acompaña al presente documento (**ErosiónHídrica_SA.xlsx**).

El volumen de erosión hídrica total corresponde a 19.9966 ton/ha/año que se traducen en 7641.4324 ton/año en una superficie de 749.2787 ha. De acuerdo con la clasificación de Montes (2002), la tasa de erosión hídrica de acuerdo con el tipo de vegetación es baja, tanto para la SMQ como para la VSA/SMQ.

Tabla IV.76. Tasa de erosión hídrica (ton/ha/año) por tipo de vegetación presente en el SA.

Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Superficie SAR (ha)	Erosión (ton/año) en SA	Clasificación
SMQ	14782.07	0.02	0.08	0.45	1.00	10.5601	508.0647	5365.2181	Baja
VSA/SMQ	14782.07	0.02	0.07	0.45	1.00	9.4365	241.2140	2276.2142	Baja
					TOTAL =	**19.9966**	**749.2787**	**7641.4324**	**Baja**

Como se puede observar en la tabla anterior, el SA cuenta con un volumen de erosión total de 19.9966 Ton/ha/año en su condición actual. No obstante, en términos de tasa de erosión, según la clasificación de erosión propuesta por Montes (2002) se considera baja, incluida en memoria de cálculo anexa en el capítulo IX.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

y Smith, 1978, se calculó la erosión hídrica para el área forestal del proyecto (2.0076 ha), el cual presenta vegetación forestal que corresponde a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ). La memoria de cálculo se presenta como parte del respaldo electrónico que acompaña al presente documento (**ErosiónHídrica_CUSTF.xlsx**).

A continuación, se realiza un análisis comparativo sobre la pérdida de suelo en condiciones actuales y una vez ejecutado el proyecto en su área forestal. Para esto, cada uno de los casos se denomina como "Escenario 1" y "Escenario 2", y adicionalmente se presenta la comparativa de las condiciones actuales y una vez establecido el proyecto.

IV.4.1.2.1. Escenario 1. Erosión hídrica en condiciones actuales en el área forestal.

En este escenario se estimó la erosión hídrica del área forestal del proyecto en su condición actual (Ver tabla siguiente).

Tabla IV.77. Valores de la erosión hídrica en condiciones actuales en su área forestal (Escenario 1).

Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año) en AP
SMQ	14782.07	0.02	0.10	0.45	1.00	13.3736	2.0000	26.7471

Como se puede observar en la tabla anterior, el área forestal en su escenario 1 cuenta con un rango de tasa de erosión hídrica de 13.3736 Ton/ha/año. Así mismo, se determina que el nivel de erosión del área forestal del proyecto en su escenario 1 es "**Bajo**", esto según la clasificación de erosión propuesta por Montes (2002), incluida en memoria de cálculo anexa en el **Capítulo IX**.

Posteriormente a la obtención de las tasas de erosión hídrica en el área forestal del proyecto, se procedió al cálculo del volumen de erosión (ver tabla anterior), este cálculo se obtiene al multiplicar la tasa de erosión hídrica por la superficie forestal del proyecto, dicho esto, el volumen de erosión hídrica total del área forestal del proyecto en su escenario 1 corresponde a **26.747 ton/año**.

IV.4.1.2.2. Escenario 2. Erosión hídrica una vez ejecutado el proyecto en el área forestal.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

vegetación con un valor de 1.

Tabla IV.78. Valores de la erosión hídrica una vez ejecutado el proyecto en su área forestal (Escenario 2).

Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año) en AP
DDV	14782.07	0.02	0.10	1.00	1.00	29.7190	2.0000	59.4380

Como puede observarse en la tabla anterior, el área forestal en su escenario 2 cuenta con un rango de tasa de erosión hídrica de 29.7190 ton/ha/año. Así mismo, se determina que el nivel de erosión del área forestal del proyecto en su escenario 2 corresponde a un rango "**bajo**", esto según la clasificación de erosión propuesta por Montes (2002). Posteriormente a la obtención de las tasas de erosión hídrica en el área forestal del proyecto, se procedió al cálculo del volumen de erosión (ver tabla anterior), este cálculo se obtiene al multiplicar la tasa de erosión hídrica por la superficie de Proyecto, dicho esto, el volumen de erosión hídrica total del área forestal en su escenario 2 corresponde a **59.4380 ton/año**.

IV.4.1.2.3. Volumen de erosión hídrica a mitigar (ton/año).

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la erosión hídrica del suelo en el área forestal del proyecto, en condiciones actuales (escenario 1) y una vez ejecutado el proyecto en el área forestal (escenario 2), así como el volumen de pérdida de suelo a mitigar.

Tabla IV.79. Erosión hídrica en el área forestal del proyecto en condiciones actuales y una vez ejecutando el proyecto.

Obra	Vegetación o uso de suelo	Superficie del área forestal (ha)	Volumen total de erosión hídrica (ton/año)		Volumen total de erosión hídrica a mitigar (ton/año)
			Escenario 1	Escenario 2	
SAE Chemuyil	SMQ	2.0000	26.7471	59.4380	32.6909

De acuerdo con los datos de la tabla anterior, la pérdida de suelo por erosión hídrica en condiciones actuales es de 26.7471 ton/año, mientras que una vez ejecutado proyecto en su área forestal se presenta una pérdida de suelo de 59.4380 ton/año; a lo cual, a diferencia a mitigar entre los dos escenarios es de 32.6909 toneladas de suelo pérdida por año. Es importante mencionar que se llevarán a cabo las medidas

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

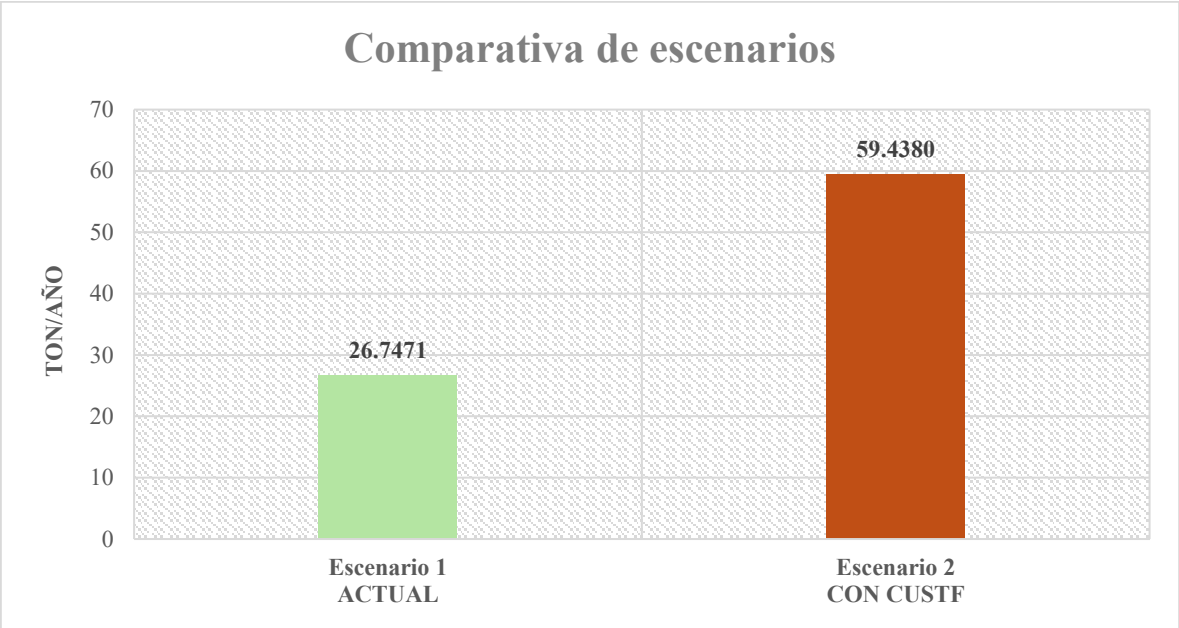


Figura IV.120 Comparación de escenarios de erosión hídrica en el CUSTF.

IV.4.2. Erosión eólica

La erosión eólica es el proceso por el cual el material superficial de los suelos es removido, transportado por el viento y depositado en otros sitios. Es un proceso que difícilmente pueda revertirse ya que produce la pérdida de componentes texturales más finos, modificando así algunas propiedades del suelo, afectando su productividad.

En nuestro país se han realizado diversas evaluaciones, pero debido a diferencias metodológicas y a la escala utilizada, sus resultados no son comparables. Con respecto a la erosión eólica potencial, se estimó que 89% del territorio nacional estaría en riesgo de ser afectado. Este proceso de degradación afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Sus causas también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a la destrucción de la estructura del suelo y a niveles bajos de humedad. Como se mencionó anteriormente, las zonas más afectadas por erosión eólica son aquellas de condiciones tropicales y templadas, entre las que se encuentran el estado de Quintana Roo y Yucatán.

El viento por sí mismo no tiene suficiente fuerza para producir efectos de meteorización. Lo que sí puede hacer es transportar partículas que, que cuando

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

que se erosionará durante las actividades de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales:

Ee = IAVIE * CATEX * CAUSO

Dónde:

Ee = erosión eólica (ton/ha/año)
IAVE = índice de agresividad del viento
CATEX = CATEX: índice de textura edáfica y fase física
CAUSO = índice por efecto del uso del suelo,

Los cálculos completos se encuentran en el anexo en archivo electrónico que acompaña al presente documento, los cuales tienes los nombres **Erosión Eólica_CUSTF.xlsx** y **Erosión Eólica_SA.xlsx**, en la carpeta servicios ambientales en los anexos del **Capítulo 4**.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IAVIE= 160.8252 – 0.7660 (PECRE)
PECRE= 0.2408 (Prec. Media) – 0.0000372 (Prec. media)^2 – 33.1019

Según la carta de precipitación media anual del INEGI, la cuenca se ubica en una zona que presenta un rango de precipitación que va desde los 1500 hasta los 2000 mm anuales. La precipitación media anual histórica para la zona es de 1,436.00 mm, con una precipitación de hasta 296 mm en el mes (octubre) más lluvioso y 33.5 mm en el mes (marzo) más seco, tal como se puede observar a continuación:

Usando los datos de la misma estación meteorológica usada para el cálculo de erosión hídrica (Playa del Carmen, 23163) donde se registra una precipitación total anual de 1436.10 mm, sustituimos los valores en la formula anterior y tenemos que:

IAVIE= 160.8252 – 0.7660 (PECRE)
PECRE= 0.2408 (1436.10) – 0.0000372 (1436.10)^2 – 33.1019.
PECRE= 235.98
IAVIE= -19.933
IALLU= 250.5449

Como regla de decisión se tiene que: si el valor de IALLU es mayor de 50, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar hídrica, datos que ya han sido presentados anteriormente. Si el valor de IAVIE es mayor de 20, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar eólica. En este caso, se puede decir que el área no está influenciada por la erosión eólica, por lo que los valores son muy bajos **(IAVIE= -19.933)**. Esto es porque el proyecto se encuentra en una zona de alta precipitación por lo que los suelos permanecen húmedos y no permiten el desprendimiento de partículas.

Por lo tanto, se concluye que en el proyecto no existe influencia de la erosión eólica, por lo que no se presentan resultados al respecto. Como se observa en la siguiente imagen de acuerdo con el estudio de *Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1: 1,000,000* (SEMARNAT y UACh, 2003), se observa que el área donde se ubica tanto el SA como el Proyecto es una zona que se clasifica como nula en cuanto a la pérdida de suelos, coincidiendo con estos resultados.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

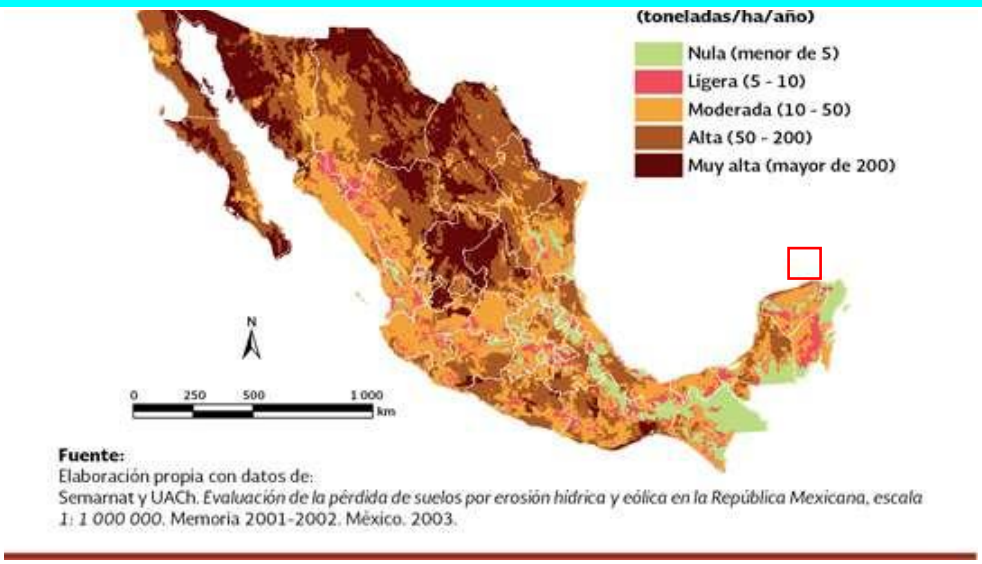


Figura IV.121 Erosión eólica potencial de suelo según nivel.

IV.4.3. El paisaje y la recreación

Diversas definiciones catalogan al paisaje: como un mosaico geográfico compuesto por ecosistemas que interactúan como respuesta a la influencia de la interacción de los suelos, el clima, la geología, la topografía, la biodiversidad y las influencias humanas en un área, definición de *Forest Stewardship Council* (2000), mientras que la recreación se puede tomar desde el punto de ecoturismo, condiciones que no se pueden dar en el área de estudio, ya que es parte de una subestación.

El paisaje en el área del proyecto comprende un mosaico heterogéneo del paisaje generado por diferentes actividades comerciales y residenciales, principalmente, en áreas remanentes de Vegetación arbórea de Selva Mediana Subperennifolia, caminos de acceso, infraestructura industrial y urbana y servicios básicos como antenas de comunicación y líneas de cableado eléctrico.

Esta obra será permanente por lo que no existen medidas de mitigación eficientes que amortigüen tal impacto. Sin embargo, se aplican las medidas de mitigación y compensación planteadas para la flora, el suelo y el agua, ayudarán a mejorar este servicio ambiental dentro del SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

urbanos. Spanish Journal of Soil Science. Vol. 4, pp. 99-111. Costa Rica.

- Aguirre C., O.A., Jiménez, P. J., Kramer, H. y A. Akca. 2003. Análisis estructural de ecosistemas forestales en el Cerro del Potosí, Nuevo León, México. Ciencia UANL 6(2): 219-225.
- Aston, A. R. 1979. Rainfall interception by eight small trees. J. Hydrol. 42: 383–396.
- Batterman, S. A., Hedin, L. O., Breugel, M. V., Ransijn, J., Craven, D. J., & Hall, J. S. 2013. Key role of symbiotic dinitrogen fixation in tropical forest secondary succession. Nature, 502: 224-227.
- Bernardus, H. J. de J., Masera O. y T. Hernández-Tejeda. Opciones de captura de carbono en el sector forestal. INECC: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/437/bernardus.html
- Brown, S.1986. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer Forestry paper. Pp. 134
- Calder, I. R. 1996. Dependence of rainfall interception on drop size: Development of the two–layer stochastic model. J. Hydrol. 185: 363–378.
- Comisión Federal de Electricidad. 2017. Procedimiento para la Elaboración de Estudios Técnicos Justificativos para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos. Forestales. Especificación SPA-0062. 196 p.
- Comisión Nacional Forestal, 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de Obras y prácticas. Tercera Edición.
- Cortés T. (1991). “Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados”. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, pp 168, México.
- Carbal Herrera, A. (2009). La valoración económica de bienes y servicios ambientales como herramienta estratégica para la conservación y uso sostenible de los ecosistemas: “Caso Ciénaga La Caimanera, Coveñas - Sucre, Colombia” Criterio Libre, 7 (10), 71-89.
- Callo C., D. A. 2001. Cuantificación de carbono secuestrado por algunos sistemas agroforestales y testigos en tres pisos ecológicos de la amazonia del Perú. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. México. 72 p
- Chazdon R.L., Colwell R.K., Denslow J.S. y Guariguata M.R. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forest of northeastern Costa Rica. En: Dallmeier F. y Comiskey J.A. Eds. Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modelling, pp. 285-309, The Parthenon Publishing Group, París.
- Chazdon, R. L. (2008). Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands. Science, 320, 1458-1460.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

in tropical forests. Oecologia (2005) 145: 87–99.

- Curtis, J.T. y R.P. MacIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32(3): 476-496.
- Dai Z., Birdsey, R. A., Johnson K. D., Dupuy, J. M., Hernandez-Stefanoni, J.L. y K. Richardson. 2014. Modeling Carbon Stocks in a Secondary Tropical Dry Forest in the Yucatan Peninsula, Mexico. Water Air soil Pollut. 225:1925.
- Durán R. y M. Méndez. 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.
- FAO. 2022. Servicios ecosistemicos y biodiversidad. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/regulatingservices/es/
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1980. metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. FAO-PNUMA-UNESCO. 86 p
- Fetter, C. W. (2001,1994). Applied Hydrogeology. 3rd ed. New Jersey, USA: Macmillan College Publishing Comp.
- Flores-Maldonado, J. J., Ruvalcaba-Ortega I., Moreno-Talamantes A., García-Aranda, M. A., Favela-Lara, S. y J. I. González-Rojas. 2015. Representatividad Ibarra, D. y L. Escobar. 2017. Mercado de bonos de carbono. Pp.17-38 http://tiempoeconomico.azc.uam.mx/wp-content/uploads/2017/07/09te2.pdf
- geográfica y ambiental del inventario de especies arbustivas en el Área de Protección de Recursos Naturales “Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín”, Coahuila, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 86: 809-822.
- Flores, J.S., R. Durán y J.J. Ortiz (2010). Comunidades vegetales terrestres, en: Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán, Durán, R. y M. Méndez (eds). Centro de Investigación Científica de Yucatán, Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Yucatán. pp. 125-129.
- Forrester, D. I. 2014. The spatial and temporal dynamics of species interactions in mixed-species forests: From pattern to process. - Forest Ecol. Manag. 312: 282–292.
- FSC. 2000. Principios y criterios para el manejo forestal. Documento Nº. 1.2. Sitio web Forest Stewardship Council http://www.fscoax.com
- García A. V. y D. Sánchez L. 2009. Estimación de Carbono Contenido en el Bosque Bajo Manejo Forestal del Ejido de Tlalmanalco, Estado de México. Tesis para optar al título de: Ingeniero en recursos naturales renovables e Ingeniero en restauración forestal.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Valladares (Ed.), Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante, EGRAF, Madrid (2004), pp. 309-334

- Gaston K.J. 1996. Biodiversity: A Biology of Numbers and Difference. Blackwell Science, Oxford.
- Gómez-Orea, D. (2002). Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Mundi Prensa. 2a ed. Madrid. Pp. 749.
- González, D.G., Torre, T.E, Rueda, L.R. (2018). Riesgo de erosión en suelos del Ejido Chignautla, Puebla. Revista Iberoamericana de Ciencas, 5(1): 7-16.
- González R., R. M. 2014. Evaluación de Gymnopodium floribundum Rolfe como recurso nectarífero. Tesis para obtener el grado de Maestro. Pp.88.
- Gotelli N.J. y Colwell R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecology Letters 4:379-391.
- Gutiérrez, J. y M. Llorente. (2006). Using Qualitative Indicators of Sustainability in Iberoamerican Environmental Research. Forum Qualitative. 7(4): 1-17.
- Hooper, D. U. et al. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. - Ecol. Monogr. 75: 3–35.
- Horton, R.E. (1940). An approach toward a physical interpretation of infiltration capacity. Soil Science Society of America Processes, 5, 399-417.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2013, Carta temática edafológica escala 1:250 000. Serie II. s/p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017, Conjuntos de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación escala VI a 250,000 s/p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017. Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250, 000: Serie VI. México: INEGI, c2017. vii, 204 p. 1. Cartografía - Estudio y enseñanza.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2018. Límites Administrativos Municipales de México. Capa vectorial conformando un total Nacional de 2,463 Áreas Geoestadísticas Municipales del "Marco Geostadístico, diciembre, 2017. S/p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017. Carta Topográfica Serie III Yucatán Escala 1:50 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F
- Ibarra, D. y L. Escobar. 2017. Mercado de bonos de carbono. Pp.17-38 http://tiempoeconomico.azc.uam.mx/wp-content/uploads/2017/07/09te2.pdf
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie VI. México: INEGI, VII, 204 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2021. Cartografía de uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie VII. México.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma. Vol. 123(1-2):1-22.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

http://www.revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/297

- Leonardo Noriel López-Jiménez, L. N., Rafael Durán-García, R., y J. M. Dupuy-Rada. 2019. Recuperación de la estructura, diversidad y composición de una selva mediana subperennifolia en Yucatán, México. Madera y Bosques. Vol. 25(1):1-17.
- Lianes Revilla, Elena (2008). Estudio del factor vegetación "factor C" de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo Revisada "RUSLE" en la cuenca del río Birrís (Costa Rica). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.U.I.T. Forestal (UPM) [antigua denominación], Madrid, España.
- López-Gómez, A. M., y Williams-Linera, G. 2006. Evaluación de métodos no paramétricos parala estimación de riqueza de especies de plantasleñosas en cafetales. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 78:7-15.
- Loreau, M. and Hector, A. 2001. Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments. - Nature 412: 72–6.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Marrero, P., y O. Herrera. (1980). Manual de Agrometeorología. La Habana: ENPES. Miranda, F., y Hernández-X., E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Botanical Sciences (28): 29-179.
- Miedzinski, M (Ed.). (2013). Environmental impacts assessment of research and innovation policy. Comisión Europea. Brusleas.
- Montenegro, G.H. y C.D. Malagon. 1990. Propiedades físicas de los suelos. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Instituto Geográfico Agustin Codazzi, Bogota, Colombia.
- Montes-León *et al*., Mapa Nacional de Erosión Potencial.
- Mosquera, H. (2020). Public participation in Environmental Impact Assessment (EIA): acceptance of the impact. Revista Luna Azul. 51: 64-74.
- Ochoa-Franco, A. P., Valdez-Lazalde, J. R., de los Santos-Posadas, H. M., Hernández Stefanoni, J. L., Valdez-Hernández, J. I. & Ángeles-Pérez, G. (2019). La densidad, riqueza y composición arbóreas definen parches detectados remotamente en una selva subperennifolia. Revista de Biología Tropical, 67(4): 692-707.
- Office of Democracy and Governance. (2005) Handbook on Qualitative Indicators. Washington.
- de Oliveira D., Masiero, Bragança, L. y F. Massashi. (2020). Qualitative and Quantitative Assessment of Urban Sustainability in Social Housing Using the Casa Azul Label and SBTool Urban in Brazil. Applied Science. 10 (62): 1.19.
- Ordoñez Gálvez, J. (2011): Cartilla Técnica: ¿Qué es una cuenca hidrológica? – Sociedad Geográfica de Lima, Perú.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- Parr, J. F. & Bertrand, A. R. (1960). Water infiltration in soils. Advances in Agronomy, 12, 311-363.
- Pacheco-Ávila J., A. Cabrera-Sansores y R. Pérez-Ceballos. 2004. Diagnóstico de la Calidad Subterránea en los Sistemas Municipales de Abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. Ingeniería. 8-2, 165:179.
- Perevochtchikova, M. (2013) La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. Gestión y Política Pública. 22 (2): 283-312.
- Puc-Kauil, R. 2014. Acumulación de biomasa y carbono aéreo en bosque tropicales secundarios del sur de Quintana Roo, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Pp.119.
- Rahmat, K., Murayama, T. y S. Nishikizawa. (2020). A qualitative content analysis of environmental impact assessment in Indonesia: a case study of nickel smelter processing. Impact Assessment and Project Appraisal. 38 (3): 194-204.
- Roig-Juñent, F. et al. 2012. Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán. - INIFAP.
- Rodríguez-Laguna1*, J. Jiménez-Pérez2, J. Meza-Rangel1, O. Aguirre-Calderón2 y R. Razo-Zarate.2008. Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 4 (2):215 -222.
- Rzedowski, J. 2006. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Rutter, A. J., K. A. Kershaw, P. C. Robins, and A. J. Morton. 1972. A predictive model of rainfall interception in forests, 1 Derivation of the model from observations in a plantation of Corsican pine. Agric. Meteorol. 9: 367–385.
- Salles, P., Bredeweg, B. y T. Nuttle. (2005). Qualitative Models of Indicators of Environmental Sustainability of the Millennium Development Goals. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence - PAMI.
- Schosinsky, G. y Losilla, M. (2000). Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual. Revista Geológica de América Central 23, 43-55.
- Schosinsky, G. (2006). Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos. Revista Geológica de América Central, 34-35, 13-30.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, 1988. Manual del ordenamiento ecológico del territorio, México, Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica, México, D.F.
- SEMARNAT y UACh. Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1: 1 000 000. Memoria 2001-2002. Semarnat y UACh. México. 2003.
- Servicio Meteorológico Nacional, 2020. Red de estaciones climatológicas.
- Soberón, J. Y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. Conservation biology, 7: 480-488.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

remediation. Energy procedia. 147: 588-593.

- Torres Rojo, J. y A. Guevara Sanginez. 2002. El potencial de México para la producción de Servicios Ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Gaceta ecológica. 63 (835): 40-59.
- UNAM, 2010. Repositorio Institucional. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Plataforma http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/, descarga de capas de información climática.
- UNESCO. (2006). Evaluación de los recursos hídricos. Elaboración del balance hídrico integrado por cuencas hidrográficas. Obtenido de Documentos técnicos del PHI-LAC, No. 4: http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002281/228100S.pdf
- Uribe, M. C. (2012). Estimación de la Erosión Hídrica y recomendaciones para la conservación de suelos en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Tesis profesional. Chapingo, México: 23 de agosto de 2012.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A.M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236p.
- Wainwright, J., A. J. Parsons, and A. D. Abrahams. 1999. Rainfall energy under creosotebush. J. Arid Environ. 43: 111–120.
- Wischmeier, W. y. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses: A guide to Conservation Planning. . USDA Agricultural Handbook, No. 537. 58 p.
- Zinn, Y.L., Lal, R. and Resck, D.V.S. 2005. Changes in Soil Organic Carbon Stocks under Agriculture in Brazil. Soil & Tillage Research, 84, 28-40.

Anfibios y reptiles

- Díaz-Gamboa. L., May-Herrera, D., Gallardo-Torres, A., Cedeño-Vázquez, R., Gonzáles-Sánchez,V., Chiappa-Carrara, X. y Yáñez-Arenas, C. 2021.Catalogo de reptiles de la Península de Yucatán. Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Sánchez, V. H., Johnson, García-Padilla, J. D, E., Mata-Silva, V., De Santis, D. L., y L. D. Wilson. 2017. The herpetofauna of the Mexican Yucatan Peninsula: composition, distribution, and conservation. Mesoamerican Herpetology, 4, 264-380.
- Heyer, W.R. y K.A. Berven, 1973. Species diversities of herpetofaunal samples from similar microhabitats at two tropical sites.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma. Vol. 123(1-2):1-22.
- Lee, Julian. 1996. The Amphibians and Reptiles of Peninsula of Yucatan. Cornell University Press.
- Lira-Torres, I. y Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana, 28:566-585.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- González-Sánchez, V.H., Johnson, J.D., García-Padilla, E., Mata-Silva, V., DeSantis, D.L. y Wilson, L.D. 2007. The Herpetofauna of the Mexican Yucatan Peninsula: composition, distribution, and conservation status. Mesoamerican Herpetology.
- Tellería, J. L. (1986). Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Editorial Raíces, Madrid.

Aves

- Berlanga, H; Gómez de Silva, H., Vargas-Canales, V.M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L.A., Ortega-Álvarez, R. y R. Calderón-Parra. (2015). Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México D.F.
- BIBBY.J, N.O BURGESS.yD.A. HILL. 1992. Bird censustechniques. Academic Press, San Diego, Calif. 257págs.
- Clavell, J., Copete, J. L., Gutiérrez, R., de Juana, E., Lorenzo, J. A. (2005). Lista de las aves de España. Sociedad Española de Ornitología / BirdLife. Madrid. <http://www.seo.org/media/docs/Lista Aves multilingue.pdf>
- Howell, S. N. G. y Webb, S. (2010). A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, New York.
- Pettingill, O.S., Jr. 1970. Ornithology in the laboratory and field. Burguess Publishing Company. Minnesota, EUA.
- Ralph, J., G. Geupel., P. Pyle., T. Martin., D. De Sante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSWGTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Rottenborn, S. C. 1999. Predicting the impacts of urbanization on riparian bird communities. Biological Conservation 88:289–299
- Ruelas, I. E., y Aguilar, S. (2010). La avifauna urbana del parque ecológico Macuiltépetl en Xalapa, Veracruz, México. Ornitología Neotropical 21, 87-103.
- SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgos y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación, Segunda Sección. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Mamíferos

- Aranda, M. 2012. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 212 p.
- Arévalo J. 2001. Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestre en áreas de conservación. Asociación Conservacionista de Monteverde.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Naranjos Reynosa, Tamaulipas.

- Cruz-Jácome, O., López-Tello, E., Delfín-Alfonso, C. A. y Mandujano, S. (2015). Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. Therya, 6: 435-448.
- Dieterich, H. Nueva Guía para la Investigación Científica. Ciudad de México, Editorial Planeta Mexicana, 1996.
- Hernández-Betancourt, S., J. A. Cimé Pool y J. Chablé Santos. 2010. Pequeños roedores. En: Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Eds. (R. Durán y M. Méndez) CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Pp. 272-273.
- Manterola C., Amor D., Colchero F., Rivera A., Huerta E., Soler A. y Pallares E., 2011, El jaguar como elemento estratégico para la conservación, Comision Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Serie acciones número 8, pp. 11-12.
- Sánchez- Cordero, V. F. Botello, J.J. Flores-Martínez, R.A. Gómez- Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez- Granados y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: 496-504.
- Curva de acumulación y estimadores de riqueza de especies
- Chao, A., Ma, M. C. y Yang, M. C. K. (1993). Stopping rules and estimation for recapture debugging with unequal failure rates. Biometrika, 80: 193-201.
- Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K. y Shen, T. J. (2005). A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence and abundance data. Ecology Letters, 8: 148-159.
- Chazdon, R. I., Colwell, R. K., Denslow, J. S. y Guariguata, M. R. (1998). Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. En F. Dallmeier y J. Comiskey (Eds.): Forest Biodiversity Research Monitoring and Modeling. Conceptual Background and Old-World Case Studies, pp. 285-309. Parthenon Publishing, París, France.
- Colwell, R. K. y Coddington J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of The Royal Society Biological Sciences, 345: 101-118.
- Colwell, R.K. (2013). EstimateS, Version 9.1.0: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide). Disponible en http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS/. Consultado el 09/03/19.
- Condit, R., Hubbell S. P., Lafrankie, J. V., Sukumar, R.; Manokaran, N., Foster, R. B. y P.S. Ashton. (1996). Species-area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. Journal of Ecology, 84-4: 549-562.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología 8: 151-161.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- Lee, S. y Chao, A. (1994). Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. Biometrics, 50: 88-97.
- Lee, S.-M. y Chao, A. (1994). Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. Biometrics, 50: 88-97.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, N. Y.
- Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell, Oxford.
- Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. Annual Review of Ecological and Systematics, 5: 285-307.
- Walther, B. A. y Morand, S. (1998). Comparative performance of species richness estimation methods. Parasitology, 116: 395- 405.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B PARTICULAR.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (SAE) CHEMUYIL

CAPÍTULO V

ABRIL 2026

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. V-1

V.1. Identificación de impactos. V-1

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. V-1

V.1.2. Elaboración de una lista de actividades y acciones relevantes que comprende el proyecto. V-3

V.1.3. Elaboración de una lista de los factores y componentes ambientales. V-8

V.1.4. Identificación de las interacciones ambientales. V-9

V.2. Caracterización de los impactos. V-13

V.2.1. Fichas de los impactos ambientales identificados. V-14

V.3. Valoración de los impactos. V-27

V.3.1. Métodos y criterios de valoración de los impactos. V-27

V.3.2. Cálculo de índices de valoración. V-29

V.3.2.1. Cálculo del índice básico (IB). V-29

V.3.2.2. Cálculo del índice complementario (IC). V-29

V.3.2.3. Cálculo del índice de impacto (II). V-30

V.3.2.4. Cálculo de la significancia de impactos (SI). V-30

V.3.2.5. Clasificación de la significancia de los Impactos Ambientales. V-31

V.3.2.6. Evaluación de los impactos ambientales identificados. V-31

V.3.3. Análisis de significancia de los impactos ambientales. V-37

V.3.3.1. Resumen de los impactos ambientales. V-37

V.4. Impactos residuales. V-39

V.5. Impactos acumulativos. V-41

V.5.1. Metodología. V-41

V.6. Conclusiones. V-56

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1. Identificación de impactos.

Para el desarrollo de este capítulo es importante identificar y evaluar los impactos ambientales resultado de la realización del proyecto. Es necesario el conocimiento total del proyecto (desde la etapa de selección de sitio hasta la etapa de operación), al igual que el estado actual del ambiente (físico – natural, biológico, y socioeconómico), dentro del área de estudio. La interacción de estos elementos nos permite identificar aquellos que puedan generar impactos que podrían llegar a causar desequilibrio ecológico y que por su magnitud e importancia provocarían daños permanentes al ambiente.

Como complemento de este Capítulo es necesario el apoyo de la información del diagnóstico ambiental desarrollado en el Capítulo IV de este documento, el cual permite elaborar un escenario ambiental para identificar los impactos ambientales que serán producidos, con la finalidad de definir, clasificar y describir en el siguiente Capítulo (VII), las acciones, medidas o estrategias a realizar para minimizar y reducir los impactos ambientales generados.

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

La metodología que se siguió para la identificación y evaluación de impactos ambientales, que pudieran ocasionarse durante las diversas actividades del proyecto se basa en el método de Bojórquez-Tapia (1989) modificado para la identificación de los impactos, a través de la relación entre factores ambientales a afectar y las actividades inherentes al proyecto, mientras que se usan matrices de acuerdo con el procedimiento de Leopold et al (1971) rectificado para observar y clasificar las interacciones y ponderarlas.

La Matriz de Leopold es el modelo cualitativo que sirve para valorar los impactos ambientales de un proyecto, consiste en un cuadro en el que las filas son los factores ambientales que pueden ser afectados y en las columnas las acciones que pueden causar posibles impactos, el resultado final es la identificación de los impactos ambientales y la evaluación de las interacciones en la matriz, para ello fue necesario la metodología de Bojórquez, T. (1989) modificada.

La identificación de los impactos que ocasionara el desarrollo de la actividad considera dos pasos iniciales, primero el análisis del Capítulo II: identificando las

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

La metodología empleada claramente considera las tres funciones indispensables: identificación, caracterización y evaluación y consta de una serie de pasos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla V.1. Metodología utilizada para la identificación, caracterización y evaluación de impactos.

No.	Paso	Justificación.
1	Análisis del Capítulo II de las actividades relevantes que pueden causar impactos para este Proyecto.	Básicamente, se cuenta con el listado de actividades como un insumo inicial, pues este ya ha sido definido, por lo que no es necesario realizar esfuerzos adicionales, además, a estas alturas ya ha sido incluido en el Capítulo II. Se plasma en un listado simple.
2	Realizar un listado que será resultado del análisis del Capítulo IV, de los componentes y factores que podrán sufrir alteraciones.	El listado se realiza basándose en los apartados descritos en el Capítulo IV, descomponiendo cada componente en factores que se estimó serían afectados, para lo cual se utilizó el juicio de expertos.
3	**Identificación** de las relaciones causa – efecto entre acciones y factores del medio a través de la matriz establecida por Leopold (1971).	En este paso se construye una matriz bidimensional, la cual permite relacionar de manera sencilla las actividades del proyecto con factores ambientales previamente identificados. Cuando se prevé que una actividad va a incidir en un factor ambiental, éste se señala en la celda de cruce, identificándose así la interacción, la cual corresponde a un impacto. Los modelos matricales son uno de los primeros métodos utilizados en Evaluación de Impacto Ambiental, el cual no deja de ser vigente, por su simplicidad y sencillez, ya que estas se componen con el simple acomodo de los dos listados obtenidos en los pasos anteriores, si bien, para la identificación de las interacciones debe contarse con experiencia suficiente,
4	Realizar una breve **caracterización** de los impactos, para dar información al evaluador de una manera clara y concisa de lo que se espera que ocurra durante el desarrollo de las diferentes etapas del Proyecto.	En este caso, para coadyuvar a un mejor entendimiento, se elaboraron fichas por cada impacto resultante de las interacciones identificadas describiendo sus atributos, como el componente y factor al que afectarían, los aspectos ambientales asociados, la etapa en la que ocurriría, así como el mecanismo de acción, es decir, la manera en que la interacción entre las actividades y los factores produciría el impacto; a cada factor puede corresponderle más de un impacto y estos pueden estar asociados a más de un aspecto ambiental. Se considera que las fichas son una herramienta sinóptica y descriptiva que permite una mejor

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

		comprensión de las interacciones identificadas (impactos), sobre todo, pensando que la persona que juzgará pudiera no tener suficiente conocimiento sobre el tipo de proyecto. Además, permite categorizar los impactos.
5	Una vez identificadas las interacciones ambientales relevantes para las diferentes etapas del proyecto y caracterizados los impactos resultantes, se procede a **evaluar** la magnitud de los impactos, considerando los Índice básico y complementario propuestos por Bojórquez – Tapia *et al*. (1998).	La utilización del método de Bojórquez Tapia se considera adecuada, al considerar suficientes entradas para el cálculo. Es un método sencillo, rápido y fácil de comprender y permite establecer valores a variables cualitativas, más aún en el caso de un proyecto como el pretendió en el que no es posible estimar índices y determinar valores numéricos puntuales a los impactos *a priori* a la construcción del proyecto, siendo que la mayor cantidad de impactos ocurre durante la construcción, pue una vez establecidas las obras, estas no se considera generadores de emisiones o descargas ni implican la explotación continua de recursos.

Con lo anterior, se justifica la metodología empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales.

V.1.2. Elaboración de una lista de actividades y acciones relevantes que comprende el proyecto.

En esta sección se hace una recopilación de las actividades en las etapas de desarrollo de las obras que tienen un impacto benéfico o adverso sobre los factores identificados en el área del proyecto.

En primer lugar, se indica que con "*actividades*" nos referimos al conjunto de operaciones o tareas propias de una entidad (como lo es este promovente) que, en el caso del proyecto pretendido, son aquellas cuya realización secuencial permitirá la construcción del proyecto y, finalmente, su entrada en operación. No deben confundirse con "*acciones*", las cuales se trata de actos que se lleva a cabo, los cuales podríamos nombrar con simples verbos, por ejemplo, cortar, excavar, correr, esperar, son acciones.

Las actividades consideradas son nombradas de acuerdo con los conceptos que se manejan habitualmente tanto para cuestiones técnicas propias de la infraestructura eléctrica, como para cuestiones administrativas, sobre todo de programación, en donde las actividades para la construcción de proyectos eléctricos son nombradas tal cual se incluyen en la **Tabla I.2.** *Cronograma de*

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

cimentaciones para el sustento de equipos y estructuras, o "*Trincheras y ductos para cables*" en vez de *Excavación de zanja para la conformación de trincheras y habilitación de ductos para cables para la colocación del cableado*. Adicionalmente, en los subapartados del apartado **II.2.** *Características particulares del proyecto*, se describe cada una de las actividades consideradas en la **Tabla I.2** del **Capítulo I** mencionada., de manera que no tenga que suponerse o adivinarse de qué se trata cada una. Se retoman tales descripciones en la **Tabla V.3** de manera sucinta.

Tabla V. 2. Listado de las actividades identificadas en las etapas del proyecto.

ACTIVIDADES POR ETAPA DEL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN
Obra Civil
Trazo y nivelación del proyecto.
Limpieza del terreno (desmonte y despalme).
Excavación.
Terracerías.
Cimentaciones
Caseta de control.
Trincheras y ductos para cables.
Cerca perimetral.
Obra Electromecánica
Montaje de equipos eléctricos.
Puesta en marcha
OPERACIÓN.
Operación y mantenimiento

[redacted]

Tabla V.3. Descripción de las actividades relevantes identificadas para el proyecto.

ACTIVIDADES POR ETAPA DE LA OBRA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
CONSTRUCCION	
Obra Civil	
Trazo y nivelación del proyecto.	Estas actividades tienen como objetivo principal acondicionar el terreno para la ejecución de las obras que componen el proyecto, para lo cual se utilizan equipo topográfico de precisión y, como base, los planos del proyecto. Primero, con base a las coordenadas plasmadas en los planos de proyecto se delinean los límites de las obras, marcando os puntos, distancias, ángulos y cotas de los elementos que conforman el proyecto (incluyendo ejes y polígonos), los cuales son indicados físicamente en el terreno por medio de estacas (trazo); por otra parte, con apoyo del equipo topográfico (estación total) se establecen puntos de control cada determinada distancia, los cuales sirven para establecer el nivel del terreno y poder determinar alturas, elevaciones y/o inclinación (nivelación) de acuerdo con la obra de que se trate.
Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	Básicamente, la actividad por la que se realizará la remoción es el desmonte, sin embargo, este siempre se considera en conjunto el desplante: Desmonte: se trata de la remoción de la vegetación existente en la superficie del terreno destinado a la construcción. Esta actividad se realiza con herramienta manual y, en su caso, con equipo mecánico (tractor). El material producto del desmonte es enviado a los sitios de disposición habilitados por las autoridades municipales. La única vegetación que existe en el sitio del proyecto corresponde a selva mediana subperennifolia secundaria. Despalme: es la extracción y el retiro de la capa superficial del terreno natural que por sus características es inadecuada para la construcción de terracerías.
Excavación.	La excavación a cielo abierto en cualquier tipo de material es la que se efectúa para formar la sección de desplante de las cimentaciones de las estructuras, equipos, edificios, muros divisorios, transformador, caminos, cimentaciones y cualquier otra subestructura que sea requerido. La excavación se puede realizar en forma manual con pico y pala o, preferentemente, con maquinaria como perforadoras, retroexcavadoras, rompedoras hidráulicas, neumáticas, entre otra.
Terracerías.	Esta actividad es complementaria a la excavación a cielo abierto, pues la superficie a excavar que, como se dijo, será aquella que soportará el peso de los equipos eléctricos, será la que será rellenada para conformar las terracerías, pues de esta forma se brida soporte y estabilidad a estas.
Cimentaciones	En sí, este concepto de trabajo agrupa en una serie de subactividades necesarias para la instalación de la infraestructura que recibirá las cargas muertas y vivas de los elementos que conformarán la superestructura (estructuras mayores para buses, estructuras menores para equipos eléctricos, transformadores, autotransformadores, caseta de control, bardas perimetrales, etc.), que se describen seguidamente:

[redacted]

Tabla V.3. Descripción de las actividades relevantes identificadas para el proyecto.

ACTIVIDADES POR ETAPA DE LA OBRA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
	Plantilla. Es la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos en las proporciones adecuadas, que al endurecerse adquiere una resistencia mecánica y características especificadas para uniformar la superficie de desplante de las cimentaciones. Cimbra. Son los moldes prefabricados o hechos en sitio, ya sean metálicos o de madera, que dan forma al elemento de concreto de acuerdo con el diseño y que, entre otros aspectos, deben cumplir con los requisitos de apariencia, resistencia y hermeticidad para garantizar la calidad del elemento de concreto. Acero. Son las varillas de acero corrugado que quedarán ahogadas en los elementos estructurales de concreto para resistir los esfuerzos de tensión cuyo habilitado e instalación debe cumplir con los planos de proyecto. Anclajes para cimentaciones en roca. Son los elementos que se construirán, donde lo requiera el proyecto, con objeto de dar a las cimentaciones de concreto reforzado la fijación requerida al suelo rocoso. Los anclajes en roca se efectuarán en los sitios en los que no sea posible efectuar una excavación y servirá para desplantar una cimentación, zapata, dado, etc. Concreto. Es la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos necesarios, que, de acuerdo con el diseño de la mezcla, proporcionan al concreto las características mecánicas, físicas y químicas indicadas en los planos de proyecto. Las cimentaciones se preparan y construyen para las superficies que soportarán los equipos eléctricos.
Caseta de control.	Este concepto se refiere a la construcción de las estructuras que tienen la finalidad de proteger de agentes ambientales y aislar a los equipos electromecánicos, electrónicos y de comunicaciones que forman parte de la instalación. Esta estructura debe de garantizar la estabilidad e integridad ante fuerzas mecánicas. Esta se construirá a base de marcos de concreto armado, el sistema para la cubierta es a base de losa de concreto armado, y los muros a base de block macizo de concreto vibro-comprimido. La cimentación de esta estructura es generalmente a base de zapatas aisladas o corridas elaboradas a base de concreto reforzado. Cabe señalar que su construcción es posterior a la nivelación del terreno, por lo que no se considera un impacto adicional por la habilitación de sus cimentaciones, siendo que el principal impacto se asocia a la generación de residuos.
Trincheras y ductos para cables.	Son canalizaciones que son recubiertas con losas y muros de concreto, las cuales albergarán los ductos, consistentes en tuberías de PVC dieléctrico que son finalmente encofrados en concreto simple. Estos sirven para alojar los cables eléctricos de control y fuerza. Los ductos unirán a las trincheras con los registros eléctricos.
Cerca perimetral.	Consiste en la instalación de un cerco formado por apoyos metálicos galvanizados que servirán de soporte de la malla de alambre hexagonal galvanizado con altura de 2.00 - 2.50 m, rematada con tres filas de alambre de púas.
Obra Electromecánica	

[redacted]

Tabla V.3. Descripción de las actividades relevantes identificadas para el proyecto.

ACTIVIDADES POR ETAPA DE LA OBRA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Montaje de equipos eléctricos.	Esta actividad se refiere al montaje de los elementos que permiten propiamente el almacenamiento de energía, así como la entrada y salida de esta desde y hacia la Red Nacional de Transmisión y la que proveerá a los servicios propios. Prácticamente, estos serán colocados sobre las cimentaciones conformadas durante las actividades de obra civil. Los equipos considerados fueron descritos en el aparatado **II.2.2.3.1.** *Montaje de equipos eléctricos* del **Capítulo II**.
Puesta en marcha	Básicamente, esto se trata de pruebas que aseguren que la instalación entrara en condiciones de operación óptimas.
OPERACIÓN	
Operación y mantenimiento.	Como lo indica su nombre, esta etapa se refiere a cuando la obra se encuentra operando de manera regular. En esta etapa, con la finalidad de garantizar la continuidad de la instalación y la conservación adecuada de los elementos que la conforman, se ejecutan ***acciones de mantenimiento***, las cuales fueron presentadas en la **Tabla II.7.** *Descripción de las actividades de mantenimiento* del **Capítulo II**.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ocurrir una modificación adversa o benéfica producto de las actividades contempladas durante las diferentes etapas del proyecto: construcción (obra civil y obra electromecánica) y operación. Esta estuvo basada en los apartados descritos en el Capítulo IV del presente documento.

Se contemplaron los componentes ambientales que son representativos y relevantes para evaluar el entorno de afectación. Se agruparon en elementos abióticos, bióticos, perceptuales y socioeconómicos.

Tabla V.4. Factores ambientales que tendrán una interacción con las actividades del proyecto.

Medio	Componente		Factor
Abiótico	1	Aire	Calidad del aire
	2		Ruido y vibraciones
	3	Suelo	Erosión
	4		Características físicas y/o químicas
	5		Procesos de Infiltración-Escurrimiento
	6	Hidrología	Disponibilidad del recurso.
	7		Calidad del agua.
	8		Patrones de drenaje
Biótico	9	Vegetación	Cobertura vegetal (estructura y composición)
	10		Diversidad de especies
	11		Especies en estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	12	Fauna	Calidad del hábitat
	13		Diversidad de especies de vertebrados
	14		Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico
Perceptual	15	Paisaje	Calidad paisajística
	16		Fragilidad visual
Social	17	Socioeconómico	Densidad de población
	18		Demanda de servicios
	19		Generación de empleos

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

actividades de la elaboración del proyecto con los componentes ambientales se generó una tabla cruzada para señalizar el punto de convergencia entre los elementos seleccionados como relevantes tanto de las actividades del proyecto como de los componentes de medio ambiente.

[redacted]

Tabla V.5. Identificación de la interacción y Matriz de impactos de los componentes por etapa del proyecto.

ETAPA			CONSTRUCCION																				OPERACIÓN			
			1		2		3		4		5		6		7		8			9		10			11		
			Obra Civil																	Obra Electromecánica							
MEDIO	COMPONENTE	ACTIVIDADES	Trazo y nivelación del terreno		Limpieza del terreno (desmonte y despalme)		Excavación		Terracerías		Cimentaciones		Caseta de control		Trincheras y ductos para cables		Cerca perimetral		Sumatoria Obra civil	Montaje de equipos eléctricos *		Puesta en marcha		Sumatoria Obra electromecánica	Operación y mantenimiento		Sumatoria Operación	Total
		FACTOR	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A		B	A	B	A		B	A		
ABIÓTICO	Aire	Calidad del aire		1		1		1		1		1		1		1		1	8		1			1		1	1	10
		Ruido y vibraciones		1		1		1		1		1		1		1		1	8		1			1		1	1	10
	Suelo	Estructura y composición				1		1											2					0			0	2
		Características físicas y/o químicas		1		1		1		1		1		1		1			7					0			0	7
		Procesos de Infiltración-Escurrimiento				1		1		1		1		1		1		1	7					0			0	7
	Hidrología	Disponibilidad del recurso						1		1		1		1		1		1	6				1	1		1	1	8
		Calidad del agua				1		1		1		1		1		1		1	7					0		1	1	8
		Patrones de drenaje				1		1		1		1		1		1			6					0			0	6
BIÓTICO	Vegetación	Cobertura vegetal (estructura y composición		1		1													2					0		1	1	3
		Diversidad de especies		1		1													2					0		1	1	3
		Especies en Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010				1													1					0		1	1	2
	Fauna	Calidad del hábitat				1													1					0		1	1	2
		Diversidad de especies de vertebrados				1													1					0		1	1	2
		Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico				1													1					0		1	1	2

[redacted]

Tabla V.5. Identificación de la interacción y Matriz de impactos de los componentes por etapa del proyecto.

ETAPA			CONSTRUCCION																				OPERACIÓN			
			1		2		3		4		5		6		7		8			9		10			11		
MEDIO	COMPONENTE	ACTIVIDADES	Obra Civil																	Obra Electromecánica							
			Trazo y nivelación del terreno		Limpieza del terreno (desmonte y despalme)		Excavación		Terracerías		Cimentaciones		Caseta de control		Trincheras y ductos para cables		Cerca perimetral		Sumatoria Obra civil	Montaje de equipos eléctricos *		Puesta en marcha		Sumatoria Obra electromecánica	Operación y mantenimiento		Sumatoria Operación	Total
		FACTOR	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A		B	A	B	A		B	A		
PERCEPTUAL	Paisaje	Calidad paisajística				1						1						1	3					0			0	3
		Fragilidad visual				1						1						1	3					0			0	3
SOCIAL	Socioeconómico	Densidad de población			1		1		1		1		1		1		1		7	1				1			0	8
		Demanda de servicios	1		1		1		1		1		1		1		1		8	1		1		2	1		1	11
		Generación de empleos	1		1		1		1		1		1		1		1		8	1		1		2	1		1	11
		Total =	2	5	3	15	3	8	3	7	3	9	3	7	3	7	3	7	88	3	2	2	1	8	2	10	12	108

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

COMPONENTE	Construcción		Operación y mantenimiento
	Obra civil	Obra electromecánica	
AIRE	16	2	2
SUELO	16	0	0
HIDROLOGÍA	19	1	2
VEGETACIÓN	5	0	3
FAUNA	3	0	3
PAISAJE	6	0	0
SOCIOECONÓMICO	23	5	2
SUBTOTAL	88	8	12
TOTAL	**108**		

De acuerdo con la información vertida en las tablas anteriores se identificaron **108** interacciones ambientales, de las cuales **78** son **ADVERSAS** y **30** son **BENÉFICAS**, además de observarse que en la etapa de construcción de obra civil del proyecto es donde se presentarán más interacciones con el ambiente (88 en total) y en esa misma subetapa es el componente de Hidrología el que más interacciones adversas presenta (19). En la etapa de construcción se observan interacciones para el componente flora, debido a que el cambio producido por la remoción de vegetación genera un cambio en el sitio por la disminución de la cobertura vegetal y del hábitat de las especies de fauna, siendo que la vegetación deja de estar presente después de la actividad de *Limpieza del terreno*, *sin embargo, aún se mantienen interacciones para la fauna, pero por acciones potenciales como extracción de ejemplares, atropellamiento y caída en excavaciones, cuyo impacto final sería la pérdida de biodiversidad por la muerte de ejemplares*; en el caso de la fauna, se espera que las diferentes especies puedan regresar al sitio una vez que se disipe la presencia antrópica. En el caso de la vegetación esta obtiene una afectación permanente en el área sujeta a cambio de uso de suelo que va relacionado con las características de las condiciones del hábitat para la fauna que deberá adaptarse al nuevo cambio de uso de suelo.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

interacciones identificadas para describir los impactos resultantes. Los impactos determinados tratan de nombrarse de manera sucinta, dando la idea de la modificación en el ambiente (LGEEPA, Art. 3º, XX) de que se trata considerando, además, que de esta forma su manejo será más sencillo de utilizar en tablas y listados, prescindiendo así de oraciones complejas para su nominación, por ejemplo, en vez de utilizar como nombre para un impacto "*Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado de aplastamiento atropellamiento*", se utilizará una forma más global y sencilla como "*Disminución de la riqueza de especies de fauna*"; en este ejemplo particular sería irrelevante la causa de muerte de un ejemplar, por ejemplo porque fue atropellado por un vehículo o porque resultó aplastado por un árbol que fue derribado, sino que se identifica como *impacto* el fin último es decir, la muerte, reflejada en la disminución del número de ejemplares de las especies (diversidad), es decir, no se apunta a la forma, sino, al efecto.

Además, en la matriz de interacciones elaborada puede apreciarse claramente que existen impactos repetitivos, resultando inane describirlos más de una vez. Con esto en mente, para la caracterización de los impactos se elaboraron fichas para cada impacto determinado como resultado de las interacciones identificadas, en las cuales se explica el mecanismo de acción de los impactos, es decir, la manera en que la interacción entre las actividades y los factores los produciría, lo cual se hace con la intención de que esta caracterización sea más concreta y su entendimiento más simple. En estas fichas se describe el elemento que se afecta por las acciones del proyecto; **se omitió realizar fichas para los impactos detectados para el medio socioeconómico**, al tratarse todos de impactos benéficos (son los únicos de este tipo plasmados en la matriz elaborada), para los cuales no sería necesaria la implementación de medidas preventivas o de mitigación.

A continuación, se presentan las fichas mencionadas:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Componente ambiental	Aire
Factor	Calidad del aire.
Etapas	Construcción, Operación y mantenimiento.
Aspecto: Remoción de vegetación. **Impacto:** Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera.	
La remoción de vegetación forestal reducirá la cantidad de biomasa almacenada en los individuos maderables, la cual actúa como sumidero de carbono. Al largo plazo, la descomposición de la madera ocasionaría la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera, aumentando su concentración, aumentando el efecto invernadero e incrementando la temperatura atmosférica	

Componente ambiental	Aire
Factor	Calidad del aire
Etapas	Construcción, Operación y mantenimiento.
Aspecto: Utilización de maquinaria, vehículos o equipo. Generación de residuos. **Impacto:** Contaminación atmosférica. Daño a la salud.	
Este impacto proviene principalmente del uso de vehículos y maquinaria que generar gases de combustión derivado de su funcionamiento habitual los cuales serán empleados en mayor o menor medida como parte de todas las actividades del proyecto, aunque se intensificará el uso de estos durante la etapa de construcción, si bien, el impacto sería temporal y dejaría de ocurrir una vez que termine la etapa constructiva, mientras que durante la etapa de operación ocurriría de manera esporádica e intermitente, igualmente por el uso de vehículos para realizar recorridos de verificación de las condiciones de la infraestructura. También se encuentran aquellas emisiones derivadas de la generación de partículas suspendidas (polvos) como consecuencia del movimientos de tierra durante la limpieza del terreno y excavaciones, compactaciones y nivelaciones del terreno y aquellos derivados del traslado de materiales en camiones para la construcción de las obras. Finalmente, la mala disposición de residuos puede convertirlos en combustible para incendios forestales, lo que generaría gases nocivos a la atmósfera.	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Etapas	Construcción, Operación y mantenimiento.
Aspecto: Utilización de maquinaria, vehículos o equipo. Generación de residuos. **Impacto:** Contaminación atmosférica. Daño a la salud.	
Estos impactos son de carácter temporal y puntual, además de que desaparecerán una vez concluidas las actividades que los generan.	

Componente ambiental	Aire
Factor	Ruido y vibraciones
Etapas	Construcción, Operación y mantenimiento.
Aspecto: Utilización de maquinaria, vehículos o equipo. **Impacto:** Contaminación acústica. Daño a la salud.	
Este impacto se refiere a los niveles de vibración y ruido que propiciaran el incremento en el nivel sonoro de fondo que puede rebasar los Límites Máximos permisibles de la normatividad aplicable durante las etapas del proyecto. Los impactos Adversos identificados derivan del uso de maquinaria, equipo y vehículos automotores para la realización de las diferentes actividades en la obra civil y electromecánica del proyecto, derivado de su funcionamiento habitual, los cuales serán empleados en mayor o menor medida como parte de todas las actividades del proyecto, aunque se intensificará el uso de estos durante la etapa de construcción. Se incrementarán los niveles de ruido y vibraciones existentes en el entorno, lo cual alterará temporalmente el comportamiento de individuos de fauna, que se alejarían del sitio de los trabajos, sin embargo, se estima que estas regresarán paulatinamente una vez terminados los trabajos constructivos. Los impactos se verán disminuidos por producirse al aire libre; para el caso de la construcción, la dinámica de los vientos evita cualquier acumulación en la zona, además de que se llevarán a cabo medidas de control ambiental reguladas y apegadas a la normativa vigente, así mismo, el personal contará con protección auditiva. No se realizarán actividades en horario nocturno.	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Factor	Estructura y composición.
Etapas	Construcción.
Aspecto: Remoción de vegetación. **Impacto:** Erosión Reducción en la disponibilidad de materia orgánica.	
Debido a la remoción de la vegetación, el suelo quedará expuesto directamente, siendo que la denudación del suelo lo vuelve más susceptible a la erosión, ya sea por efecto del viento, o bien, de la lluvia. Se espera que la erosión eólica e hídrica que se ocasione por la construcción del proyecto sea de baja intensidad: el sitio en lo que se ubican el proyecto posee cobertura vegetal circundante que evita la exposición del suelo a los efectos del viento y la precipitación pluvial que se presenta en la zona. Además de por la denudación del suelo, también se espera erosión, tomándola como la pérdida de suelo, por las actividades que implican el movimiento de tierras, como son la excavación a cielo abierto, terracerías, trincheras y ductos y caseta de control, aunque básicamente, todas estas actividades implican sellamiento del suelo, por lo que la erosión no sería continua, sino que ocurriría por la pérdida inmediata del suelo por la realización de estas actividades. Si bien el área del proyecto se caracteriza por presentar un relieve homogéneo, con pocas modificaciones, actividades como el desmonte y despalme, seguido por el paso de vehículos, pueden ocasionar la alteración puntual de las superficies de desmonte y el desprendimiento de la cubierta superficial. Este impacto se considera de significancia baja, puesto que existen actualmente caminos que comunican hacia el sitio de la obra, de manera que se minimizaría la afectación al suelo por su construcción, además, la superficie considerada para el proyecto representa relativamente una pequeña superficie en comparación con el sistema ambiental en el que se ubica. Debe considerarse que el proyecto se desarrollará predominantemente en zonas con pendientes menores al 5% por lo que la erosión y consecuente pérdida de suelo ocasionada en el área del proyecto es un impacto que se vislumbra de bajo a moderado y el cual se considera mitigable con controles adecuados.	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Etapas	Construcción.
Aspecto: Utilización de maquinaria, vehículos y equipo. **Impacto:** Contaminación del suelo.	
Como consecuencia principalmente del proceso constructivo del proyecto, la posible afectación a este factor ambiental ocurrirá principalmente por el uso de vehículos y maquinaria durante la limpieza del terreno, por la realización de actividades de excavación, compactación y/o nivelación. Durante las actividades de remoción y movimiento de tierras, existe el riesgo potencial de contaminación por derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites provenientes del equipo y de la maquinaria utilizada durante esta etapa, así como por la disposición de residuos urbano y peligrosos tales como materiales metálicos, residuos de pinturas, baterías de la maquinaria, materiales impregnados con combustibles o aceites etc. Estos impactos son generados por la presencia de agentes externos sobre el suelo, como en el caso del vertido de cemento para la colocación de cimentaciones, lo que genera cambios en las características del suelo. También está relacionado con la generación de materiales sobrantes, además de basura generada por los trabajadores. Por otro lado, La mala disposición de residuos puede generar lixiviados que pueden infiltrarse hacia el subsuelo, comprometiendo la calidad del agua. Por otro lado, la presencia en áreas aledañas al área del proyecto puede generar la aparición de fauna nociva. Este impacto se considera de baja intensidad, pues ocurriría de manera puntual y temporal, además de que es mitigable. Se realizará el mantenimiento preventivo periódico y programado de la maquinaria, vehículos y equipo que sea utilizado durante las diferentes etapas del proyecto para evitar las emisiones fugitivas, además de que se realizará un manejo integral de los diferentes tipos de residuos generados; el caso de la ocurrencia de algún vertimiento accidental, se recuperará el suelo contaminado, el cual será tratado como residuo peligroso. Se establecerá un reglamento de obra de aplicación permanente, se impartirán pláticas sobre la correcta disposición de los residuos y se mantendrá la supervisión ambiental durante todo el proyecto.	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Etapas	Construcción.
Aspecto: Remoción de vegetación. Sellamiento del suelo. **Impacto:** Disminución en la captación de agua.	
La remoción de vegetación, que implicará la reducción en el número de individuos arbóreos, disminuirá la intercepción del agua pluvial por el dosel vegetal, así como la infiltración directa al subsuelo por medio del escurrimiento cortical. Aunado a esto, el sellamiento del suelo en el área del proyecto disminuirá la capacidad de infiltración en la superficie en la que se realizaría el cambio de uso de suelo.	

Hidrología.

Componente ambiental	Hidrología
Factor	Disponibilidad del recurso.
Etapas.	Construcción, Operación y mantenimiento
Aspecto: Remoción de vegetación. Utilización del recurso agua. **Impacto:** Disminución en la captación de agua. Agotamiento del recurso.	
Debido a la remoción de la vegetación se reducirá evidentemente el número de individuos arbóreos, lo que disminuye la intercepción del agua pluvial por el dosel vegetal, así como la infiltración directa la subsuelo por medio del escurrimiento cortical. Así mismo, la compactación mecánica del suelo puede disminuir el crecimiento vegetal, al impedir la penetración de las raíces y la reducción de la porosidad del suelo, lo cual ocurriría por el establecimiento de superficies impermeables. Por otro lado, se requerirá el consumo de agua para el proceso constructivo, principalmente para la mezcla de concretos como puede ser en las actividades de cimentaciones, caseta de control, etc. En este caso, se menciona que no se realizará la extracción directa del recurso (agua del subsuelo), sino que se adquirirá el agua cruda que fuese requerida para las actividades constructivas de fuentes municipales autorizadas.	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Etapas.	Construcción, Operación y mantenimiento
Aspecto: Utilización de maquinaria, vehículos o equipo. Generación de residuos. **Impacto:** Contaminación del agua.	
Durante el uso de vehículos y maquinaria podría generarse contaminación de las aguas, derivada de filtraciones o fugas de combustible, aceite o aditivos, originado por mantenimiento inadecuado del equipo, maquinaria y vehículos que se utilicen. Este impacto ya se ha considerado en el factor suelo. Se realizará el mantenimiento preventivo periódico y programado de la maquinaria, vehículos y equipo que sea utilizado durante las diferentes etapas del proyecto. Por otro lado, la mala disposición de residuos puede generar lixiviados que pueden infiltrarse hacia el subsuelo, comprometiendo la calidad del agua. Este impacto se considera de baja intensidad, pues ocurriría de manera puntual y temporal, además de que es mitigable. La generación de residuos sanitarios producirá aguas residuales, cuyo mal manejo y disposición podría provocar su infiltración al suelo y contaminar el acuífero.	

Componente ambiental	Hidrología
Factor	Patrones de drenaje.
Etapas.	Construcción.
Aspecto: Utilización de maquinaria, vehículos o equipo. Sellamiento del suelo. **Impacto:** Modificación de los patrones naturales.	
Si bien el área del proyecto se caracteriza por presentar un relieve homogéneo, con pocas modificaciones, actividades como el desmonte y despalme, seguido por el paso de vehículos, pueden ocasionar la alteración puntual de las superficies de desmonte y el desprendimiento de la cubierta superficial, modificando el relieve, lo que propiciaría el cambio en los patrones de drenaje, aunque esto ocurriría únicamente a una microescala, dado que el proyecto se desarrollará predominantemente en zonas con pendientes menores al 5% por lo que, la erosión en el área del proyecto es un impacto que se vislumbra de bajo a moderado y el cual se considera mitigable con controles adecuados.	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Factor	Cobertura vegetal.
Etapas.	Construcción, Operación y mantenimiento

Aspecto:

Remoción de la vegetación.

Impacto:

Pérdida de hábitat.

Disminución de recursos disponibles.

Erosión.

Este impacto ocurrirá por la remoción de vegetación correspondiente a selva mediana subperenifolia en estado secundario, lo que reducirá la cobertura vegetal, siendo que esta sirve como refugio y fuente de otros recursos para las especies de fauna.

Éste se considera un impacto permanente toda vez que la totalidad del espacio que ocuparía el proyecto se mantendrá sin vegetación, puesto que alojará estructuras energizadas que no podrían convivir con individuos de porte arbóreo, por lo que no habrá la posibilidad de un crecimiento vegetal, debido al sellamiento del suelo.

Se estima que el impacto tiene una significancia moderada, más que nada porque al acotarse únicamente al Área del Proyecto (polígono de CUSTF de 1.5 ha) se considera ambientalmente aceptable, al encontrarse controlada, acotada espacialmente y sujeta a medidas de prevención y mitigación. Por otro lado, se estima baja la probabilidad de encontrar especies ecológicamente importantes o sensibles, siendo que de los muestreos de vegetación realizados únicamente se registró la especie *Thrinax radiata*, (la cual está incluida en la NOM-SEMARNAT-059-2010), por los ejemplares encontrados durante la actividad de *Limpieza del terreno* serán rescatados y reubicados.

Por otro lado, la falta de cubierta vegetal expondría al área a los efectos erosivos del viento y de la lluvia, si bien esta erosión no sería continua, pues el mismo sellamiento del suelo evitará a la larga mayor desprendimiento de la capa de suelo.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Etapas.	Construcción, Operación y mantenimiento
Aspecto: Remoción de la vegetación. Presencia de personal. **Impacto:** Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. Disminución en la riqueza de especies de flora.	
Este impacto ocurrirá por la remoción de vegetación forestal en la que se encuentran individuos de diversas especies de flora. Éste se considera un impacto permanente toda vez que el área total en la que se realizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberá mantenerse sin vegetación durante la operación del proyecto, de manera que no habrá la posibilidad de un crecimiento vegetal, debido al sellamiento del suelo. Por otro lado, la realización de las actividades constructivas implica la presencia de personal, el cual podría incurrir en el saqueo de especies florísticas para su aprovechamiento o comercialización. La pérdida por remoción será compensada por un programa de reforestación (se puede observar en los anexos de este capítulo) propuesta para este estudio, que compensará la erosión, infiltración, el carbono, la calidad del aire y la cantidad de oxígeno.	

Componente ambiental	Vegetación.
Factor	Especies en estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Etapas.	Construcción, Operación y mantenimiento
Aspecto: Remoción de vegetación. Presencia de personal. **Impacto:** Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles.	
Las actividades inherentes a las diferentes etapas de la obra, como el desmonte y despalme impactarán la abundancia de especies vegetales. Cabe señalar que en el Área del Proyecto únicamente se registró una especie incluida en la NOM-SEMARNAT-059-2010 (y la modificación de su Anexo III), siendo esta *Thrinax radiata*.	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Factor	Calidad del hábitat.
Etapas.	Construcción, Operación y mantenimiento
Aspecto: Remoción de vegetación. Presencia de personal. Utilización de maquinaria y vehículos. **Impacto:** Disminución en la riqueza de especies de fauna. Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna.	
La remoción de vegetación impacta de manera indirecta a la fauna al reducir la disponibilidad de recursos para estás, principalmente refugio y alimentación, disminuyendo la calidad de su hábitat. Una vez concluidas las actividades constructivas se estima que los individuos de las diferentes especies de vertebrados podrían regresar a la zona. Si bien se espera una riqueza relativamente buena, también es posible que se encuentren muchas especies generalistas debido a que, como ya se mencionó, las obras se ubican en zonas donde ya existe actividad antrópica.	

Componente ambiental	Fauna.
Factor	Diversidad de especies de vertebrados.
Etapas.	Construcción, Operación y mantenimiento.
Aspecto: Remoción de vegetación. Presencia de personal. Utilización de maquinaria y vehículos. Instalación y permanencia de infraestructura eléctrica. **Impacto:** Disminución en la riqueza de especies faunísticas.	
La fauna se vería afectada primeramente por la presencia de personal, así como por todas las actividades relacionadas con ella. La fauna sería desplazada por la actividad humana y el ruido generado por la utilización de maquinaria y vehículos, existiendo, además, riesgo de atropellamiento. Por otro lado, el derribo de vegetación sin controles podría provocar el aplastamiento de individuos de fauna. No se considera que la obra vaya a impactar significativamente a la avifauna, pues no se trata de un tendido eléctrico, por lo que no se instalarán estructuras como postes o torres, por lo tanto, se descartan los riesgos de colisión o electrocución que redundarían en la	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Etapas.	Construcción, Operación y mantenimiento.
Aspecto: Remoción de vegetación. Presencia de personal. Utilización de maquinaria y vehículos. Instalación y permanencia de infraestructura eléctrica. **Impacto:** Disminución en la riqueza de especies faunísticas.	
disminución de la riqueza de este grupo en particular, toda vez que no son típicos de las instalaciones como la pretendida. La electrocución de aves es derivada de la interacción directa (contacto) con los elementos de las líneas de distribución (media tensión) existentes; en general, se considera que especies de aves de gran envergadura como las pertenecientes a las familias Cathartidae, Accipitridae y Falconidae, de las cuales existen especies registradas en la zona. En este caso, el proyecto no considera este tipo de infraestructura. Como medida principal se implementará un Programa de Rescate, Reubicación y Preservación de Fauna Silvestre, el cual considera la realización de recorridos de inspección ambiental para la detección de fauna silvestre previos al inicio de las actividades de desmonte y excavación, su ahuyentamiento y, en su caso, el rescate de individuos conforme a los lineamientos técnicos aplicables, privilegiando su reubicación en áreas con condiciones ambientales similares, bajo la supervisión de personal ambiental capacitado.	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

	SEMARNAT-2010 y de interés biológico.
Etapas.	Construcción, Operación y mantenimiento.
Aspecto: Remoción de vegetación. Presencia de personal. Utilización de maquinaria y vehículos. Instalación y permanencia de infraestructura eléctrica. **Impacto:** Disminución en la riqueza de especies de especies faunísticas sensibles.	
La fauna se vería afectada primeramente por la presencia de personal, así como por todas las actividades relacionadas con ella. La fauna sería desplazada por la actividad humana y el ruido generado por la utilización de maquinaria y vehículos, existiendo, además, riesgo de atropellamiento. Por otro lado, el derribo de vegetación sin controles podría provocar el aplastamiento de individuos de fauna. Más que nada, muchas de las actividades consideran la afectación directa a especies faunísticas por el uso de maquinaria y vehículos, los cuales podría incurrir en atropellamiento de individuos; particularmente, durante la obra civil, es necesario realizar excavaciones para la preparación de cimentaciones, siendo que algunos individuos podrían caer en estas y ser aplastados posteriormente por materiales que conforman la estructuras de concreto. Sin embargo, los impactos derivados se consideran prevenibles mediante la supervisión fija y continua, recurriendo a la relocalización de los individuos, cuando sea requerido. En la zona existe el registro de especies de los diferentes grupos de vertebrados terrestres incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que no se descarta su presencia durante la realización de las actividades del proyecto.	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Factor	Calidad paisajística
Etapa	Construcción
Aspecto: Modificación del paisaje. **Impacto:** Cambio en la percepción sensorial del área en términos de calidad del paisaje.	
La calidad paisajística en el área de estudio es en general media, debido a la existencia de otras obras en las inmediaciones y la relativa cercanía del proyecto con un trazo carretero ampliamente utilizado, además, se estima una alta capacidad de absorción visual, puesto que el sitio del proyecto no es visible desde esta infraestructura y la existencia de vegetación que circundará finalmente a la obra, enmascara el impacto. Es claro que una instalación como la pretendida no es tan visible como los son estructuras como postes o torres, que son más conspicuas, dada su altura. La implementación del proyecto se estima con significancia Media, si bien, la propia selección del sitio se considera como una forma para evitar afectación a ambientes mejor conservados, siendo que se considera que no se alterará la percepción visual existente de manera significativa, por las características mencionadas, existentes en la zona. Por otra parte, como medida de integración paisajística las instalaciones del proyecto utilizarán colores neutros y acabados no reflectantes, además, se asegurará que la remoción de vegetación se acote exclusivamente al Área del Proyecto, respetando la vegetación circundante, la cual ayudará a reducir el contraste visual con el entorno.	

Componente ambiental	Paisaje
Factor	Fragilidad paisajística.
Etapa	Construcción, Operación y mantenimiento.
Aspecto: Modificación del paisaje. **Impacto:** Deterioro del paisaje.	
La calidad paisajística en el área de estudio es en general media, debido a la existencia de otras obras en las inmediaciones y la relativa cercanía del proyecto con un trazo carretero ampliamente utilizado, además, se estima una alta capacidad de absorción visual, puesto que el sitio del proyecto no es visible desde esta infraestructura y la existencia de vegetación que circundará finalmente a la obra, enmascara el impacto. Es claro que una instalación como la pretendida no es tan visible como los son estructuras como postes o torres, que son más conspicuas, dada su altura. La implementación del proyecto se estima con significancia Media, si bien, la propia selección del sitio se considera como una forma para evitar afectación a ambientes mejor	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Etapa	Construcción, Operación y mantenimiento.
Aspecto: Modificación del paisaje. **Impacto:** Deterioro del paisaje.	
conservados, siendo que se considera que no se alterará la percepción visual existente de manera significativa, por las características mencionadas, existentes en la zona.	

Se menciona que **no se tratan la fragmentación de la vegetación o la conectividad de áreas con vegetación natural como impactos**: en primera instancia, debe notarse que la fragmentación y la pérdida de vegetación están asociados, siendo que la primera es propiciada mayormente por el cambio de uso del suelo en ecosistemas naturales, es decir, por la pérdida de vegetación. La misma fragmentación, producida por la pérdida de vegetación, provoca la interrupción de corredores biológicos naturales, lo cual sería la *alteración en la conectividad* que se menciona (Navarro *et al.*, 2015). Se considera que ninguno de los mencionados se trata de impactos (no son la consecuencia final) pues, si se analiza, la fragmentación, el efecto de borde y la pérdida de conectividad repercuten más bien en parámetros poblacionales, por lo que los impactos reales serían, la **disminución de la abundancia** y la **modificación en la distribución de especie de flora y fauna**, **siendo ambos considerados en las fichas incluidas anteriormente**.

Por otro lado, cabe acotar que, si bien, el proyecto estará delimitado por una cerca perimetral, por su extensión y forma no se considera como una instalación que pueda ocasionar la fragmentación de hábitats, pues no impediría estrictamente el paso de las especies de fauna, ya que por su capacidad de desplazamiento estas pueden rodearla con relativa facilidad. Así mismo, se comenta que la realización del proyecto no afectará la conectividad, puesto que la obra ocupa una superficie pequeña en comparación del tamaño del predio en el que se encuentra y que a su alrededor se conservarán superficies con vegetación que podrán seguir sirviendo para el desplazamiento de especies de fauna; adicionalmente, de la consulta de la capa de información vectorial "*Límites y regionalización de los Corredores Biológicos del sureste de México*" (2015), elaborada por la Coordinación de Análisis Territorial de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en la cual se delimitan los límites de los Corredores Biológicos del sureste para facilitar el

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

que esta no sería afectada por el proyecto.

- **Navarro, M.C., González, L.F., Flores, R. y R. Amparán. (2015). Fragmentación y sus implicaciones. Análisis y reflexión documental. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México. Pp. 62.**

V.3. Valoración de los impactos.

V.3.1. Métodos y criterios de valoración de los impactos.

Teniendo los impactos identificados se procede a evaluar el grado de importancia que obtienen según los criterios de valoración de los índices básicos y complementarios que se describen a continuación.

Tabla V.7. Índice básico y complementario de valoración de los impactos.

Criterios	Definición
Índice Básico	
Magnitud o intensidad	El grado de afectación que sufrirán un elemento o componente ambiental por la acción.
Extensión espacial	Se refiere a la influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto
Duración	Es el intervalo de tiempo en que se manifiesta el impacto
Índice complementario	
Sinergia	Es el grado en que un impacto potencia el efecto de otro o induce a su aparición
Acumulación	Es el grado en que el impacto de una actividad se suma a otro, sea en el pasado o en el presente
Controversia	Se refiere a la polémica que proporcionará la ejecución de la actividad

[redacted]

Tabla V.8. Parámetros y escala de evaluación de los criterios.

Escala	*Magnitud (M)*	*Extensión (E)*	*Duración (D)*	*Sinergia (S)*	*Acumulación (A)*	*Controversia (C)*	*Mitigación (Mi)*
0				**No existe:** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	**No existe:** Cuando no se presentan efectos aditivos en los impactos	**No existe:** Cuando el impacto está regulado por una normatividad ambiental, o la sociedad no manifiesta especial interés por el impacto	**Nula:** No hay medidas de mitigación
1	**Mínima:** Cuando la afectación cubre del 0 al 30% del total de los recursos presentes en el área del proyecto	**Puntual:** Si el efecto ocurre dentro del área del proyecto.	**Corta:** Cuando el efecto dura menos de un año	**Existe:** Cuando se presentan interacciones entre impactos	**Existe:** Cuando se presentan efectos aditivos en los impactos	**Existe:** Cuando el impacto no está regulado por una normatividad ambiental, o la sociedad manifiesta especial interés por el impacto	**Baja:** Si la medida de mitigación aminora la afectación hasta un 30%
2	**Moderada:** Cuando la afectación cubre del 31 al 75% del total de los recursos presentes en el área del proyecto	**Local:** Si el efecto ocurre hasta 2 km. Con respecto al área del proyecto	**Mediana:** Cuando el efecto dura de uno a tres años				**Media:** Si la medida de mitigación aminora la afectación de un 31 a 60 %
3	**Alta:** Cuando la afectación cubre del 75 al 100% del total de los recursos presentes en el área del proyecto	**Regional:** Si el efecto ocurre más allá de 2 km, con respecto al respecto al área del proyecto	**Larga:** Cuando el efecto dura más de tres años				**Alta:** Si la medida de mitigación aminora la afectación de un 61 a 100 %

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

El indicador se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$IBij=1/9(Mij+Eij+Dij)$$

Donde:

- **Mij** = Magnitud
- **Eij** = Extensión espacial
- **Dij** = Duración

A los valores obtenidos de esta ecuación se les asignó la categoría de Índice Básico, de acuerdo con la siguiente calificación.

Bajo –	$0.01 \leq IBij < 0.50$
Moderado –	$0.51 \leq IBij < 0.65$
Alto –	$0.66 \leq IBij < 0.83$
Muy alto –	$0.84 \leq IBij < 1.00$

V.3.2.2. Cálculo del índice complementario (IC).

Para el cálculo de este indicador se utilizó la siguiente fórmula.

$$ICij=1/9\ (Sij+Aij+Cij)$$

Donde:

- **Sij** = efectos sinérgicos
- **Aij** = Efectos acumulativos
- **Cij** = Controversia

A los valores obtenidos de esta ecuación se les asignó la categoría de Índice Complementario, de acuerdo con la siguiente calificación:

Bajo –	$0.00 \leq ICij < 0.33$
Moderado –	$0.33 \leq ICij < 0.65$
Alto –	$0.65 \leq ICij < 0.83$
Muy alto –	$0.83 \leq ICij < 1.00$

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Complementarios, calculándose a través de la siguiente fórmula:

IIij = (IBij 1-ICij)

Donde:

- **IBij** = Índice Básico.
- **ICij** = Índice Complementario.

A los valores obtenidos de esta ecuación se les asigna la categoría de Índice de Impacto de acuerdo con la siguiente clasificación:

Bajo –	0.01≤IIij<0.50
Moderado –	0.51≤IIij<0.65
Alto –	0.66≤IIij<0.83
Muy alto –	0.84≤IIij<1.00

V.3.2.4. Cálculo de la significancia de impactos (SI).

Una vez obtenidos los índices IB, IC e II se procede a calcular la Significancia del Impacto tomando en consideración el criterio de las medidas de mitigación (Mij) a través de la siguiente ecuación:

SIij=IIij [1-(1/9 Mij)]

Donde:

- **IIij** = índice de impacto
- **Mij** = Existencia y eficiencia de las medidas de mitigación

Determinación de la significancia de los impactos ambientales.

Con base a los valores obtenidos se asignaron las siguientes categorías para la clasificación de la Significancia del Impacto (Sij):

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Muy alto – si 0.76≤Sij<1.00

V.3.2.5. Clasificación de la significancia de los Impactos Ambientales.

Con base en los resultados obtenidos anteriormente, se procedió a la clasificación de la significancia de los impactos ambientales en bajo, moderado, alto y muy alto, de acuerdo con las categorías señaladas para el Índice de Significancia de Impactos:

V.3.2.6. Evaluación de los impactos ambientales identificados.

Utilizando las categorías anteriormente referidas, se elaboró la **Tabla V.9**, en la que se ilustra el valor asignado de acuerdo con los criterios empleados en la **Tabla V.8** y el valor de significancia para cada una de las interacciones de los impactos ambientales identificados en la **Tabla V.5**, respectivamente.

Con base en los resultados obtenidos, se procedió a la clasificación de significancia de los impactos ambientales en baja, moderada, alta y muy alta, de acuerdo con las categorías señaladas para el índice de significancia de impactos.

[redacted]

Tabla V.9. Significancia de los Impactos Ambientales Identificados

Medio	Componente	Factor	Acción del proyecto	M	E	D	S	A	C	Mi	IB	IC	II	SI	TIPO
Abiótico	Aire	Calidad del aire	Trazo y nivelación del proyecto.	1	1	1	0	0	0	2	0.33	0.00	0.33	0.11	BAJO
			Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	2	1	1	0	0	0	1	0.44	0.00	0.44	0.30	MODERADO
			Excavación.	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Terracerías.	2	1	1	0	0	0	1	0.44	0.00	0.44	0.30	MODERADO
			Cimentaciones	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Caseta de control.	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Trincheras y ductos para cables.	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Cerca perimetral.	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Montaje de equipos eléctricos.	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Operación	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
		Ruido y vibraciones	Trazo y nivelación del proyecto.	1	2	1	0	0	0	1	0.44	0.00	0.44	0.30	MODERADO
			Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	2	2	1	0	0	0	1	0.56	0.00	0.56	0.37	MODERADO
			Excavación.	1	2	1	0	0	0	1	0.44	0.00	0.44	0.30	MODERADO
			Terracerías.	1	2	1	0	0	0	1	0.44	0.00	0.44	0.30	MODERADO
			Cimentaciones	1	2	1	0	0	0	1	0.44	0.00	0.44	0.30	MODERADO
			Caseta de control.	1	2	1	0	0	0	1	0.44	0.00	0.44	0.30	MODERADO
			Trincheras y ductos para cables.	1	2	1	0	0	0	1	0.44	0.00	0.44	0.30	MODERADO
			Cerca perimetral.	1	2	1	0	0	0	1	0.44	0.00	0.44	0.30	MODERADO
			Montaje de equipos eléctricos.	1	2	1	0	0	0	1	0.44	0.00	0.44	0.30	MODERADO
			Operación	1	2	1	0	0	0	1	0.44	0.00	0.44	0.30	MODERADO
	Suelo	Estructura y composición	Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	3	1	3	0	0	0	3	0.78	0.00	0.78	0.00	BAJO
			Excavación.	2	1	3	0	0	1	3	0.67	0.33	0.76	0.00	BAJO
		Características físicas y/o químicas	Trazo y nivelación del proyecto.	2	1	3	0	0	1	2	0.67	0.33	0.76	0.25	MODERADO
			Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	2	1	3	0	0	0	1	0.67	0.00	0.67	0.44	MODERADO
			Excavación.	1	1	3	0	0	0	1	0.56	0.00	0.56	0.37	MODERADO
			Terracerías.	2	1	3	0	0	0	1	0.67	0.00	0.67	0.44	MODERADO
			Cimentaciones	2	1	3	0	0	0	1	0.67	0.00	0.67	0.44	MODERADO
			Caseta de control.	1	1	3	0	0	0	1	0.56	0.00	0.56	0.37	MODERADO
			Trincheras y ductos para cables.	1	1	3	0	0	0	1	0.56	0.00	0.56	0.37	MODERADO
Abiótico		Procesos de Infiltración-	Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	2	1	3	0	0	1	3	0.67	0.33	0.76	0.00	BAJO

[redacted]

Tabla V.9. Significancia de los Impactos Ambientales Identificados

Medio	Componente	Factor	Acción del proyecto	M	E	D	S	A	C	Mi	IB	IC	II	SI	TIPO
			Excavación.	1	1	3	0	0	0	3	0.56	0.00	0.56	0.00	BAJO
			Terracerías.	2	1	3	0	0	0	3	0.67	0.00	0.67	0.00	BAJO
			Cimentaciones	2	1	3	0	0	0	3	0.67	0.00	0.67	0.00	BAJO
			Caseta de control.	1	1	3	0	0	0	3	0.56	0.00	0.56	0.00	BAJO
			Trincheras y ductos para cables.	1	1	3	0	0	0	3	0.56	0.00	0.56	0.00	BAJO
			Cerca perimetral.	2	1	3	0	0	0	3	0.67	0.00	0.67	0.00	BAJO
	Hidrología	Disponibilidad del recurso	Excavación.	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Terracerías.	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Cimentaciones	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Caseta de control.	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Trincheras y ductos para cables.	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Cerca perimetral.	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Puesta en marcha	1	1	1	0	0	0	1	0.33	0.00	0.33	0.22	BAJO
			Operación	1	1	3	0	0	0	2	0.56	0.00	0.56	0.19	BAJO
		Calidad del agua	Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	1	1	1	0	0	0	3	0.33	0.00	0.33	0.00	BAJO
			Excavación.	1	1	1	0	0	0	3	0.33	0.00	0.33	0.00	BAJO
			Terracerías.	1	1	1	0	0	0	3	0.33	0.00	0.33	0.00	BAJO
			Cimentaciones	1	1	1	0	0	0	3	0.33	0.00	0.33	0.00	BAJO
			Caseta de control.	1	1	1	0	0	0	3	0.33	0.00	0.33	0.00	BAJO
			Trincheras y ductos para cables.	1	1	1	0	0	0	3	0.33	0.00	0.33	0.00	BAJO
			Cerca perimetral.	1	1	1	0	0	0	3	0.33	0.00	0.33	0.00	BAJO
			Operación	1	1	3	0	0	0	3	0.56	0.00	0.56	0.00	BAJO
Abiótico	Hidrología	Patrones de drenaje	Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	2	1	3	1	0	0	3	0.67	0.33	0.76	0.00	BAJO
			Excavación.	2	1	3	1	0	0	3	0.67	0.33	0.76	0.00	BAJO

[redacted]

Tabla V.9. Significancia de los Impactos Ambientales Identificados

Medio	Componente	Factor	Acción del proyecto	M	E	D	S	A	C	Mi	IB	IC	II	SI	TIPO
			Terracerías.	2	1	3	0	0	0	3	0.67	0.00	0.67	0.00	BAJO
			Cimentaciones	2	1	3	0	0	0	3	0.67	0.00	0.67	0.00	BAJO
			Caseta de control.	1	1	3	0	0	0	3	0.56	0.00	0.56	0.00	BAJO
			Trincheras y ductos para cables.	1	1	3	0	0	0	3	0.56	0.00	0.56	0.00	BAJO
Biótico	Vegetación	**Cobertura vegetal (estructura y Composición)**	Trazo y nivelación del proyecto.	3	1	3	0	0	1	2	0.78	0.33	0.85	0.28	MODERADO
			Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	3	1	3	0	0	1	2	0.78	0.33	0.85	0.28	MODERADO
			Operación	1	1	3	0	0	0	1	0.56	0.00	0.56	0.37	MODERADO
		Diversidad de especies	Trazo y nivelación del proyecto.	3	1	3	0	0	1	2	0.78	0.33	0.85	0.28	MODERADO
			Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	1	1	3	0	0	0	1	0.56	0.00	0.56	0.37	MODERADO
			Operación	1	1	3	0	0	0	1	0.56	0.00	0.56	0.37	MODERADO
		Especies en Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	2	1	3	0	0	1	3	0.67	0.33	0.76	0.00	BAJO
			Operación	1	1	3	0	0	0	1	0.56	0.00	0.56	0.37	MODERADO
	Fauna	**Calidad del hábitat**	Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	3	1	3	0	0	1	2	0.78	0.33	0.85	0.28	MODERADO
			Operación	1	1	3	0	0	0	1	0.56	0.00	0.56	0.37	MODERADO
		Diversidad de especies de vertebrados	Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	3	1	1	0	0	0	1	0.56	0.00	0.56	0.37	MODERADO
			Operación	2	1	3	0	1	0	2	0.67	0.33	0.76	0.25	MODERADO
		Especies de fauna incluidas en la NOM-059-	Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	2	1	3	0	0	1	2	0.67	0.33	0.76	0.25	MODERADO

[redacted]

Tabla V.9. Significancia de los Impactos Ambientales Identificados

Medio	Componente	Factor	Acción del proyecto	M	E	D	S	A	C	Mi	IB	IC	II	SI	TIPO
		SEMARNAT-2010 y de interés biológico	Operación	1	1	3	0	1	0	2	0.56	0.33	0.68	0.23	BAJO
Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística	Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	3	1	3	0	0	1	2	0.78	0.33	0.85	0.28	MODERADO
			Cimentaciones	2	1	3	0	0	0	2	0.67	0.00	0.67	0.22	BAJO
			Cerca perimetral.	1	1	3	0	0	0	2	0.56	0.00	0.56	0.19	BAJO
		Fragilidad visual	Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	2	2	3	0	0	1	2	0.78	0.33	0.85	0.28	MODERADO
			Cimentaciones	2	2	3	0	0	0	2	0.78	0.00	0.78	0.26	MODERADO
			Cerca perimetral.	1	2	3	0	0	0	2	0.67	0.00	0.67	0.22	BAJO
Social	Socioeconómico	Densidad de población	Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Excavación.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Terracerías.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Cimentaciones	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Caseta de control.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Trincheras y ductos para cables.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Cerca perimetral.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Montaje de equipos eléctricos.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
		Demanda de servicios	Trazo y nivelación del proyecto.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Excavación.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Terracerías.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Cimentaciones	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Caseta de control.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Trincheras y ductos para cables.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Cerca perimetral.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Montaje de equipos eléctricos.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Puesta en marcha	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Operación	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
		Generación de empleos	Trazo y nivelación del proyecto.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Limpieza del terreno (desmonte y despalme).	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Excavación.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Terracerías.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO

[redacted]

Tabla V.9. Significancia de los Impactos Ambientales Identificados

Medio	Componente	Factor	Acción del proyecto	M	E	D	S	A	C	Mi	IB	IC	II	SI	TIPO
			Cimentaciones	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Caseta de control.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Trincheras y ductos para cables.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Cerca perimetral.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Montaje de equipos eléctricos.	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Puesta en marcha	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO
			Operación	1	2	1	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	MODERADO

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

V.3.3. Análisis de significancia de los impactos ambientales.

V.3.3.1. Resumen de los impactos ambientales.

Luego de realizar la evaluación y significancia de los impactos, a continuación, se presenta de manera resumida el resultado obtenido donde se observa que la mayoría corresponde a impactos Adversos con una significancia Baja (44) y con significancia Moderada (34). En cuanto a los Benéficos se encontraron 30 impactos con significancia moderada:

Tabla V.10. Resumen de impactos.

Componente	Etapas del Proyecto																								Totales
	Construcción																Operación								
	Obra Civil								Obra Electromecánica																
	Positivos				Negativos				Positivos				Negativos				Positivos				Negativos				
	Muy Alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy Alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy Alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy Alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy Alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy Alto	Alto	Moderado	Bajo	
Aire							10	6							1	1							1	1	20
Suelo							7	9																	16
Hidrología								19								1								2	22
Vegetación							4	1															3		8
Fauna							3																2	1	6
Paisaje							3	3																	6
Socioeconómico			23								5								2						30
Total:	0	0	23	0	0	0	27	38	0	0	5	0	0	0	1	2	0	0	2	0	0	0	6	4	**108**
Impactos	**23**				**65**				**5**				**3**				**2**				**10**				**108**

Interacciones:	
BENÉFICAS =	30
ADVERSOS =	78
TOTALES =	**108**

En las siguientes figuras se realizó una división entre impactos Benéficos y Adversos, con la finalidad de representar de manera gráfica el resultado de la evaluación. Es posible observar que la mayoría de los impactos adversos tienen una significancia

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

encuentra evidentemente impactada de antemano. Los impactos moderados benéficos se presentan únicamente en el aspecto social, pues una obra de esta magnitud representa bienestar, por ello la creación de empleos, que aumentará la derrama económica que beneficiará a los pobladores de localidades cercanas al proyecto y, una vez implementado el proyecto, permitirá un incremento en la prestación del servicio eléctrico, con mejor calidad y confiabilidad, lo cual puede ser también un detonante económico.

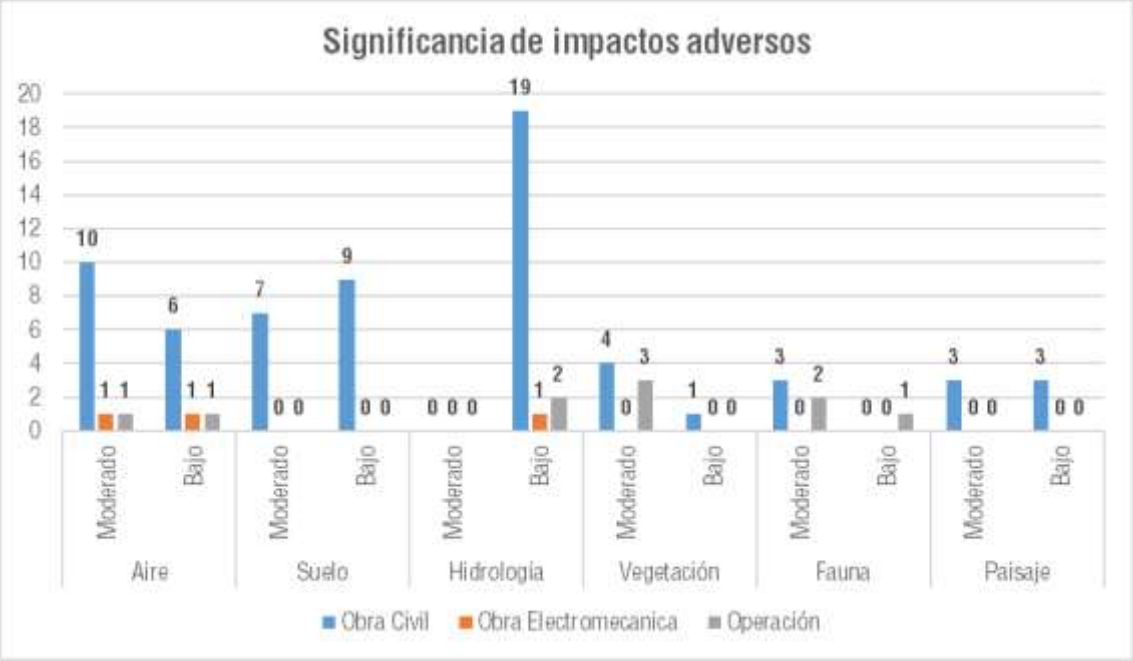


Figura V 1. Significancia de impactos adversos.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

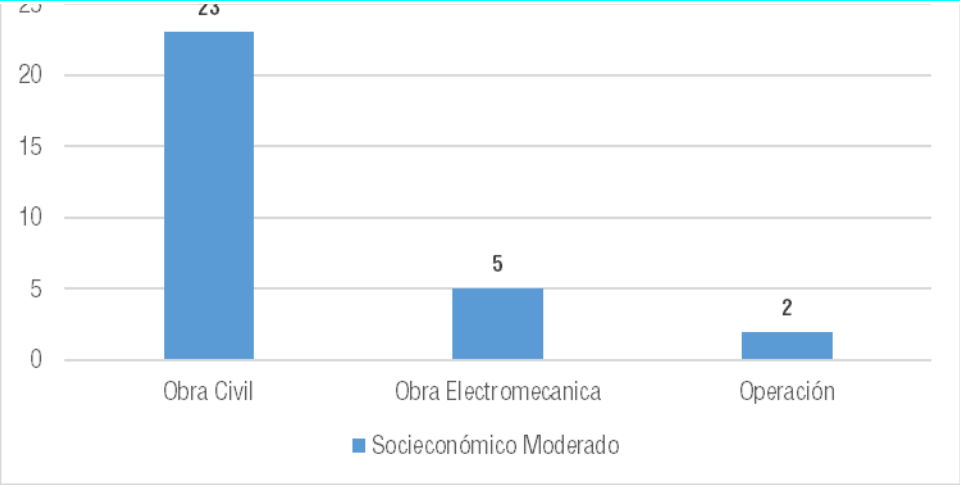


Figura V 2. Significancia de impactos benéficos.

Si bien la aplicación de las medidas de prevención y mitigación propuestas reduce significativamente la magnitud de los impactos identificados, se reconoce que los impactos asociados a la remoción de vegetación secundaria y a la alteración del suelo constituyen impactos residuales de carácter permanente y local, cuya significancia residual se considera moderada, aunque ambientalmente aceptable, al encontrarse controlada, acotada espacialmente y sujeta a medidas de prevención y mitigación.

V.4. Impactos residuales.

Un impacto residual es aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. De acuerdo con el análisis que se ha realizado en las secciones previas se puede observar que el valor de significancia conlleva una combinación de los impactos y medidas de mitigación, con lo que los niveles obtenidos representan impactos residuales.

Así, los impactos residuales identificados para el proyecto son aquellos relacionados a la implementación y permanencia de la obra en el sitio planteado, siendo estos los asociados a la remoción de vegetación, pues la que será removida en el polígono que delimitada la obra no podrá ser recuperada en ese mismo sitio; por otro lado, la implantación del proyecto repercutirá sobre el paisaje, considerando esta afectación un impacto residual, pues la obra permanecerá ahí en el tiempo y no hay una medida tan específica como para mitigarlo completamente, motivo por el que no podría considerarse un impacto nulo, sin embargo, sólo puede marcarse como bajo, dadas las condiciones prevalentes en la zona, ya que su propia ubicación enmascararía en gran medida su aparición.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

las medidas de mitigación que se propone se encuentra la realización de la reforestación de una superficie equivalente a la que sería removida. En este caso, esto es congruente con los preceptos de excepcionalidad indicados en el primer párrafo del Artículo 93 de la LGDFS. Es oportuno mencionar que anteriormente, en el documento de dicho instrumento del 25 de abril de 2003 se indicaba que los estudios técnicos justificativos (en este caso se presenta un DTU considerando tanto la materia ambiental como forestal) debían demostrar que no se comprometiera la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, lo cual, mirado objetivamente, era algo imposible de cumplir, puesto que toda obra o proyecto provocará ineludiblemente impactos, de manera que sería impensable sugerir que estos no sería provocados; por otra parte, el instrumento vigente (última reforma publicada el 22 de abril de 2022) señala, en cuanto a los criterios de excepcionalidad, que los impactos "*se mitiguen*". De esta forma, en estricto sentido legal, la medida principal considerada para los impactos asociados a la remoción de una superficie con vegetación forestal se mitigarían, pues la medida, compensaría la superficie removida de manera equivalente, manteniendo la vegetación de manera global en el ecosistema, si bien, no en el punto de instalación del proyecto.

Por otra parte, de los componentes considerados, en cuanto al perceptual, que corresponde al paisaje, se identifican con base a la percepción que podría tener la vista del paisaje en el área del proyecto. El impacto visual se considera residual debido que la percepción del lugar se dará en la temporalidad que los espectadores la observen, siendo que el lugar es relativamente cercano a una carretera concurrida, por lo que el impacto derivado de su implementación ocurrirá en un periodo de tiempo corto, si bien, el sitio pretendido se ubica a poco más de 1,500 metros de la carretera, a un predio con acceso restringido, existiendo vegetación de selva mediana circundante, siendo que la obra, una vez implementada no estaría a la vista de manera habitual. Cabe recordar que la calidad paisajística suele relacionarse en gran medida a la apreciación de quien lo ve, siendo le caso que al ser una obra muy conspicua y encontrarse en un lugar público, por ejemplo, es fácilmente perceptible, lo que no ocurre en el caso de la obra.

De acuerdo con lo dicho se considera que los impactos residuales identificados corresponden principalmente a los asociados a la modificación permanente del suelo y la remoción de vegetación secundaria. Dichos impactos se consideran

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

V.5. Impactos acumulativos.

El impacto acumulativo se define en la normativa ambiental como: "*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*".

Bajo esta óptica, puede decirse que los impactos ambientales acumulativos que pudieran atribuirse al proyecto pretendido están asociados a la remoción de vegetación forestal y la permanencia de la instalación. Considerando esto, para la determinación y análisis de los impactos acumulativos no se tomarán en cuenta uno a uno los impactos ambientales identificados en el apartado, *V.2. Caracterización*, del presente capítulo, además de que se para este fin se abordarán estos como elementos más amplios que agrupen una serie de impactos relacionados, denominándolos, de acuerdo con la metodología que se empleará como Componentes Ambientales Valorados (**CAVs**), a saber, los siguientes:

1. Pérdida de cobertura vegetal.
2. Pérdida de hábitat.
3. Erosión.
4. Sellamiento del suelo.
5. Calidad paisajística.

Bajo la metodología seleccionada el análisis de los impactos ambientales acumulativos se basa en la determinación de las desviaciones de "*línea base o cero*", evaluándolos como si el proyecto fuera la única fuente de cambio dentro del sistema ambiental definido identificado, además, los cambios que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región.

Dicho lo anterior, a continuación, se describe la metodología utilizada.

V.5.1. Metodología.

Para el caso que nos ocupa, la metodología elegida es denominada como ***"Evaluación y gestión de impactos acumulativos rápida",*** la cual, ha sido desarrollada siguiendo los lineamientos metodológicos del Manual de Buenas Prácticas para evaluación y mitigación de impactos acumulativos, desarrollado por el IFC en 2015.

Los pasos por seguir de acuerdo con este procedimiento son los siguientes:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

generación de impactos acumulativos.

d) Identificación de fuentes de estrés (Emprendimientos) dentro del SA.
e) Evaluación de interacciones
f) evaluación de impactos acumulativos

f.1. Evaluación de los impactos acumulativos y determinación de su significancia sobre la condición futura de los CAVs.

f.2. Evaluación de la contribución que el emprendimiento pretendido (el proyecto) pudiera tener sobre los impactos acumulativos previstos

f.3. Definición del Nivel de Afectación Global (NAG) de cada CAVs

Cabe señalar que esta metodología supone que todos los emprendimientos presentes dentro del SA definido están en funcionamiento, incluido el proyecto **SAE Chemuyil**, por lo que es pertinente indicar que este aportará un valor incremental sobre los impactos que ya están siendo generados por emprendimientos existentes que comparten características similares.

a) Determinación de límites espaciales.

Los límites espaciales establecidos para el análisis de los impactos ambientales acumulativos del *SAE Chemuyil* se acotan al área del Sistema Ambiental definido, bajo el supuesto de cumplir con las siguientes consideraciones:

- Incluye el área que será directamente afectada (la propia área del proyecto, el polígono del *SAE Chemuyil*), así como aquella que será afectada de manera indirecta (el SA menos la superficie del proyecto).
- Los *CAVs* no superen el área del SA.

Como se sabe, el SA definido para el proyecto fue presentado en capítulos anteriores del presente documento.

b) Determinar de límites temporales de análisis.

La definición del límite temporal se basó en el análisis de los emprendimientos pasados, actuales y futuros viables que podrían tener influencia sobre la generación de impactos acumulativos sobre los CAVs identificados, como se muestra en el inciso d) de este apartado.

c) Identificación de los Componente Ambiental Valorados (CAVs) con potencial de generación de impactos acumulativos.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- Componentes con potencial de generación de impactos acumulativos por el proyecto (*SAE Chemuyil*).
- Componentes con potencial de generación de impactos acumulativos por otros emprendimientos.

Se priorizó la relación que representan los emprendimientos presentes en el SA con los CAVs, tomando como el grado mínimo de incidencia material igual o mayor al 10%, como se mostrará en el inciso e de este apartado.

d) Identificación de fuentes de estrés (Emprendimientos) dentro del SA.

Una vez determinados los CAVs principales, así como sus límites geográficos y temporales, corresponde identificar todas las fuentes de estrés que pueden afectar la condición o estado final de los CAVs determinados, incluyendo:

- Emprendimientos preexistentes: todos aquellos identificados en el SA conforme a los proyectos previamente existentes.
- Emprendimientos actuales: todos aquellos que iniciaron actividades durante el periodo de integración del presente estudio que se presenta para el proyecto pretendido.
- Emprendimientos futuros previsibles: aquellos que actualmente se encuentran en proceso de evaluación ante la SEMARNAT.

Con la finalidad de identificar las fuentes de estrés, denominadas según la metodología aplicada como *emprendimientos*, las cuales corresponden a obras existentes o de que se tiene conocimiento serán establecidos dentro del SA definido, idealmente se contempló valerse de la base de información del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), sin embargo, al momento de la elaboración del presente documento se tiene que las funciones de este no se encuentran completamente habilitadas.

Al intentar agregar el área del Sistema Ambiental definido para el SAE Chemuyil no pudo lograrse, a pesar de seguir los pasos indicados en el Manual de Usuario SIGEIA 8.0:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

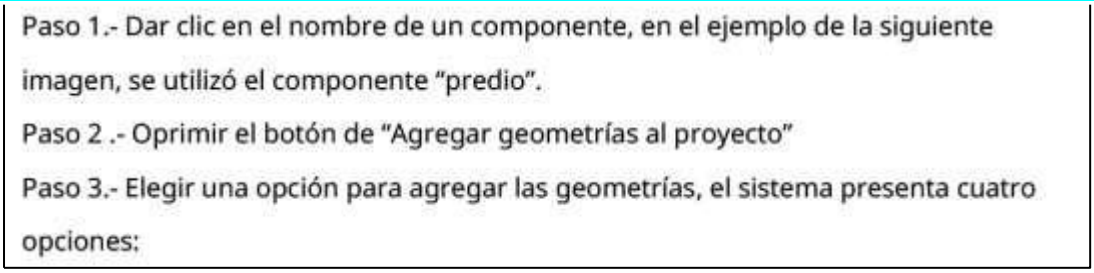


Figura V.4. Instrucciones para agregar geometrías en el visor del SIGEIA según se indica en su manual del usuario.

En el visor del SIGEIA, siguiendo las instrucciones, no se activa el botón "*Agrega geometrías*" que se menciona en el manual del usuario del SIGEIA 8.0, como se muestra en la imagen siguiente:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Figura V.5. Se muestra cómo se realizó la selección del tipo de geometría sin que se activara la opción de selección de geometrías. En el recuadro en la esquina superior derecha se muestra las opciones que deberían habilitarse de acuerdo con el manual del usuario.

A pesar de lo mencionado, se utilizó únicamente la visualización de capas de información disponible, para lo cual no es necesario agregar el área del SA definido, aunque la extensión de la vista se hizo más bien "*a ojo*", observándose los emprendimientos cercanos a donde se ubicaría el SA:



Figura V.6. Emprendimientos cercanos a la ubicación del SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla V.11. Emprendimientos identificados mediante el SIGEIa.

Clave	Proyecto	¿Coincide con el SA?	
		SÍ	No
23QR2009H0043	Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales para la localidad de Chemuyil, municipio de Tulum, Quintana Roo.		X
23QR2018UD069	Toh centro de conservación del hábitat y desarrollo humano.		X
23QR2022V0020	*Tramo 5 Sur del Tren Maya	X	
23QR2023E0030	Electrificación Tren Maya SET 5.	X	

*No aparece la clave en el SIGEIA.

Además de los emprendimientos listados en la tabla anterior, se consideraron algunos observados con base a las visitas de campo realizadas al sitio del proyecto, además de que, para fines del análisis, se consideraron individualmente las obras de cada proyecto, de manera que los emprendimientos utilizados para el análisis son lo que se muestran en la siguiente figura:

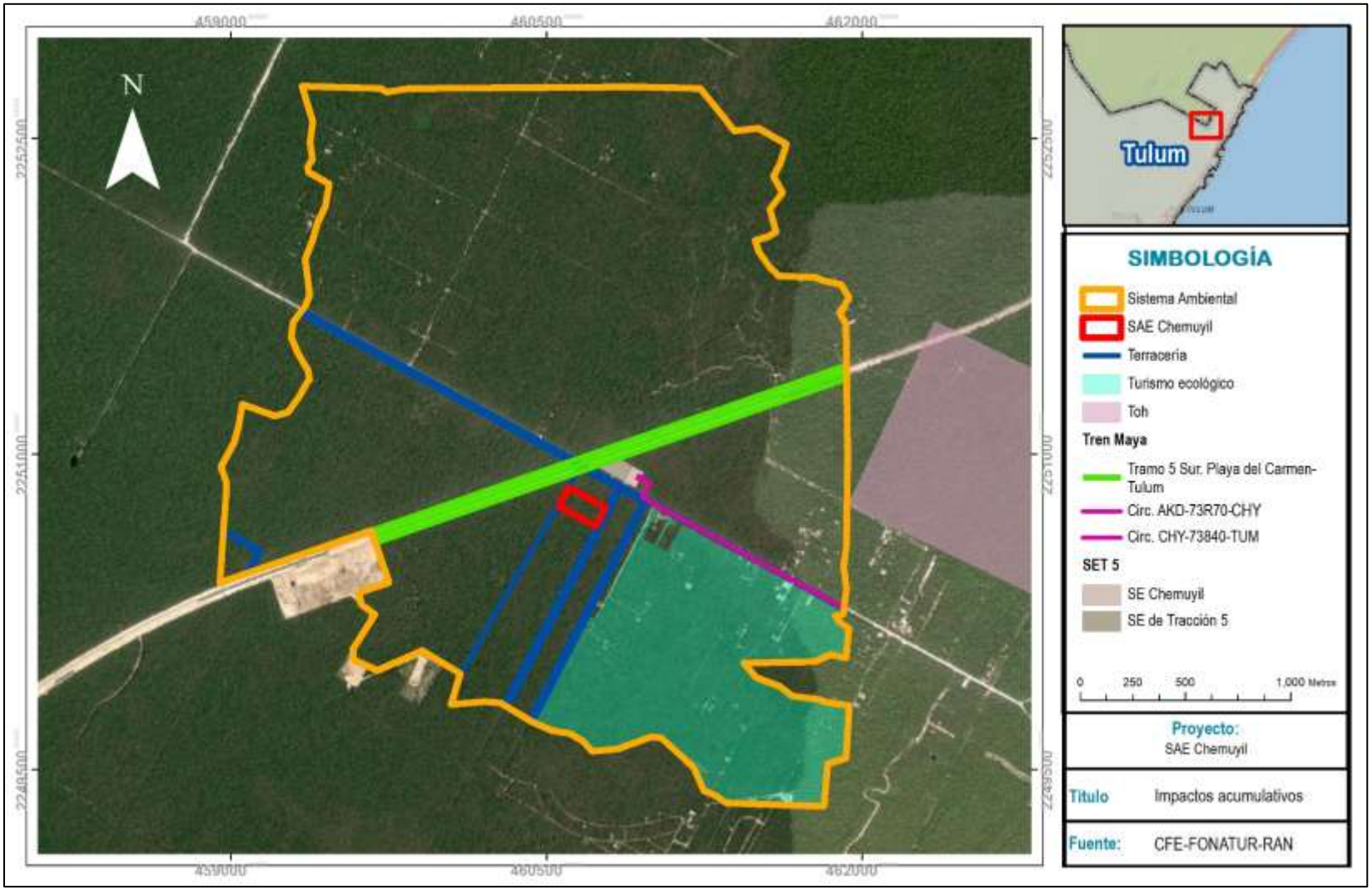


Figura V.3. Emprendimientos dentro del SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla V.12. Listado definitivo de emprendimientos identificados.

No.	Emprendimientos	
1	Terracería.	**Pasados**
2	Turismo ecológico.	
	Tren Maya	
3	Tramo 5 Sur Playa del Carmen – Tulum.	
4	Circuito Akumal II – 73R70 – Chemuyil.	
5	Circuito Chemuyil – 73840 – Tulum.	
	SET 5	
6	SE Chemuyil.	
7	SE de Tracción 5.	
-	De acuerdo con lo definido, **no se encontraron este tipo de emprendimientos**.	**Actuales**
8	SAE Chemuyil.	**Futuros**

e) Evaluación de interacciones entre CAVs y emprendimientos.

Al comienzo de este apartado *V.1. Impactos acumulativos* se mencionaron los CAVs que se analizarán y, recién, determinados los emprendimientos. La identificación de los impactos acumulativos sobre los CAV´s en el área de estudio fue realizada mediante el uso de matrices de interacción entre los emprendimientos identificados en el SA y los CAVs determinados. Así, se relacionaron en las filas los CAVs determinados y en las columnas los Emprendimientos identificados en el SA del proyecto, incluido el *Proyecto Base* (SAE Chemuyil), teniendo las siguientes interacciones:

Tabla V.13. Interacciones identificadas.

No.	CAV	SAE Chemuyil	Terracería	Turismo ecológico	Tramo 5 Sur Playa del Carmen-Tulum	Circuito Akumal II-73R70-Chemuyil	Circuito Chemuyil-73840-Tulum	SE Chemuyil	SE de Tracción 5	Interacciones encontradas en cada CAV	Grado de incidencia material de todos los emprendimientos sobre el CAV
1	Pérdida de cobertura vegetal	X	X	X	X			X	X	**6**	**75%**
2	Perdida de hábitat	X	X		X			X	X	**5**	**63%**
3	Erosión	X	X	X	X			X	X	**6**	**75%**
4	Sellamiento del suelo	X	X	X	X			X	X	**6**	**75%**
5	Calidad paisajística	X	X		X	X	X	X	X	**7**	**88%**

f) Análisis de impactos acumulativos.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla V.14. Criterios y escala de valoración del aporte individual de cada emprendimiento a los CAVs.

Características	Escala de valoración				
Naturaleza (NA)	Positivo (+1)	Negativo (-1)			
Intensidad (In)	Baja (1)	Media (2)	Alta (4)	Muy Alta (8)	Total (10)
Extensión (EX)	Puntual (1)	Parcia l(2)	Extenso (4)	Total (8)	Critico (10)
Momento (MO)	Largo Plazo (1)	Mediano Plazo (2)	Inmediato (4)	Critico (8)	
Persistencia (PE)	Fugaz (1)	Temporal (2)	Permanente (4)		
Reversibilidad (RE)	Corto Plazo (1)	Mediano Plazo (2)	Largo Plazo (4)	Irreversible (8)	
Sinergia (SI)	Sin Sinergia (1)	Sinérgico (2)	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (AC)	Simple (1)	Acumulativo (4)			
Efecto (EF)	Indirecto (1)	Directo (4)			
Periodicidad (PR)	Discontinuo (1)	Periódico (2)	Continuo (4)		
Recuperabilidad (MC)	Inmediata (1)	Recuperable (2)	Mitigable (4)	Irrecuperable (8)	

Fuente CONESA
Elaboración: Cardo 2018

Ahora bien, se presenta la descripción de cada una de las características, así como de su escala:

Naturaleza (NA)		
Alude al carácter beneficioso/positivo (+) o perjudicial/negativo (-) del impacto.		
Características	**Descripción**	**Valor**
Impacto positivo	El efecto se traduce en un incremento del beneficio al medio físico, biótico y social derivado de cada proyecto.	**+1**
Impacto negativo	Efecto se traduce en una pérdida de un valor natural, estético-cultural, paisajístico de profundidad ecológica o en un aumento de perjuicios ocasionados por la contaminación, erosión, etc.	**-1**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Características	Descripción	Valor
Baja	El impacto genera una alteración mínima del elemento evaluado.	**1**
Media	Algunas de las características del elemento o componente ambiental evaluado cambian	**2**
Alta	El elemento cambia sus principales características, aunque aún se puede recuperar.	**4**
Muy alta	Se presenta una destrucción parcial del elemento evaluado.	**8**
Total	Se presenta una destrucción total del elemento.	**10**

Extensión (EX)		
Se refiere al área de influencia teórica del impacto del CAV en relación con el entorno del proyecto (porcentaje del área respecto al entorno en que se manifiesta el impacto).		
Características	**Descripción**	**Valor**
Impacto puntual	Tiene un efecto muy localizado (menor al 10% del total).	**1**
Impacto parcial	El efecto tiene una incidencia apreciable en el medio (entre el 10% y el 25% del total).	**2**
Impacto extenso	El efecto se detecta en una gran parte del medio analizado (entre el 25% y el 50% del total).	**4**
Impacto total	El efecto se manifiesta de forma generalizada en todo el entorno considerado (mayor al 50% del total).	**8**
Crítica	El efecto se produce en un entorno cuya situación hace que sea crítica (vertido en una zona próxima a una toma de agua para consumo humano).	**10**

Momento (MO)		
Es el plazo de manifestación del impacto en el CAV, alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del impacto sobre el elemento del medio considerado.		
Características	**Descripción**	**Valor**
Largo Plazo	Si el impacto tarda en manifestarse más de cinco años.	**1**
Mediano Plazo	Si se manifiesta entre uno a cinco años.	**2**
Inmediato	Si el impacto ocurre una vez se inicie la actividad que lo genera o dentro de un año.	**4**
Critico	El efecto cuyo momento de aparición es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	**8**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

medidas correctivas. Se expresa en función del tiempo en que permanece el impacto (fugaz, temporal o permanente).

Características	Descripción	Valor
Fugaz	La alteración que ocasiona permanece menos de un año.	**1**
Temporal	La alteración permanece entre uno y 10 años.	**2**
Permanente	Cuando tiene una duración mayor a 10 años.	**4**

Reversibilidad (RV)

Es la posibilidad de reconstruir el CAV afectado por las actividades del proyecto; es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales, previas a la acción, por medios naturales y, en caso de que sea posible, el intervalo que se tardaría en lograrlo.

Características	Descripción	Valor
Corto Plazo	Menos de un año para recuperar el factor afectado.	**1**
Mediano Plazo	Uno a 10 años para recuperar el factor afectado.	**2**
Largo Plazo	Más de 10 años.	**3**
Irreversible	En caso de que el impacto no pueda ser revertido (por ejemplo, desaparición de una fuente de agua).	**4**

Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más impactos simples. El componente total de la manifestación de dos impactos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de impactos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.

Características	Descripción	Valor
Sin Sinergia	Cuando una acción que actúa sobre un factor no es sinérgica con otras acciones.	**1**
Sinérgico	La actividad o impacto evaluado presenta un sinergismo moderado, que implica una manifestación mayor al causado por la acción independiente.	**2**
Muy sinérgico	La acción es altamente sinérgica, y manifiesta un impacto mucho mayor sobre el factor intervenido	**4**

Acumulación (AC)

Ocurre cuando el efecto tiene un incremento progresivo.

Características	Descripción	Valor
Simple	Cuando la acción no produce impactos acumulativos	**1**
Acumulativo	El impacto generado se acumula.	**4**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Indirecto	La manifestación no es consecuencia directa de la acción (por ejemplo, dinamización de la economía).	**1**
Directo	El impacto es causado directamente por la actividad (por ejemplo, afectación a la calidad del agua superficial por vertidos contaminantes).	**4**

Periodicidad (PR)		
Se refiere a la regularidad con que se manifiesta el efecto.		
Características	**Descripción**	**Valor**
Discontinuo	La manifestación del impacto no se puede predecir	**1**
Periódico	La manifestación se presenta de manera cíclica.	**2**
Continuo	El impacto se presenta constantemente desde que se inició la actividad.	**4**

Recuperabilidad (MC)		
Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia de la construcción y operación; es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).		
Características	**Descripción**	**Valor**
Inmediata	El efecto es totalmente recuperable.	**1**
Recuperable	El efecto de la alteración puede eliminarse por la acción humana, y las actividades para la recuperación son de fácil aplicación o ampliamente aplicadas.	**2**
Mitigable	Los efectos pueden atenuarse o mitigarse de forma evidente, mediante el establecimiento de medidas correctoras.	**4**
Irrecuperable	La alteración del elemento no se puede reparar o las medidas de recuperación son tan complejas o costosas que no puedan aplicarse.	**8**

- Fórmula de cálculo.

Para cada caso se calculó el *Nivel de Afectación Total* (**NAG**), es decir, como afecta cada CAV particular, utilizando la formula:

$$NAG = NA \times (3IN + 2EX + MO + PE + RE + SI + AC + EF + PR + M)$$

Donde:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

MO	Momento	*PR*	Periodicidad
PE	Persistencia	*MC*	Recuperabilidad
RV	Reversibilidad		

De acuerdo con esta fórmula, los resultados pueden adquirir valores de significancia en un rango entre 14 – 98, de manera que para su categorización se utilizará una escala de 10 ítems, considerando su naturaleza, positiva o negativa, por lo que 5 corresponden a una y otros tanto, a la otra. Las categorías son las que se muestran a continuación:

- Jerarquización.

Para este paso se reclasifican los valores obtenidos del **NAG** del punto anterior, tomando en consideración que, de acuerdo con el *principio de Pareto*, aproximadamente el 80% de los eventos más recurrentes (en este caso, los impactos con valores de NAG más elevados) son explicado por aproximadamente el 20% de las causas. Esto quiere decir que, dentro del conjunto considerado, unos pocos componentes originan la mayor parte de los impactos acumulativos.

Para establecer la jerarquía de impactos ambientales acumulativo se han considerado los rangos de ponderación detallados a continuación:

Tabla V.15. Criterios de Jerarquización de Impactos Ambientales.

Impactos Negativos	**Critico** (-8o a -100)	Requiere del establecimiento de programas específicos dentro del Plan de Manejo o, en el peor de los casos, una reubicación o rediseño de componentes del proyecto	**Prioridad ALTA**
	Severo (-50 a -80)	Requiere el establecimiento de medidas de mitigación especificas a incorporar, ya sea a manera de especificaciones del diseño constructivo o procedimientos operativos	**Prioridad MEDIA**
	Moderado (-35 a -50)	Únicamente se requieren medidas de mitigación básica	**Prioridad BAJA**
	Irrelevante (0 a -35)	No requiere medidas de mitigación ya que estos impactos son inmediatamente recuperables o, en su defecto, las prácticas comunes de la industria eléctrica ya contemplan medidas de mitigación.	**Prioridad NULA**
Impactos Positivos	**Imperceptible** (0 a 35)	El impacto es imprescindible y, por ende, no verificable ni monitoreable. No requiere acciones.	**Prioridad NULA**
	Neutral (35 a 50)	El nivel de presión que ejerce este impacto en favorecer a componentes físicos, bióticos o sociales, no tienen la capacidad de modificar la dinámica natural de estos. No requiere acciones	**Prioridad NULA**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

	(80 a 100)	programas de gestión del proponente del proyecto	**ALTA**

g) Análisis de impactos acumulativos.

g.1. Análisis del impacto individual de cada Emprendimiento sobre los CAVs.

En la Tabla **V.15** se muestra el resumen del aporte individual obtenido para cada emprendimiento sobre cada uno de los CAVs evaluados. Dichos valores fueron ajustados a una nueva escala para obtener la magnitud equivalente de cada CAVs. De esta manera, se consideró que los impactos individuales generados por el Proyecto sobre los CAVs en cuestión tendrán un valor de 1, dado que fueron aquellos factores que se analizaron en el EIA y se reputarán como los más afectados por el Proyecto.

g.2. Definición del Nivel de Afectación Global (NAG) de cada CAV

Como se indicó anteriormente, el Nivel de Afectación Global (NAG) de cada impacto fue determinado por medio de la calificación de las interacciones identificadas de los Emprendimientos sobre cada uno de los CAV, determinando de forma matricial los siguientes criterios por cada interacción:

- NA Naturaleza
- IN Intensidad
- EX Extensión
- MO Momento
- PE Persistencia
- RV Reversibilidad
- SI Sinergia
- AC Acumulación
- EF Efecto
- PR Periodicidad
- MC Recuperabilidad

De esta forma, los resultados parciales de la evaluación de cada uno de los criterios antes mencionados son trasladados a la fórmula presentada, la cual incluye la calificación de cada una de las características mencionadas.

$$\boldsymbol{NAG} = NA \times (3IN + 2EX + MO + PE + RE + SI + AC + EF + PR + MC)$$

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

cobertura vegetal, (ii) Pérdida de hábitat, (iii) Erosión (iv) Sellamiento del suelo y (v) Calidad paisajística. Para ello se realizó una suma de los valores totales del impacto de cada emprendimiento sobre todos los CAV (vertical) y del impacto generado en cada CAV por todos los emprendimientos (horizontal) para obtener la magnitud del impacto acumulativo total. Estableciendo como supuesto que el Proyecto tendrá el valor máximo o será el que afecte mayormente a los CAVs, se utilizó la suma numérica de sus impactos (5) como base para el análisis:

Tabla V.16. Nivel de Afectación Global por CAV.

No.	CAV	EMPRENDIMIENTOS								NIVEL DE AFECTACIÓN GLOBAL (NAG)	CALIFICACIÓN PROMEDIO	JERARQUIZACIÓNCIÓN PROMEDIO
		SAE Chemuyil	Terracería	Tursimo ecológico	Tramo 5 Sur Playa del Carmen-Tulum	Circuito Akumal II-73R70-Chemuyil	Circuito Chemuyil-73840-Tulum	SE Chemuyil	SE de Tracción 5			
1	Pérdida de cobertura vegetal	-33	-27	-29	-40	0	0	-33	-33	**-24**	**-PS**	Irrelevante
2	Perdida de hábitat	-30	-25	0	-40	0	0	-27	-27	**-19**	**-NS**	Irrelevante
3	Erosión	-29	-22	-22	-38	0	0	-29	-29	**-21**	**-PS**	Irrelevante
4	Sellamiento del suelo	-34	-25	-25	-42	0	0	-34	-34	**-24**	**-PS**	Irrelevante
5	Calidad paisajística	-27	-19	0	-39	-26	-27	-27	-27	**-24**	**-PS**	Irrelevante

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

la zona cuando se encuentren simultáneamente en operación:

Tabla V.17. Aporte individual de cada emprendimiento evaluado sobre cada uno de los CAV en función del Proyecto Base.

No.	CAV	EMPRENDIMIENTOS								TOTAL
		SAE Chemuyil	Terracería	Tursimo ecológico	Tramo 5 Sur Playa del Carmen-Tulum	Circuito Akumal II-73R70-Chemuyil	Circuito Chemuyil-73840-Tulum	SE Chemuyil	SE de Tracción 5	
1	Pérdida de cobertura vegetal	1.00	0.82	0.88	1.21	0.00	0.00	1.00	1.00	5.91
2	Perdida de hábitat	1.00	0.83	0.00	1.33	0.00	0.00	0.90	0.90	4.97
3	Erosión	1.00	0.76	0.76	1.31	0.00	0.00	1.00	1.00	5.83
4	Sellamiento del suelo	1.00	0.74	0.74	1.24	0.00	0.00	1.00	1.00	5.71
5	Calidad paisajística	1.00	0.70	0.00	1.44	0.96	1.00	1.00	1.00	7.11
TOTAL		5.00	3.85	2.37	6.54	0.96	1.00	4.90	4.90	29.52
TOTAL NORMALIZADO		1.00	0.77	0.47	1.31	0.19	0.20	0.98	0.98	**5.90**

V.6. Conclusiones.

Con base a los resultados obtenidos en la evaluación de los impactos se pudo identificar un total de 108 interacciones de las cuales 30 son benéficas y 78, adversas. Los niveles de significancia resultaron de bajos a moderados, por lo que los impactos adversos podrán ser mitigados con la ejecución oportuna de medidas preventivas y de mitigación.

El desarrollo del proyecto ocasionará una serie de impactos ambientales sobre el área, sin embargo, el análisis previo nos señala que la mayoría de estos impactos son considerados de baja a moderada significancia, ya que presentan efectos puntuales en el área del proyecto, con una presencia temporal, en su mayoría, puesto que varios de ellos ocurrirán únicamente mientras se desarrollen las actividades inherentes al proyecto que los generan y que para estos se implementarán medidas preventivas y de mitigación.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ambiental más susceptible a los impactos identificados, ya que encuentra a la vegetación como parte de su hábitat y fuente de recursos por lo que, a medida que la cobertura vegetal sea alterada, también lo harán los sitios de reproducción, alimentación y protección de las diferentes especies de fauna. Sin embargo, para estos efectos, en el Capítulo correspondiente, se describen las medidas preventivas y de mitigación que se ejecutarán para los componentes afectados, lo que reducirá su efecto.

Cabe aclarar que la pérdida de la cubierta vegetal será mitigada con el Programa de reforestación que se propone, el cual será complementado con el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, coadyuvando la realización del Programa de rescate, reubicación y preservación de fauna silvestre a mitigar, a su vez, los impactos sobre este componente. Aunado a esto, se propondrá el rescate y reubicación de fauna, el cual establece diferentes acciones que se ejecutarán para la conservación de las especies, incluyendo a aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; si bien, como se mencionó, en los muestreos de flora realizados en el Área del Proyecto únicamente se registró una especie bajo este criterio, siendo esta *Beaucarnea piabilis*.

De esta forma, se considera que con la adecuada aplicación de las medidas preventivas y de mitigación propuestas el proyecto no incidirá significativamente en la degradación de la calidad de los ecosistemas presentes en el proyecto, por lo que no se generará un desequilibrio ecológico.

Además, de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, "un *impacto significativo o relevante es 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*"; por ello, se considera que los impactos identificados no pueden catalogarse como significativos o relevantes pues, si bien, tendrán efectos sobre los ecosistemas, no romperán la estructura y función de los mismos, ni obstaculizarán la existencia y desarrollo del hombre y los demás seres vivos.

Por otro lado, en cuanto a la evaluación de los ***impactos acumulativos***, si bien se considera que estos existirían debido a la presencia de otras actividades y obras en el SA definido, se considera que su significancia será irrelevante en su totalidad.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

aporte de cada uno de los emprendimientos analizados muestra lo siguiente:

Tabla V.18. Aporte de los Emprendimientos y del Proyecto Base sobre cada uno de los CAVs.

CAV Seleccionados	Aporte de los Emprendimientos Identificados (7)	Proyecto Base	Total
Pérdida de cobertura vegetal	4.91	1.00	5.91
Perdida de hábitat	3.97	1.00	4.97
Erosión	4.83	1.00	5.83
Sellamiento del suelo	4.71	1.00	5.71
Calidad paisajística	6.11	1.00	7.11
TOTAL	**24.52**	5.00	**29.52**
TOTAL NORMALIZADO	**4.90**	**1.00**	**5.90**
TIPO DE IMPACTO	**PRE-EXISTENTE**	**INCREMENTAL**	**TOTAL**
VALOR NUMERICO	**4.90**	**1.00**	**5.90**
VALOR PORCENTUAL	**83.06%**	**16.94%**	**100.00%**

Observando los datos mostrados puede concluirse que el valor numérico total del impacto acumulativo generado por los emprendimientos cercanos relevantes más el Proyecto da un total de 5.90 (100%); por su parte, los emprendimientos cercanos relevantes que se encuentran en operación tienen un aporte numérico consolidado igual a 4.90 (83.06 % del total), por lo tanto, considerando que el Proyecto aportará el valor individual de impacto máximo, con un valor numérico de 1.00 (13.53 %), conforme a la jerarquización de impactos ambientales acumulativos negativos corresponderá a un valor incremental irrelevante a los impactos preexistentes, es decir, no requiere de medidas de mitigación adicionales, aclarando que, si bien, en el Capítulo VII para los impactos potenciales identificados, no se requieren medidas especiales para los ***impactos acumulativos***. Por lo tanto, se tiene que el Proyecto a pesar de generar impactos acumulativos, no aportará con impactos incrementales de tal magnitud que pongan en riesgo su factibilidad.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B PARTICULAR.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (SAE) CHEMUYIL

CAPÍTULO VI

ABRIL 2026

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

VI. DATOS ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FAUNÍSTICA, ENTRE EL ÁREA DE CUSTF Y EL SA, ASÍ COMO DE LAS DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS Y DE LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL. 1

VI.1. Que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantendrá. ... 1

VI.1.1. VI.1.1. Medio biótico. 1

VI.1.1.1. Vegetación. 2

VI.1.1.1.1. Riqueza específica y Diversidad de especies del área estudiada (AP-SA). 1

VI.1.1.1.2. Similitud florística del área del proyecto (AP) respecto al sistema ambiental (SA). 1

VI.1.1.1.1. Especies florísticas de importancia para la conservación. 2

VI.1.2. Fauna. 3

VI.1.2.1. Análisis integral de la fauna presente en el SA y AP. 3

VI.1.2.1.1. Riqueza específica y estimado de abundancia. 3

VI.1.2.1.2. Índices de diversidad para el SA y AP. 6

VI.1.2.1.3. Índices de Similitud Faunística. 7

VI.1.2.1.1. Especies faunísticas de importancia para la conservación. 9

VI.2. Que la erosión de los suelos será mitigada. 10

VI.2.1. Erosión hídrica. 10

VI.2.1.1. Erosión hídrica en el Área forestal del proyecto. 10

VI.2.1.1.1. Escenario 1. Erosión hídrica en condiciones actuales en el área forestal. 10

VI.2.1.1.2. Escenario 2. Erosión hídrica una vez ejecutado el proyecto en el área forestal. 11

VI.2.1.1.3. Volumen de erosión hídrica a mitigar (Ton/Año). 11

VI.2.2. Erosión eólica. 12

VI.2.2.1. Estimación del índice de Agresividad del Viento. 13

VI.2.3. Erosión total. 15

VI.2.3.1.1. Erosión hídrica del escenario 3. 15

VI.2.3.1.2. Escenario 3. Erosión hídrica en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo con la aplicación de medidas. 16

VI.3. Que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación serán mitigados. 19

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

VI.3.1.1.1. Infiltración por mitigar: Escenario 3 con la aplicación de las medidas de mitigación. 22

VI.4. Que la pérdida en la capacidad de almacenamiento de carbono será mitigada.... 25

VI.4.1. Primer escenario. Condición Actual - Toneladas de carbono almacenado en la biomasa presente en la superficie sujeta a CUSTF. 25

VI.4.2. Segundo Escenario. 25

VI.5. Conclusiones..... 27

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FAUNÍSTICA, ENTRE EL ÁREA DE CUSTF Y EL SA, ASÍ COMO DE LAS DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS Y DE LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL.

En este Capítulo, como puede inferirse por su título, se realizará la comparación entre las condiciones actuales encontradas en el Área del Proyecto en la cual se pretende la remoción de vegetación asociada al CUSTF y las que se esperarían una vez realizada la remoción de la vegetación, utilizando los componentes bajo los cuales se configura la autorización por excepción de este, los cuales son biodiversidad, agua, suelo y carbono. Así mismo, en el caso de la biodiversidad (flora y fauna) el contraste se realiza en el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental definido.

Cabe mencionar que las metodologías para los cálculos realizados explicadas punto por punto pueden encontrarse en el **Capítulo IX** del presente documento, mencionándose en este de manera sucinta, para evitar hacer más pesada de lo necesario la lectura de este Capítulo.

VI.1. Que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantendrá.

VI.1.1. VI.1.1. Medio biótico.

El proyecto se trata de un Sistema de Almacenamiento de Energía eléctrica por lo que, considerando el acrónimo correspondiente, de aquí en adelante, en este documento será denominado **SAE Chemuyil**.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

121 especies, 96 géneros y 43 familias, siendo la familia Fabaceae la de mayor riqueza con 13 especies, seguida de la Rubiacaes (6), la Polygonaceae (6) y las familias Euphorbiaxeae, Myrtaceae, Nyctaginaceae con 5 especies.

Para el AP se registraron 91 especies de 73 géneros y 35 familias con un total de 611 individuos contabilizados; Se reporta dos epecies listadas como Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación de su Anexo Normativo III: *Thrinax radiata* y *Beaucarnea pliabilis*. Entre las familias mejor representadas por número de especies destacan la Fabaceae (37.14%), Polygonaceae (17.14%), y Nyctaginaceae con el 14.28%. Las especies más abundantes fueron *Gymnopodium floribundum* (63 individuos), *Manilkara zapota* (45 individuos), *Dyospyros tetrasperma* (36 individuos) y *Nectandra salicifolia* (35 individuos).

Para el SA se reportaron 89 especies de 76 géneros y 38 familias con un total de 1128 individuos contabilizados; solo dos especies se encuentran listadas como Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo 2019, *Trynax radiata* y *Spondias radkoferi*. Entre las familias mejor representadas por número de especies destacan la Fabaceae (27.81%) y Euphoribiaceae, Myrtaceae y Polygonaceae con 13.15%. Las especies más abundantes fueron: *Nectandra salicufolia* (143 ind.); *Manikara zapota* (104 ind.); *Casearia corymbosa* (89 ind.) y *Callophyllum brasiliensis* (82 ind.).

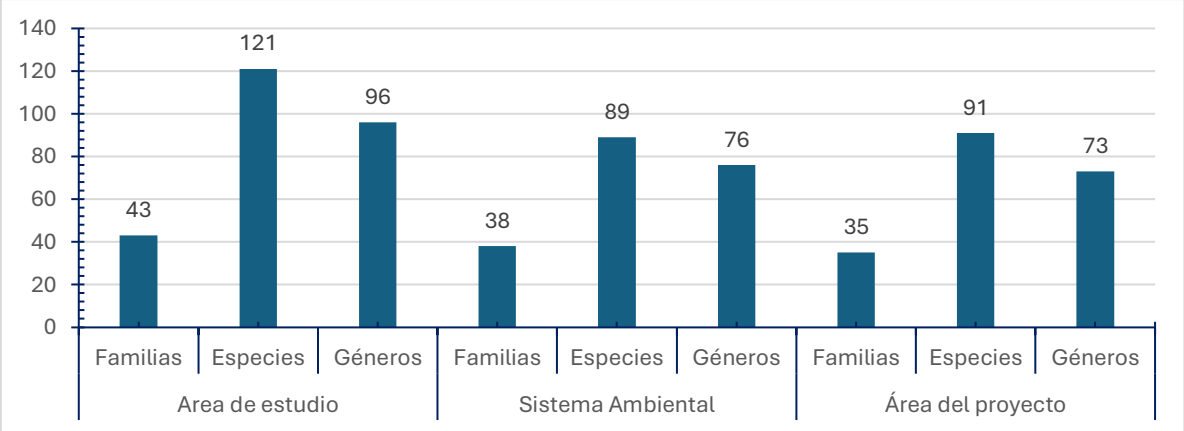


Figura VI.1. Comparación de la composición florística del AP respecto al SA.

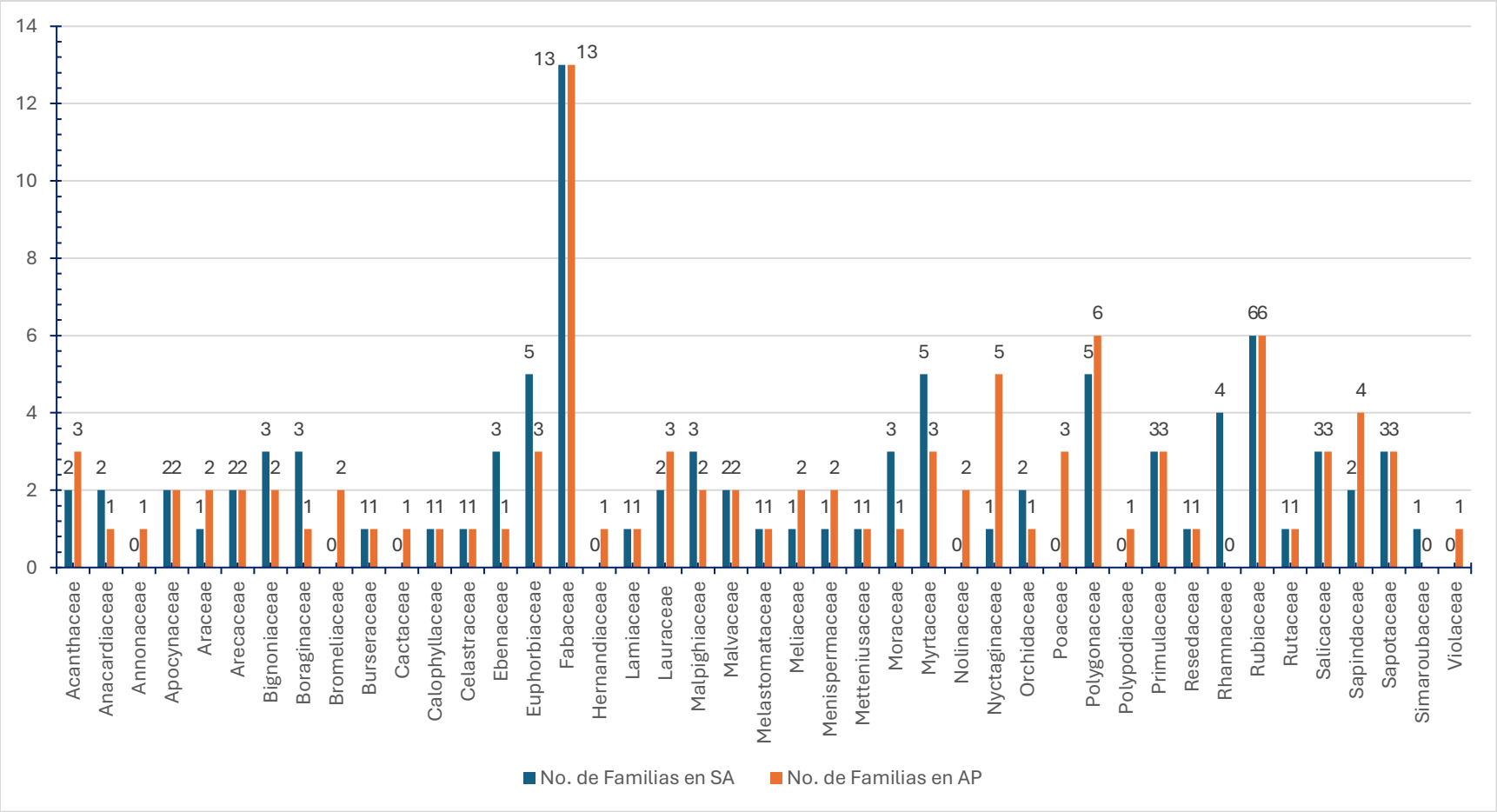


Figura VI.2. Comparación de la composición florística por Biotipo del AP respecto al SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

La diversidad alfa (riqueza específica) en el SA fue de 91 especies de 1128 registros, con una diversidad de H' 3.76 basado en la riqueza de especies; en el AP se registró un total de 88 especies de 611 individuos con una diversidad de H' 3.6. Para ambas zonas se considera una diversidad Alta, al presentar valores superiores a 3.

Tabla VI.1. Índices de diversidad de especies estimados para el Sistema Ambiental (SA) y Área del Proyecto (AP).

Área estudiada	Riqueza especifica (S)	Abundancia	Índice de diversidad			
			αF	H'	1-D	J
AP	88	611	28.19	3.76	26.61	0.84
SA	91	1,128	23.34	3.6	20.65	0.80

En cuanto a los índices de alfa de Fisher y de Simpson, se obtuvieron valores más altos para el AP (af = 28 y -D = 26.61) respecto al SA (aF = 23.34 y -D = 20.65). En cuento al índice de Pielou (J), se puede observar que tanto en el AP como en el SA los valores se presentan en 0.84 y 0.80, lo cual es indicativo de que en ambas comunidades las poblaciones de sus especies se distribuyen de forma ligeramente heterogénea al haber presencia de pocas especies dominantes.

VI.1.1.1.2. Similitud florística del área del proyecto (AP) respecto al sistema ambiental (SA).

La similaridad florística (ver Anexo **BDts SAE Chemuyil.xlxs**) se basa en la incidencia de las especies en cada ambiente (presencia o ausencia) y el resultado se puede visualizar como la proporción o porcentaje de especies compartidas, permitiendo conocer en forma detallada la semejanza entre pares de comunidades florísticas que previamente han sido definidas como lo es el área del proyecto (AP) y su sistema ambiental (SA). Las comunidades nativas de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) en el AP y SA respectivamente presentaron una similitud en composición de especies del 48.76 % (JC: 0.48); por su biotipo, la similitud por biotipo arbóreo fue de 50 % (JC: 0.50), para el arbustivo fue de un 31.82 % (JC: 0.3333), para el biotipo herbáceo del 28.57 % y para el biotipo liana de 18.75 %. La similitud florística del área del proyecto (AP) sujeto a CUSTF respecto al sistema ambiental (SA) se evaluó mediante Coeficiente o índice de Jaccard (JC), modificado por Ellenberg (1956), que es exclusivamente cualitativo y no considera el grado de participación de cada especie en la dominancia ecológica, donde el valor más cercano a 1 indica mayor semejanza (Magurran,1988). Como se puede observar es el cociente de la intersección entre la suma de todo lo no común, es al contrario del índice de

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

$$JC = \frac{Ni}{Na + Nb - Ni} * 100$$

Donde:

Na = Número de elementos en el Comunidad A.
Nb = Número de elementos en la comunidad B.
Ni = Número de elementos comunes en A y B.

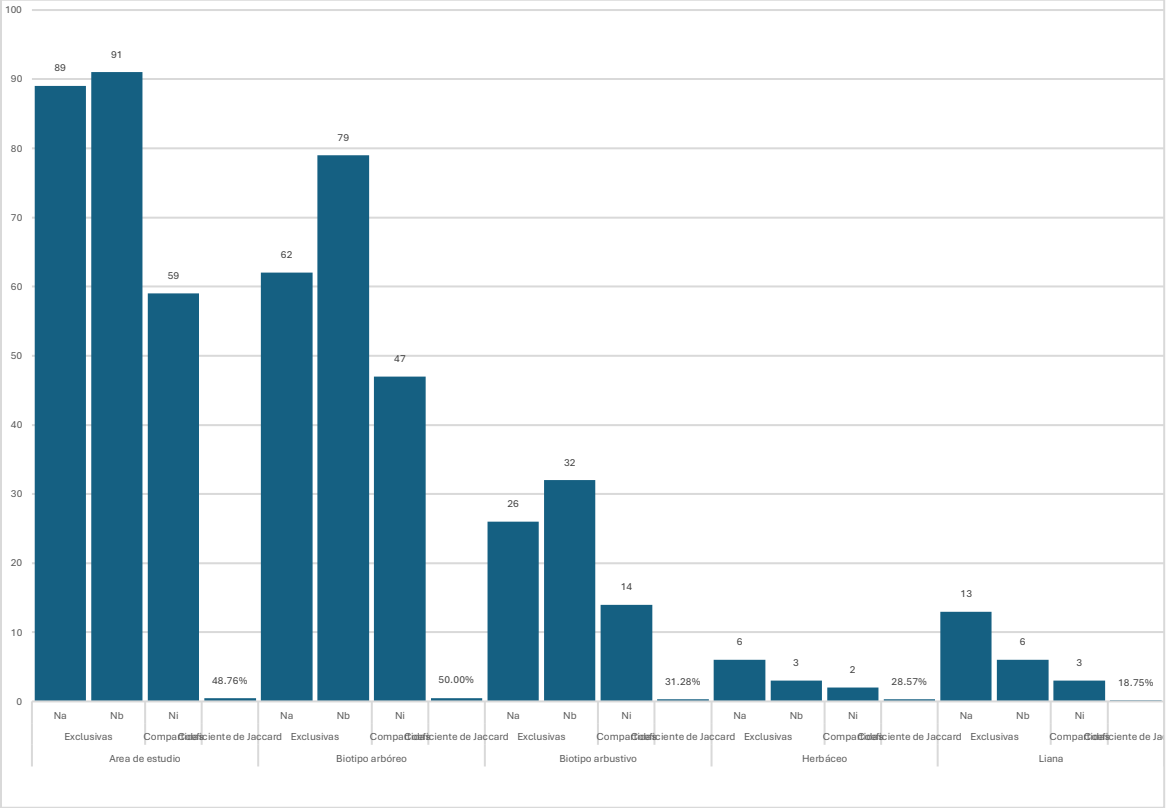


Figura VI.3. Similitud en composición de especies (acorde al muestreo de vegetación) de la VSA/SMQ en el área del proyecto y el sistema ambiental, estimado con el coeficiente de Jaccard (CJ).

VI.1.1.1.1. Especies florísticas de importancia para la conservación.

Se registró a tres especies en la categoría de riesgo de Amenazada (A), en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo 2019: *Spondias radlkoferi*, *Thrinax radiata* y *Beaucarnea pliabilis*. Se reportó la presencia de 24 especies bajo algún grado de Endemismo.

Tabla VI.2. Especies de importancia para la conservación reportadas en el AP y SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Justicia lundelli	PY	4	13
Cascabela gaumeri	PY	4	3
Plumeria obtusa	PY	9	6
Thrinax radiata	PY	14	30
Diospyros tetrasperma	PY	36	59
Croton icche	PY	0	5
Bauhinia jenningsii	PY	2	0
Coulteria cubensis	PY	0	7
Diphysa yucatanensis	PBPY	0	2
Platymiscium yucatanum	PBPY	13	25
Byrsonima bucidifolia	PBPY	0	2
Ceiba schottii	PY	23	16
Ottoschulzia pallida	PY	20	20
Beaucarnea pliabilis	PY	14	0
Rhyncholaelia digbyana var. digbyana	PY	3	0
Coccoloba spicata	PY	1	0
Neomillspaughia emarginata	PBPY	3	4
Randia longiloba	PBPY	1	3
Stenostomum lucidum	PY	0	2
Serjania yucatanensis	PBPY	1	0
Sideroxylon americanum	PY	2	0

VI.1.2. Fauna.

VI.1.2.1. Análisis integral de la fauna presente en el SA y AP.

VI.1.2.1.1. Riqueza específica y estimado de abundancia.

Para el SA la riqueza alcanzó las 103 especies, mientras qué, para el AP 54 especies, por lo tanto, el SA presenta una mayor riqueza total de especies con respecto al AP. El porcentaje de completitud para los estimadores de abundancia osciló entre 87.88 % (Chao-1) para el SA y de 75.31 % para el AP (Chao-1), con lo que puede concluirse que el muestreo fue suficiente al tener un porcentaje de completitud o confiabilidad mayor al 70%. Además, para el SA se obtuvo una abundancia de 504, de manera general, mientras que para el AP se registró un total de 54 individuos

En las siguiente tablas y figuras puede observarse un resumen de la riqueza y abundancia total de la comunidad faunística reportada en el AP:

Tabla VI.3. Comparación de la Riqueza de la comunidad faunística entre el AP y el SA.

Grupo	AP	SA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Mastofauna	8	14.81	14	13.59
Total	54	100.00	103	100.00

Tabla VI.4. Comparación de la Abundancia de la comunidad faunística entre el AP y el SA.

Grupo	AP		SA	
	Abundancia	**%**	**Abundancia**	**%**
Herpetofauna	4	3.39	25	4.96
Avifauna	99	83.90	418	82.94
Mastofauna	15	12.71	61	12.10
Total	118	100.00	504	100.00

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

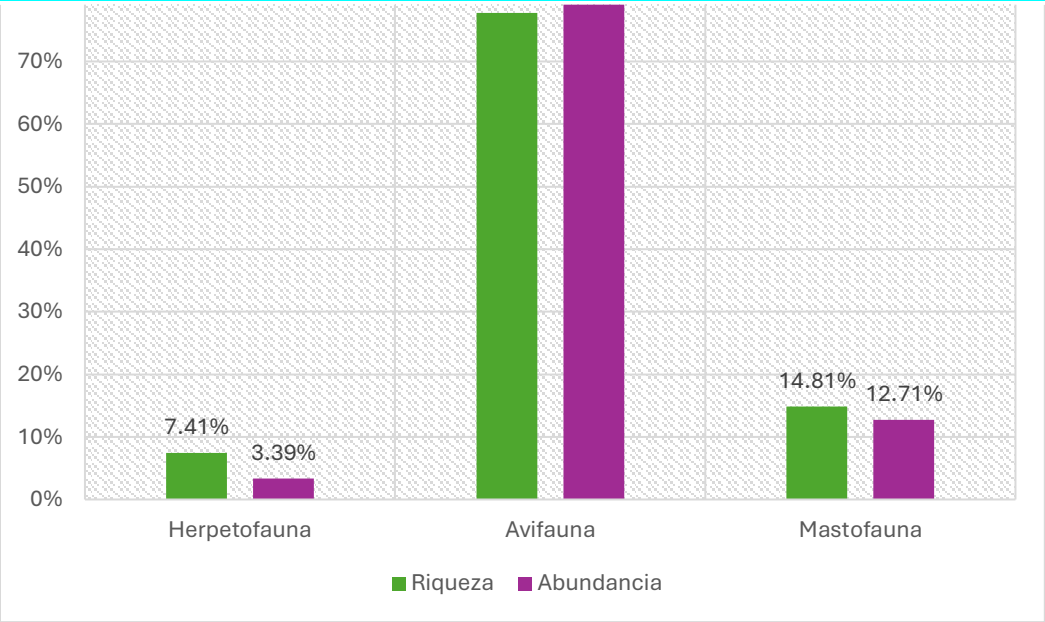


Figura IV.4. Porcentaje de representatividad de la riqueza y abundancia de la comunidad faunística del AP.

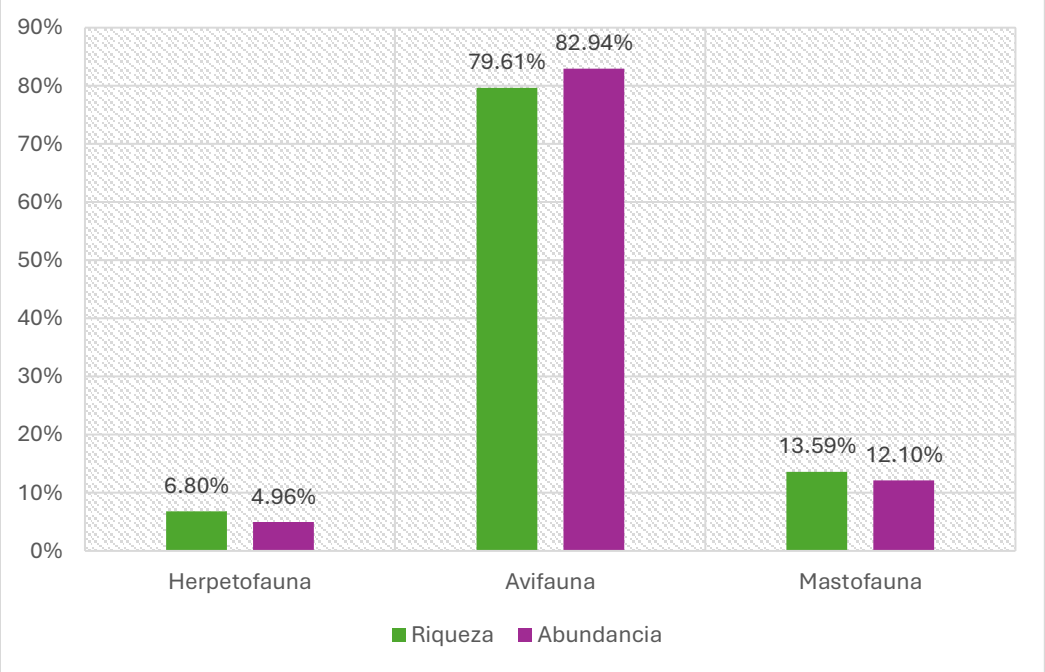


Figura IV.5. Porcentaje de representatividad de la riqueza y abundancia de la comunidad faunística del AP.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

riqueza y abundancia de las comunidades faunísticas del AP y SA:

Tabla VI.5. Índices de diversidad estimados para las especies registradas en el SA y AP.

Índice	Herpetofauna		Avifauna		Mastofauna	
	AP	SA	AP	SA	AP	SA
H'	1.242	1.689	3.374	3.871	1.859	2.168
1-D	0.6667	0.7808	0.9503	0.9682	0.8089	0.8331
aF	5.245	3.228	27.55	30.51	6.966	5.687
J	0.8962	0.8682	0.9028	0.8783	0.8942	0.8214
d	0.5	0.32	0.1313	0.08373	0.3333	0.2787

Como puede observarse, para el **Área del Proyecto** existe una diferencia considerable entre la riqueza y la abundancia de la Avifauna respecto a los grupos Mamíferos y la Herpetofauna. Estos resultados se reflejan con mayor valor del índice de Shannon (H'= 3.374), el cual fue superior respecto a los valores obtenidos para Mastofauna (H' = 1.859) y Herpetofauna (H'= 1.242). Considerando que los valores inferiores a 2 se consideran bajos, valores entre 2 a 3 se consideran normales y valores superiores a 3, altos, se observa que la Avifauna presenta diversidad Media o Normal. Por su parte, la Mastofauna una y la Herpetofauna una diversidad Baja.

El índice de Equidad de Pielou (J), indica la distribución de los individuos (población) entre las especies de una comunidad (valores cercanos a 1 indican distribución homogénea o equitativa; valores cercanos a 0 indican una distribución heterogénea o no equitativa). Respecto a este índice, se puede determinar que los tres grupos biológicos de estudio presentan una distribución homogénea de sus poblaciones en el AP, presentando los siguientes valores (Herpetofauna = 0.89, Avifauna = 0.90 y Mastofauna = 0.89).

En cuanto al **Sistema Ambiental** Como puede observarse, existe una diferencia considerable entre la riqueza y la abundancia de la Avifauna respecto a los grupos Mamíferos y Herpetofauna. Estos resultados se visualizan en relación con el alto valor del índice de Shannon (H'= 3.87), el cual fue superior respecto a los valores obtenidos para la Mastofauna (H' = 2.1) y Herpetofauna (H' = 1.68). Considerando que los valores inferiores a 2 se consideran bajos, valores entre 2 a 3 se consideran normales y valores superiores a 3, altos, se considera que la Avifauna presenta una Alta diversidad. Sin embargo, como puede observarse los valores para Mamíferos y Reptiles son

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

El índice Equidad de Pielou (J), como se ha mencionado anteriormente, indica la distribución de los individuos de una especie en una comunidad (valores cercanos a 1 indican distribución homogénea o equitativa; valores cercanos a 0 indican una distribución heterogénea o no equitativa). Respecto a este índice se puede observar que tanto las Aves (0.87), Mamíferos (0.82) y la Herpetofauna (0.86), presentan una distribución homogénea de sus poblaciones, es decir, que sus poblaciones no se encuentran fuertemente influenciadas por la presencia de especies dominantes.

Dada la información presentada en párrafos anteriores, se puede determinar que en el SA se presentó los valores más altos de riqueza y abundancia, así como de los índices de diversidad y equidad respecto al AP, lo que indica que la comunidad faunística del área del SAE Chemuyil se encuentra bien representada en el Sistema Ambiental Regional. Además, es importante mencionar que, para mitigar el impacto en el AP, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

VI.1.2.1.3. Índices de Similitud Faunística.

La diversidad Beta mide las diferencias (el recambio) entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidad o dos paisajes; para este caso, la determinación del recambio de especies entre el SA y AP. Estas diferencias podrán ocurrir en el espacio, cuando las mediciones se hacen en sitios distintos en un mismo tiempo, o en el tiempo, cuando las mediciones se realizan en el mismo lugar, pero en periodos distintos. Koleff y Gaston (2002) miden el "*spatial turnover*" (diversidad beta) en términos de ganancia o pérdida de especies, y documentan la influencia de la escala espacial en las relaciones entre el "*turnover*", la diversidad puntual y la diversidad regional.

Con el objetivo de describir asociaciones o comunidades de fauna semejantes entre sí o para tener agrupaciones de los levantamientos con alguna medida de afinidad, se aplicó el índice de Morisita-Horn (Magurrann, 1988) y el índice de Jaccard (J), modificado por Ellenberg (1956).

Índice de Morisita-Horn: mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar, cada uno de un sitio o grupo diferente sean de la misma especie. Para cualquier par de grupos el valor se encuentra entre 0 y 1, siendo los valores cercanos a uno los más similares; estos valores dependen del número de especies comunes y de la abundancia relativa de éstas:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CH = índice de similitud de Morisita-Horn.
xi = número de individuos de la especie "*i*" en la muestra A.
yi = número de individuos de la especie "*i*" en la muestra B.
X = número total de individuos en la muestra A.
Y = número total de individuos en la muestra B.

Índice de Jaccard(J), modificado por Ellenberg (1956): es exclusivamente cualitativo y no considera el grado de participación de cada especie en la dominancia ecológica, donde el valor más cercano a 1 indica mayor semejanza (Magurran,1988):

$$Jij = c/(a + b - c) * 100$$

Donde:

Jij = índice de Jaccard.
a = número de individuos de la especie "*i*" en la muestra A.
b = número de individuos de la especie "*i*" en la muestra B.
c = número total de individuos en la muestra A.

En la siguiente tabla se presenta la información esencial para la obtención de los valores de similitud de la comunidad reportada en el AP vs SA.

Tabla VI.6. Índices de similitud.

Jaccard		**Morisita-Horn**	
a (SA)	103	Σ [xi * yi]	1448
b (AP)	54	Σ [xi2 / X2]	0.02
c (especies compartidas)	54	Σ [yi2 / Y2]	0.04
Jij	**0.5242**	X (SA)**	504
%	**52.42**	Y (AP)**	120
		CH	**0.7658**
		%	**76.58**

*Riqueza de especies
**Abundancia total

No se presentaron diferencias significativas entre los valores de los índices de similitud (Jij = 52.42% y CH = 76.58%) en la composición de especies entre el SA y el AP. Este resultado indica que en los sitios existe un reemplazo de especies de nivel medio, por lo que, las especies compartidas de un sitio a otro, no varía tan significativamente. En conclusión, la construcción del proyecto **SAE Chemuyil** en el área del CUSTF no afectará la diversidad de fauna del SA, puesto que en la zona ya existe un alto grado de perturbación y aislamiento donde las especies generalistas y las que se adaptan a

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

VI.1.2.1.1. Especies faunísticas de importancia para la conservación.

En el AP solo se registraron cinco especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo III: en la categoría de amenazados (A) esta *Ctenosaura similis y Ramphastos sulfuratus,* en la categoría de Protegidos (Pr) se registró a *Amazona albifrons* y a *Polioptila bilineata,* y finalmente en la categoría de Peligro de extinción a *Eira barbara*. Cabe destacar que todas estas especies fueron registradas en el SA, como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla VI.7. Especies de importancia para la conservación reportadas en el AP y SA.

Especie	NOM-059	Endemismo	Est/Dist	UINC/CITES	Registros	
					AP	SA
Ctenosaura similis	A, EPPC		Nativo	LC, II	1	8
Sceloporus chrysostictus		EPBY	Nativo	LC	3	7
Aspidoscelis angusticeps		EPBY	Nativo	LC	1	3
Micrurus diastema	Pr		Nativo	LC	0	1
Penelope purpurascens	A		R	LC	0	2
Meleagris ocellata	A, EPPC	PBY	R	NT	0	3
Leptotila jamaicensis		CE	R	LC	1	3
Leptodon cayanensis	Pr		R	LC/II	0	2
Pteroglossus torquatus	Pr		R	LC	0	4
Ramphastos sulfuratus	A		R	LC/II	1	6
Micrastur semitorquatus	Pr		R	LC/II	0	1
Eupsittula nana	Pr		R	NT/II	0	17
Amazona albifrons	Pr		R	LC/II	2	24
Pachysylvia decurtata	Pr		R	LC	0	6
Vireo pallens	Pr		R	LC	0	20
Cyanocorax yucatanicus		EPBY	R	LC	13	28
Polioptila bilineata	Pr		R	LC	4	4
Uropsila leucogastra		CE	R	LC	3	13
Melanoptila glabrirostris	Pr	EPBY	R	NT	0	1
Arremonops rufivirgatus		CE	R	LC	1	1
Icterus auratus		EPBY	R	LC	3	3
Passerina ciris	Pr		MI	LC	0	1
Peromyscus yucatanicus		EMX	Nativo	LC	0	2
Eira barbara	P		Nativo	LC	1	2
Odocoileus virginianus	EPPC		Nativo	LC	0	2

NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Sujeta a Protección Especial; UICN: NT = Casi Amenazada, LC = Preocupación Menor, NE = No Evaluada; CITES: R = Residente; Endemismo: CE = Cuasiendémica, EM = Endémica de México.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En este capítulo, se retoma la estimación de la erosión hídrica y la erosión eólica calculada en la superficie solicitada para CUSTF (2.0076 ha), en un ecosistema que sustenta una vegetación arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ). Los cálculos respectivos se pueden consultar en los anexos del capítulo IV (**ErosiónHídrica_CUSTF.xlsx** y **ErosiónEolica_CUSTF.xlsx**). A continuación, se realiza un análisis comparativo sobre la pérdida de suelo en condiciones actuales y una vez ejecutado el proyecto en su área forestal. Para esto, cada uno de los casos se denomina como "*Escenario 1*" y "*Escenario 2*", y adicionalmente se presenta la comparativa de las condiciones actuales y una vez establecido el proyecto. Finalmente se presenta la comparativa con el escenario 3, es decir, con la aplicación de las medidas de mitigación en el polígono a reforestar.

VI.2.1.1. Erosión hídrica en el Área forestal del proyecto.

VI.2.1.1.1. Escenario 1. Erosión hídrica en condiciones actuales en el área forestal.

En este escenario se estimó la erosión hídrica del área forestal del proyecto en su condición actual (Ver tabla siguiente).

Tabla VI.8. Valores de la erosión hídrica en condiciones actuales en su área forestal (Escenario 1).

Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año) en AP
SMQ	14782.07	0.02	0.10	0.45	1.00	13.3736	2.0076	26.8487

Como se puede observar en la tabla anterior, el área forestal en su escenario 1 cuenta con un rango de tasa de erosión hídrica de **13.3736 Ton/ha/año**, tomando en cuenta este valor, se determina que el nivel de erosión del área forestal del proyecto en su escenario 1 es "*Baja*", considerando la pérdida de suelo por erosión hídrica según la clasificación de erosión propuesta por Montes (2002), incluida en memoria de cálculo anexa (**ErosiónHídrica_CUSTF.xlsx**), en la carpeta 2. Anexos, subcarpeta del **CAPÍTULO 4**.

De manera posterior a obtener la tasa de erosión hídrica en el área forestal del proyecto se procedió al cálculo del volumen de erosión (ver tabla anterior), este cálculo se obtiene al multiplicar la tasa de erosión hídrica por la superficie forestal del proyecto,

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

VI.2.1.1.2. Escenario 2. Erosión hídrica una vez ejecutado el proyecto en el área forestal.

Para el escenario 2, dadas las características de las obras como se mencionó en capítulos anteriores, se afectará la cobertura forestal, por ello para el cálculo de la erosión hídrica, para el factor C, se considerará como un área desprovista de vegetación con un valor de 1.

Tabla VI.9. Valores de la erosión hídrica una vez ejecutado el proyecto en su área forestal (Escenario 2).

Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año) en AP
DDV	14782.07	0.02	0.10	1.00	1.00	29.7190	2.0076	59.6639

Como se puede observar en la tabla anterior, el área forestal en su escenario 2 cuenta con un rango de tasa de erosión hídrica de **29.7190 ton/ha/año**, tomando en cuenta este valor, se determina que el nivel de erosión del área forestal del proyecto en su escenario 2 corresponde a un rango "*Bajo*", considerando la pérdida de suelo por erosión hídrica según la clasificación de erosión propuesta por Montes (2002).

De manera posterior a obtener la tasa de erosión hídrica en el área forestal del proyecto se procedió al cálculo del volumen de erosión (ver tabla anterior), este cálculo se obtiene al multiplicar la tasa de erosión hídrica por la superficie de Proyecto, siendo que el volumen de erosión hídrica total del área forestal en su escenario 2 corresponde a **59.6639 ton/año**.

VI.2.1.1.3. Volumen de erosión hídrica a mitigar (Ton/Año).

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la erosión hídrica del suelo en el área forestal del proyecto, en condiciones actuales (escenario 1) y una vez ejecutado el proyecto en el área forestal (escenario 2), así como el volumen de pérdida de suelo a mitigar.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Obra	Vegetación o uso de suelo	Superficie del área forestal(ha)	erosión hídrica (ton/año)		de erosión hídrica a mitigar (ton/año)
			Escenario 1	Escenario 2	
SAE Chemuyil	SMQ	2.0076	26.8487	59.6639	32.8151

De acuerdo con los datos de la tabla anterior la pérdida de suelo por erosión hídrica en condiciones actuales es de **26.8487 ton/año**, mientras que una vez ejecutado proyecto en su área forestal se presenta una pérdida de suelo de **59.6639 ton/año**, siendo la diferencia por mitigar entre los dos escenarios es de **32.8151 ton/año** de suelo. Es importante mencionar que se llevarán a cabo medidas preventivas y de mitigación necesarias para contrarrestar los efectos negativos en el suelo.

VI.2.2. Erosión eólica.

La erosión eólica es el proceso por el cual el material superficial de los suelos es removido, transportado por el viento y depositado en otros sitios. Es un proceso que difícilmente pueda revertirse ya que produce la pérdida de componentes texturales más finos, modificando así algunas propiedades del suelo, afectando su productividad.

En nuestro país se han realizado diversas evaluaciones, pero debido a diferencias metodológicas y a la escala utilizada, sus resultados no son comparables. Con respecto a la erosión eólica potencial, se estimó que 89% del territorio nacional estaría en riesgo de ser afectado. Este proceso de degradación afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Sus causas también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a la destrucción de la estructura del suelo y a niveles bajos de humedad. Como se mencionó anteriormente, las zonas más afectadas por erosión eólica son aquellas de condiciones tropicales y templadas, entre las que se encuentran el estado de Quintana Roo y Yucatán.

El viento por sí mismo no tiene suficiente fuerza para producir efectos de meteorización. Lo que sí puede hacer es transportar partículas que, que cuando chocan con el terreno se van desgastando. Este tipo de erosión suele ser lenta, el territorio debe estar sin cobertura vegetal para que se aprecien sus efectos. La metodología empleada fue la de SEDUE (1988), para determinar la cantidad de suelo que se erosionará durante las actividades de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Ee = Erosión eólica (ton/ha/año).
IAVIE = Índice de agresividad del viento.
CATEX = Índice de textura edáfica y fase física
CAUSO = índice por efecto del uso del suelo.

Los cálculos completos se encuentran en el anexo **Erosión Eólica_CUSTF.xlsx**, en la carpeta 2. Anexos, subcarpeta del **CAPÍTULO 4**.

VI.2.2.1. Estimación del índice de Agresividad del Viento.

El índice de Agresividad del Viento se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

IAVIE= 160.8252 – 0.7660 (PECRE)

PECRE= 0.2408 (Prec. Media) – 0.0000372 (Prec. media)^2 – 33.1019.

Según la carta de precipitación media anual del INEGI, la cuenca se ubica en una zona que presenta un rango de precipitación que va desde los 1,500 hasta los 2,000 mm anuales. La precipitación media anual histórica para la zona es de 1,436.00 mm, con una precipitación de hasta 296 mm en el mes (octubre) más lluvioso y 33.5 mm en el mes (marzo) más seco, tal como se puede observar a continuación:

Usando los datos de la misma estación meteorológica usada para el cálculo de erosión hídrica (Playa del Carmen, 23163) donde se registra una precipitación total anual de 1436.00 mm, sustituimos los valores en la formula anterior y tenemos que:

IAVIE= 160.8252 – 0.7660 (PECRE)

PECRE= 0.2408 (1436.00) – 0.0000372 (1436.00)^2 – 33.1019.

PECRE= 235.98

IAVIE= -19.933

IALLU= 250.54496

Como regla de decisión se tiene que: si el valor de IALLU es mayor de 50, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar hídrica, datos que ya han sido presentados anteriormente. Si el valor de IAVIE es mayor de 20, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar eólica. En este caso, se puede decir que el área no está influenciada por la erosión eólica, por lo que los valores son muy bajos **(IAVIE= -19.933)**. Esto es porque el proyecto se encuentra en una zona de

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Por lo tanto, se concluye que en el proyecto no existe influencia de la erosión eólica, por lo que no se presentan resultados al respecto. Como se observa en la siguiente imagen de acuerdo con el estudio de *Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1: 1 000 000* (SEMARNAT y UACh, 2003), se observa que el área donde se ubica tanto el SA como el Proyecto es una zona que se clasifica como nula en cuanto a la pérdida de suelos, coincidiendo con estos resultados.

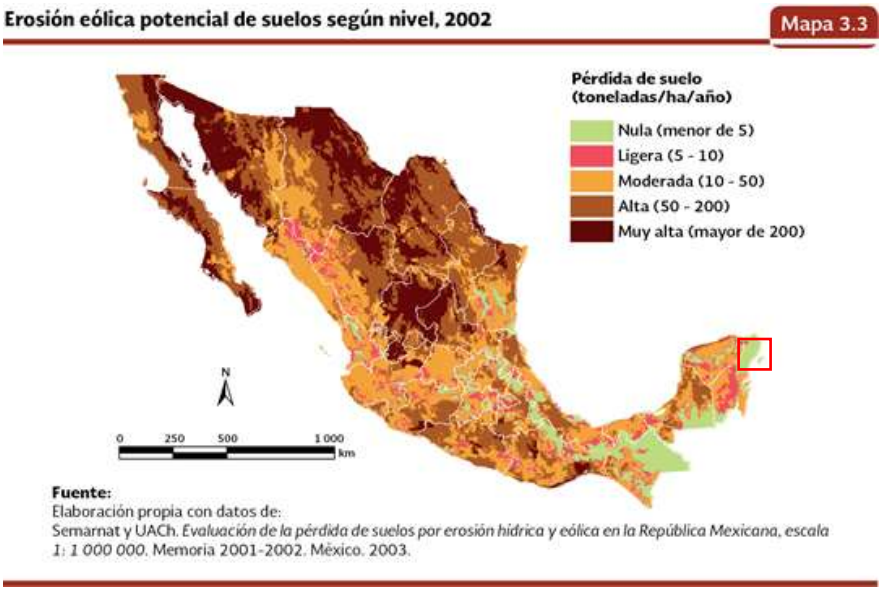


Figura VI.6. Erosión eólica potencial de suelo según nivel.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

diferentes escenarios, relacionados al proyecto, se sumará a las cifras obtenidas como resultado de estos cálculos. Partiendo de lo anterior, podemos observar que en las 2.0076 ha donde se ejecutará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) existen **26.8487 ton/año** de suelo erosionado (26.8487 ton/año de erosión hídrica y 0 ton/año por la eólica). Está erosión aumentará durante las actividades del CUSTF (escenario 2) a **59.6639 ton/año** (59.6639 ton/año de la erosión hídrica y 0 ton/año de la erosión eólica).

Tabla VI.11. Resumen de erosión hídrica y eólica total del escenario 1 y 2.

Polígono (F)	Tipo de vegetación	Superficie CUSTF (ha)	Erosión Hídrica (ton/año)		Erosión eólica (ton/año)	
			E1	E2	E1	E2
Proyecto	SMQ	2.0076	26.8487	59.6639	0.0000	0.0000
Erosión total E1	26.8487					
Erosión total E2	59.6639					

Por lo tanto, con base a lo anterior puede decirse que la erosión total que se atribuye al proyecto es igual a **32.8151 ton/año**= Erosión total E2 (**59.6639 ton/año**) menos Erosión total E1 (**26.8487 ton/año**). Es importante mencionar que se llevarán a cabo medidas preventivas y de mitigación necesarias para contrarrestar los efectos negativos en el suelo.

La medida de mitigación principal se dirigirá a la realización de actividades de reforestación con la finalidad de conservar la biodiversidad presente en el ecosistema local y compensar el impacto que se llevará a cabo.

Para el cálculo de la erosión hídrica con la aplicación de las medidas de mitigación se considera la misma metodología aplicada para los Escenarios 1 y 2, anexa en las memorias de cálculo del **Capítulo IV** (ErosiónHídrica_CUSTF.xlsx). ***Sin embargo, los valores utilizados se ajustan a las condiciones de los polígonos donde se llevará a cabo la reforestación. Además, la superficie con la que se realizó los cálculos corresponde a la superficie de dichas áreas.*** Cabe destacar que solo se realizaron los cálculos de erosión hídrica, ya que como se ha demostrado no existe erosión eólica.

VI.2.3.1.1. Erosión hídrica del escenario 3.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

posteriormente se calculó el escenario 3 para este mismo (con la aplicación de las medidas). Una vez obtenida la erosión hídrica compensada se comparó con la erosión hídrica que se debe compensar por la aplicación del proyecto en el área del CUSTF. A continuación, se describen los cálculos realizados para la erosión hídrica en el polígono de reforestación antes y con el **Escenario 3** con la aplicación de las medidas de mitigación.

VI.2.3.1.2. Escenario 3. Erosión hídrica en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo con la aplicación de medidas.

Para el Escenario 3 (Proyecto con medidas de mitigación), con la aplicación del programa de reforestación se obtiene los siguientes resultados:

Para el caso de las condiciones actuales del polígono donde se llevará a cabo el programa de reforestación en una superficie de 2 ha se tiene que:

Tabla VI.12. Erosión hídrica actual en la superficie donde se realizará el programa de reforestación.

Polígono	Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión (ton/año)
Polígono de reforestación	DDV	14782.07	0.02	0.15	1.00	1.00	43.2188	2.0000	86.4376

Para el caso de las condiciones del polígono con el programa de reforestación en una superficie de 2 ha se obtiene que:

Tabla VI.13. Erosión hídrica en la superficie de 2 ha con la implementación del programa de reforestación.

Polígono	Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión (ton/año)
Polígono de reforestación	SMQ	14782.1	0.02	0.15	0.45	1.00	19.4485	2.0000	38.8969

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Volumen total de erosión hídrica Área del Proyecto (ton/año)		Volumen total de erosión hídrica a mitigar (ton/año)	Volumen total de erosión hídrica polígono Reforestación (2.00 ha) (ton/año)		Volumen total de erosión hídrica mitigada (ton/año)
Escenario 1 actual	Escenario 2 con CUSTF		Escenario 1 actual	Escenario 2 con medidas de mitigación	
26.8487	59.6639	32.8151	86.4376	38.8969	47.5407



Figura VI.7. Comparación de erosión a compensar (E2-E1) con la erosión mitigada.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

La erosión total (hídrica más eólica) que se atribuye al proyecto es igual a **47.5407 ton/año** (Escenario 2 menos Escenario 1), que es la cantidad de suelo que deberá mitigarse para garantizar que el proyecto no ocasione la erosión del suelo en el periodo de CUSTF. Con base en los análisis del Escenario 3 se tiene que, con la correcta aplicación del Programa de Reforestación, se logrará compensar **47.5407 ton/año**, por lo que se reducirá y compensará el impacto de erosión generado por el proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

VI.3.1. Calidad de agua.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a través de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA), realiza monitoreo continuo de la calidad del agua en los principales cuerpos de agua del país. Este análisis abarca parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, adaptados según el tipo de cuerpo de agua monitoreado. Además, RENAMECA se enfoca en problemáticas ambientales específicas relacionadas con el agua, atendiendo también requerimientos de la Comisión Nacional de Derechos Humanos.

Si bien, no existen estaciones de muestreo de agua dentro del SA y en el área del Proyecto, con base en la figura anterior se podría sugerir que la calidad del agua en el área de CUSTF presentaría esas mismas características. Para el caso que nos ocupa, la naturaleza de las actividades del proyecto en el área de CUSTF la calidad del agua no se verá alterada, debido a que no se considera que se generará sustancias que se puedan infiltrar al manto freático y afectar la calidad del agua.

Es importante mencionar que el proyecto no contempla el aprovechamiento de los recursos hídricos. Por su parte, respecto a la generación de residuos sólidos que pudieran en su caso ser una causa de alteración a la calidad del agua, se tomarán medidas y acciones encaminadas al manejo adecuado de dichos residuos, evitando ser depositados en campo o cauces. Los residuos sólidos se depositarán temporalmente en contendores debidamente identificados cercanos al proyecto, su disposición será conforme a lo establecido por la autoridad del municipio. El caso de los residuos líquidos, se evitará la generación de grasas y aceites derivados de la operación de maquinaria, por lo que tampoco hay contaminación del agua que se pudiera infiltrar a los mantos acuíferos.

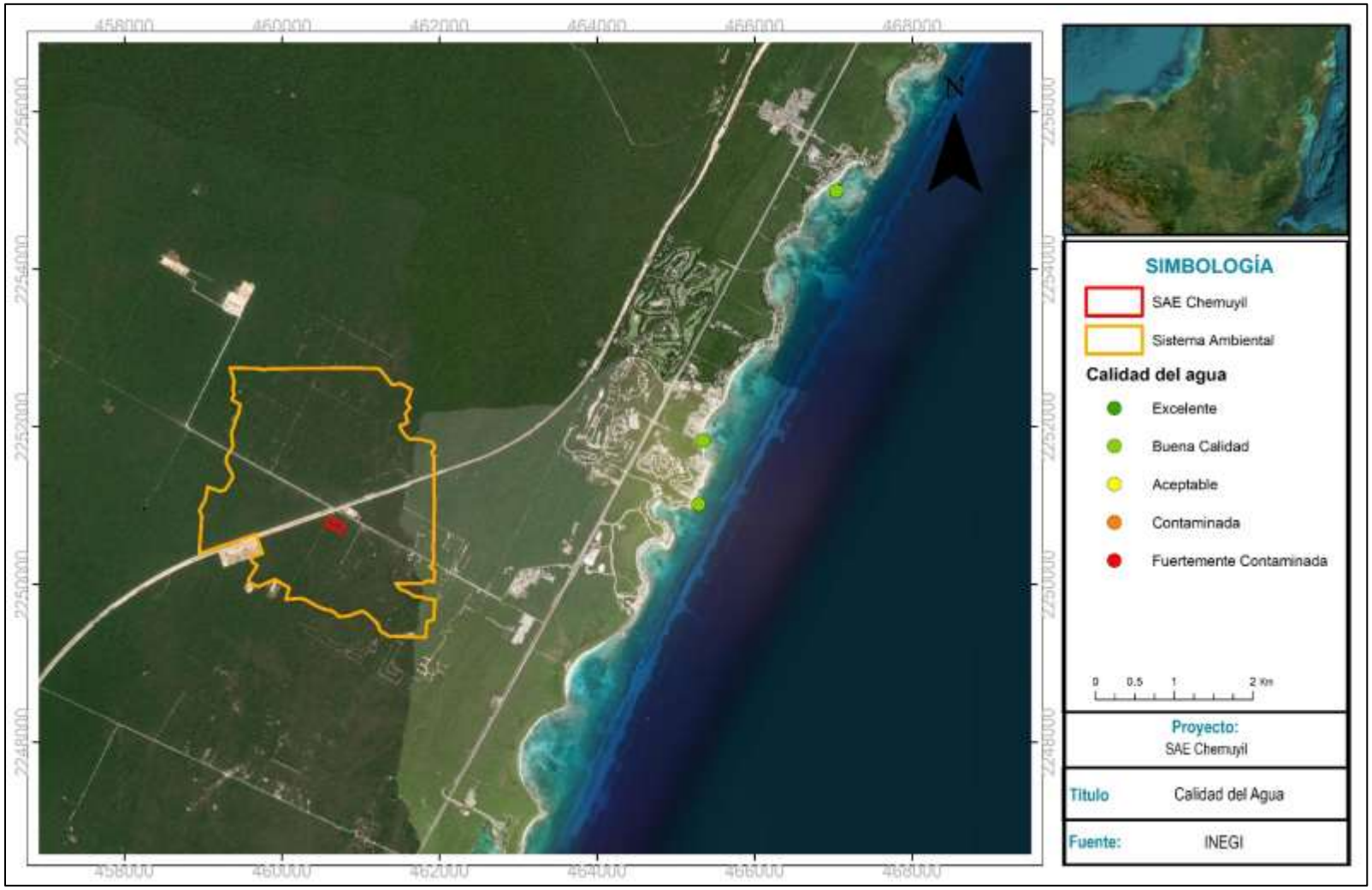


Figura VI.8. Localización de los sitios de muestreo de calidad de agua superficial y subterránea cerca del SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

vez analizados los Escenarios se puede constatar que en la superficie de 2.0076 ha donde se ejecutará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales se tiene un déficit de **4,507.532 m³/año**. Este déficit se debe al aumento del escurrimiento en el área solicitad para CUSTF debido a la pérdida de vegetación por la implementación del proyecto y, por lo tanto, a la pérdida de la captación del agua. A continuación, se presenta la comparación entre el Escenario 1 y el Escenario 2:

Tabla VI.15. Comparación de los escenarios 1 y 2 de infiltración.

Variable	Escenario 1 (Actual)	Porcentaje (%)	Escenario 2 (con CUSTF)	Porcentaje (%)
Precipitación (m^3)	28,829.136	100	28,829.136	100
Evapotranspiración (m^3)	19,649.837	68	19,649.837	68
Escurrimiento (m^3)	2,051.481	7	6,559.013	23
Infiltración (m^3)/año	7,127.818	25	2,620.286	9

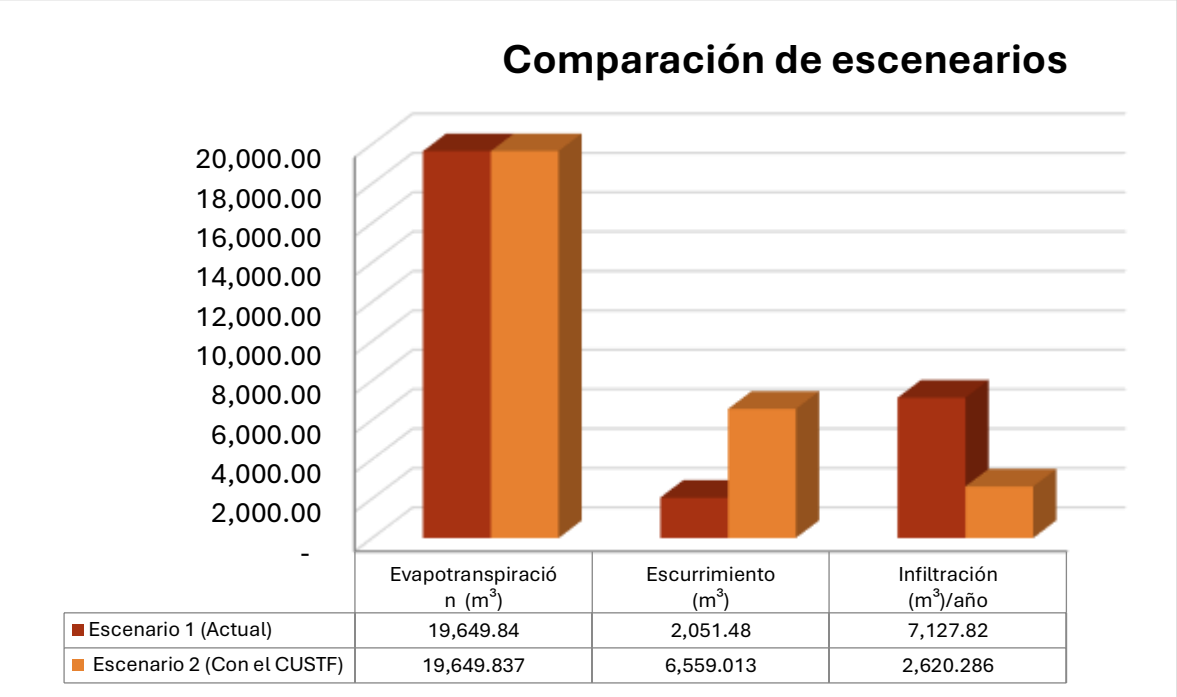


Figura VI.9. Comparación de escenarios de infiltración

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

(Calder, 1996) del agua que cae al suelo. En este proceso se reduce la intensidad de la lluvia y aumenta el diámetro de las gotas, permitiendo una mayor proporción de infiltración sobre el agua caída. A pesar de su mayor diámetro, las gotas tienen una menor cantidad de energía cinética al impactar desde menor altura (Wainwright *et al*., 1999), y producen una menor alteración en la capa superficial del suelo, manteniendo un alto valor de la permeabilidad, que no se mantendría si el suelo recibiese el impacto de las gotas con toda su energía inicial. Así, la presencia de cubierta vegetal implica una capacidad de infiltración mayor.

En el presente estudio se presentará las medidas de mitigación que estarán a cargo del promovente para mitigar lo que se estaría afectando por el nuevo cambio de uso de suelo, sin embargo, por el uso que ya presenta el área del proyecto se puede decir que el impacto de está no aumentará la fragmentación, erosión entre otros impactos que ya existen en el área, ya que es una obra puntual dichas obras no rebasan más allá de la barda perimetral del predio.

VI.3.1.1.1. Infiltración por mitigar: Escenario 3 con la aplicación de las medidas de mitigación.

Considerando la misma metodología aplicada para el Escenario 1 y 2 del balance hídrico (incluida en las memorias de cálculo, archivo **Infiltración_CUSTF.xlsx** en la subcarpeta CAPÍTULO IV) presentadas en el **Capítulo IV** los valores de precipitación se mantienen ya que el área a reforestar se encuentra cercana al SA y, por lo tanto, a la misma estación meteorológica. Para el Escenario 3 (Proyecto con medidas de mitigación), se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación. Primero se presenta el caso actual del área a reforestar donde se obtiene que:

Tabla VI.16. Balance hídrico en la superficie actual donde se realizará el Programa de reforestación.

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Precipitación (m^3)	ETR (m)	Evapotranspiración (ETR m^3)	K	Ce	Escurrimiento (Ve m^3)	Infiltración (I m^3)/año
DDV	2	28,720.000	0.98	14,681.588	0.26	0.228	6,534.183	7,504.229

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Para el caso del polígono propuesto para reforestación, considerando la aplicación del Programa de Reforestación en una superficie de 2 ha como medida de mitigación, se obtiene que:

Tabla VI.17. Balance hídrico en la superficie de 2 ha con la ejecución del Programa de reforestación.

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Precipitación (m^3)	ETR (m)	Evapotranspiración (ETR m^3)	K	Ce	Escurrimiento (Ve m^3)	Infiltración (I m^3)/año
SMQ	2	28720	0.98	14681.5876	0.12	0.05	1,469.315	12,569.097

Por lo tanto, con base en los datos anteriores se tiene una infiltración de **12,569.097 m^3/año** en el área de reforestación.

Tabla VI.18. Comparación de escenario de balance hídrico

Variable	Escenario 1 (Actual	Porcentaje %	Escenario 3 (con Medidas de Mitigación)	Porcentaje (%)
Precipitación (m^3)	28,720.00	100	28,720.00	100
Evapotranspiración (m^3)	14,681.588	51.120	14681.58758	51.120
Escurrimiento (m^3)	6,534.18	22.751	1,469.32	5.116
Infiltración (m^3)/año	7,504.23	26.129	12,569.10	43.764
			Infiltración Mitigada =	**5,064.87 m^3**

Actualmente existe una infiltración de **7,504.23** m^3/año en el polígono donde se llevará a cabo el programa de reforestación; una vez aplicada la medida en este polígono se logrará obtener una infiltración total de **12,569.10 m^3/año** en 2.00 ha.

Entonces, se tiene que la infiltración actual de área de CUSTF es de 7,127.8178 m^3/año, con la aplicación del proyecto la infiltración disminuye a 2620.2863 m^3/año, dando como resultado un déficit de 4,507.53 m^3/año, necesario de mitigar; con las medidas de mitigación se espera que se mitigarán **5,064.87 m^3/año** (Escenario 3 con medidas menos Escenario 3 sin medidas) adicional a lo que se perderá con el nuevo cambio de uso de suelo por la construcción del Proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

	en el CUSTF (por mitigar)	Esc3 sin medidas) en Pol. Reforestación	para el proyecto
Infiltración (m^3)/año	4,507.53	5,064.87	557.34

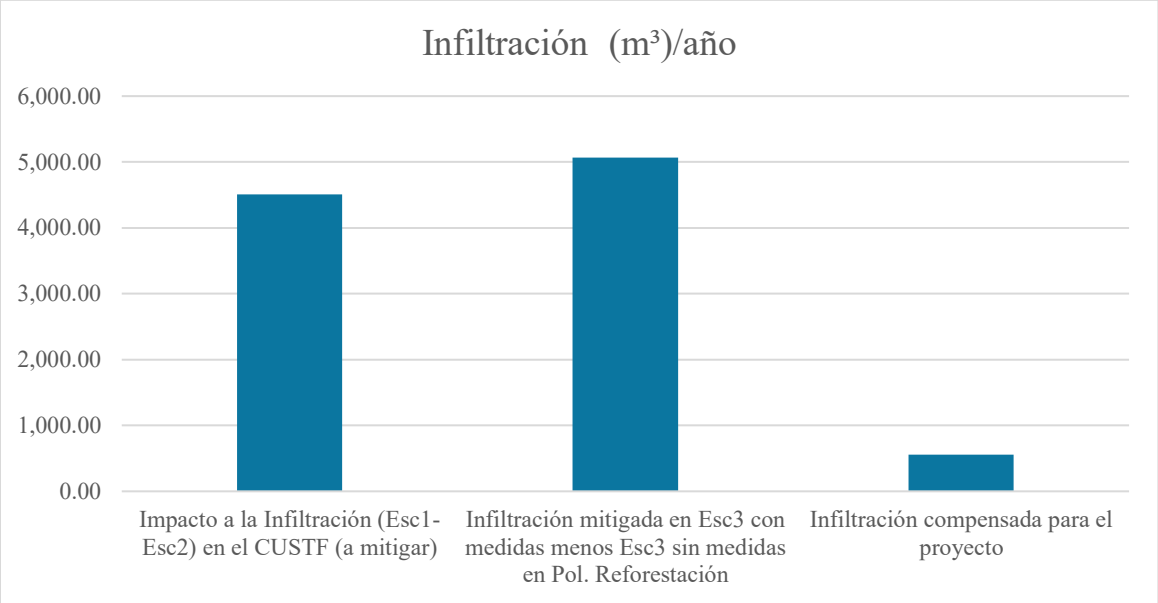


Figura VI.10. Análisis de efectividad de las medidas propuestas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

VI.4.1. Primer escenario. Condición Actual - Toneladas de carbono almacenado en la biomasa presente en la superficie sujeta a CUSTF.

El resultado del cálculo de carbono se encontró la captura de carbono aéreo de **10.757** Ton C/ha y captura de carbono subterráneo de **3.819** Ton C/ha, mientras que en el área de CUSTF sería una captura de carbono aéreo de **21.595** Ton/CUSTF y **7.668** Ton/CUSTF captura de carbono subterráneo, haciendo un total de **29.263 Ton CUSTF** de carbono almacenado, en la superficie sujeta CUSTF cubierta de la flora de la SMQ del ACUSTF y por la cual esta área en este escenario dejaría de almacenar carbono, como se resume a continuación:

Tabla VI.20. Contenido Total de Carbono (tC) en la superficie sujeta a CUSTF.

Categoría	tC/ha	tC/2.00 ha
Carbono en la biomasa por encima del suelo	10.757	21.595
Carbono en la biomasa por debajo del suelo	3.819	7.668
Totales =	**14.576**	**29.263**

VI.4.2. Segundo Escenario.

Para la recuperación del carbono almacenado en la biomasa calculada que sería removida con motivo del CUSTF asociado al proyecto se estima que la recuperación o compensación ocurrirá en un periodo de 6 año del almacenamiento de carbono (**36.033 tC**) por medio del "*Programa de reforestación*" que se propone como medida de mitigación, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla VI.21. Perdida de tC/Ha almacenado en la superficie sujeta a CUSTF (Segundo Escenario) y su recuperación.

Sup. CUSTF				Sup. Reforestación			
2.0076				2.0000			
Ind/ha	Total Ind	Biomasa (t)	tC Almacenado	Total Ind	Biomasa (t)	tC Almacenado	Periodo de almacenamiento
1,860.0	3734	58.526	29.263	1,885.00	2.511	36.033	6 años

Perdida de almacenamiento de carbono	Recuperación de carbono almacenado (t)	Excedente de carbono almacenado (t)	Sobrevivencia
29.263	29.263	6.770	100
	29.263	5.416	80

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

el carbono en un total de **29.263 tC**, capacidad de almacenamiento que actualmente se registra en la superficie sujeta a CUSTF (primer escenario).

Tomando en consideración lo dicho, puede asegurarse que con la medida propuesta se mitigará la pérdida en la capacidad de almacenamiento de carbono provocada en el Área del Proyecto.

Se menciona que los cálculos relativos a lo presentado para la pérdida y mitigación de la pérdida de carbono se incluyen como parte de los anexos que forman parte del respaldo electrónico del presente documento, en el archivo denominado **Cálculo Captura Carbono SAE Chemuyil.xlsx**.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

proyecto es técnica y ambientalmente viable ya que:

- La biodiversidad presente en el ecosistema afectado se mantendrá, toda vez que se encontraron valores de riqueza específica más altos tanto de flora como de fauna en el área del SA con respecto al área de CUSTF. Además, todas las especies de flora y fauna que se encontraron en el CUSTF existen en el área del SA. Por otro lado, se contempla la realización de sendos programas de rescate de flora y fauna silvestre que permitirán mantener el equilibrio de la biodiversidad en el SA.
- La erosión de los suelos será mitigada debido a que se llevarán a cabo medidas de mitigación para los impactos que afectan a los servicios ambientales, siendo la principal la reforestación de un área de 2 ha con especies de la región, lo que permitirá aumentar la capacidad de retención y conservación de suelo.
- La captación del agua será mitigada debido a que se llevarán a cabo medidas de mitigación para los impactos que afectan a los servicios ambientales necesarias para mantener el balance hídrico, siendo la principal la reforestación de un área de 2 ha con especies de la región, lo cual permitirá tener una mejor cobertura vegetal influyendo en la capacidad de captación e infiltración de agua hacia el subsuelo. Además, se contemplan medidas preventivas para evitar el deterioro en la calidad del agua, siendo las principales el manejo integral de los residuos generados, además de la realización de mantenimientos periódicos a maquinaria y vehículos que sean utilizados durante el proceso constructivo.
- La pérdida en la capacidad de almacenamiento de carbono será mitigada debido a que se llevarán a cabo medidas de mitigación para los impactos que afectan a los servicios ambientales, siendo la principal la reforestación de un área de 2 ha con especies de la región, lo cual permitirá la captura y acumulación de carbono en la biomasa vegeta.

Una vez presentados los elementos y argumentos antes mencionados, y considerando que todos los elementos que pudiera afectar la ejecución del proyecto en un superficie forestal de 2.0076 ha resultado de afectar el tipo de vegetación (remoción total o parcial de la vegetación forestal) del ecosistema en el Sistema Ambiental, se muestra que el **grado de afectación no es significativo o relevante**, ya que la alteración que se provocará con el CUSTF, no obstaculizarán la existencia y desarrollo de los seres

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B PARTICULAR.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (SAE) CHEMUYIL

CAPÍTULO VII

ABRIL 2026

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. VII-1

VII.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación por componente ambiental..... VII-1

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental. VII-58

VII.2.1. Objetivos. VII-59

VII.2.2. Seguimiento y control. VII-59

VII.2.3. Informes anuales. VII-60

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VII.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación por componente ambiental.

En primera instancia, se menciona que en el Artículo 30 de la LGEEPA se indica que "*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*."

Conforme a lo anterior, en el **Capítulo V** de este documento, se identificó que de manera inherente al desarrollo del proyecto pretendido se generarán impactos negativos sobre los componentes aire, suelo, hidrología, flora y fauna silvestres y paisaje, tantos directos como indirectos.

Con la finalidad de contrarrestarlos, se plantea la implementación de medidas acordes a su magnitud. De acuerdo con lo mencionado en las **fracciones XIII** y **XIV** del **Artículo 3º** del Reglamento de la LGEEPA en materia de EIA, se contempla dos tipos de medidas:

- *Medidas de prevención*: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para ***evitar*** efectos previsibles de deterioro del ambiente;
- *Medidas de mitigación*: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para ***atenuar*** los impactos 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

En lo que respecta a las medidas correctivas, estás no se consideran como acciones iniciales, sino que se plantean como aquellas que deberán realizarse en el caso de observarse desviaciones significativas de las metas planteadas para las medidas de prevención y mitigación planteadas.

Las medidas propuestas serán incorporadas a un *Programa de Vigilancia Ambiental* (**PVA**) que tendrá como finalidad garantizar su cumplimiento, así como facilitar la

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Dado que el proyecto comprende varias obras, las medidas de prevención y mitigación propuestas serán aplicadas para todas ellas, sin embargo, se especificará las que serán realizadas para cada una, puesto que tienen características diferentes, como se dejó en claro en el **Capítulo II** de este documento.

La ejecución de las medidas abarca los 12 meses en los que se ejecutará el proceso constructivo como tal, de acuerdo con lo presentado en la **Tabla VII.6** y hasta un máximo de 2 años para las medidas Programa de rescate y reubicación de flora silvestre y Programa de reforestación (de ser requerido), considerando, para el primero, un seguimiento a través de un monitoreo de un año posterior al término de la construcción y, para el otro, la manutención y aseguramiento de la sobrevivencia de los ejemplares trasplantados.

Con lo anterior, se define el alcance físico, espacial y temporal del **PVA**.

Por otra parte, para el PVA se considera el establecimiento de *líneas estratégicas*, con base a los componentes ambientales que serían afectados por la construcción del proyecto. Varias de las medidas propuestas sirven para prevenir o mitigar impactos ocasionados a más de un componente.

Como primer paso, para identificar los impactos adversos que el proyecto ocasionará al ambiente, se elaboraron tablas basadas en las que se presentadas en el **Capítulo V**, con las interacciones entre los impactos directos e indirectos que serán generados, sobre los diferentes factores los cuales se retoman en la **Tabla VII.1**, a manera de antecedente, mientras que en la **Tabla VII.2** puede observarse la sumatoria de los **impactos adversos** por componentes ambientales identificados por etapa del proyecto.

Tabla VII.1. Interacciones entre los componentes ambientales y las actividades del proyecto por etapa.

ETAPA			CONSTRUCCION										OPERACIÓN	Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
MEDIO	COMPONENTE	ACTIVIDADES / FACTOR	Trazo y nivelación del terreno	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	Excavación	Terracerías	Cimentaciones	Caseta de control	Trincheras y ductos para [illegible]	Cerca perimetral	Montaje de equipos eléctricos	Puesta en marcha	Operación y mantenimiento	
ABIÓTICO	Aire	Calidad del aire	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	10
		Ruido y vibraciones	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	10
	Suelo	Estructura y composición		1	1									2
		Características físicas y/o químicas	1	1	1	1	1	1	1					7
		Procesos de Infiltración-Escurrimiento		1	1	1	1	1	1	1				7
	Hidrología	Disponibilidad del recurso			1	1	1	1	1	1		1	1	8
		Calidad del agua		1	1	1	1	1	1	1			1	8
		Patrones de drenaje		1	1	1	1	1	1					6
BIÓTICO	Vegetación	Cobertura vegetal (estructura y composición	1	1									1	3
		Diversidad de especies	1	1									1	3
		Especies en Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010		1									1	2
	Fauna	Calidad del hábitat		1									1	2
		Diversidad de especies de vertebrados		1									1	2

[redacted]

Tabla VII.1. Interacciones entre los componentes ambientales y las actividades del proyecto por etapa.

ETAPA			CONSTRUCCION										OPERACIÓN	Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
MEDIO	COMPONENTE	ACTIVIDADES / FACTOR	Trazo y nivelación del terreno	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	Excavación	Terracerías	Cimentaciones	Caseta de control	Trincheras y ductos para [illegible]	Cerca perimetral	Montaje de equipos eléctricos	Puesta en marcha	Operación y mantenimiento	
BIÓTICO	Fauna	Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico		1									1	2
PERCEPTUAL	Paisaje	Calidad paisajística		1			1			1				3
		Fragilidad visual		1			1			1				3
													Total =	78

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

COMPONENTE	Construcción		Operación
	Obra civil	Obra electromecánica	
Aire	16	2	2
Suelo	16	0	0
Hidrología	19	1	2
Vegetación	5	0	3
Fauna	3	0	3
Paisaje	6	0	0
Subtotal	**65**	**3**	**10**
Total	**78**		

Con el antecedente presentado de la identificación de impactos retomada del Capítulo correspondiente, a continuación, se muestran de manera tabular las medidas preventivas y de mitigación propuestas y su relación con los diferentes componentes y factores ambientales. Posteriormente se realizará la descripción de cada una de las medidas.

[redacted]

Tabla VII.3. Medidas de Prevención y Mitigación por componente ambiental.

Medidas	Aire		Suelo			Hidrología			Flora			Fauna			Paisaje	
	Calidad	Ruido y vibraciones	Estructura y composición	Características físico y/o químicas	Infiltración-Escurrimiento	Disponibilidad del recurso.	Calidad de agua	Patrones de drenaje	Cobertura vegetal	Diversidad	Especies en estatus de riesgo	Calidad del hábitat	Diversidad	Especies en estatus de riesgo	Calidad paisajística	Fragilidad visual
Mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, maquinaria y herramienta.	X	X		X			X									
Realización de riegos periódicos en frentes de trabajo.	X															
Tapado de camiones de transporte de materiales pétreos.	X															
Manejo integral de residuos.	X			X			X					X	X		X	
Instalación de letrinas portátiles.							X									
Adquisición de pipas de agua (de fuentes autorizadas).						X										
Utilización de colores neutros y acabados no reflectantes en instalaciones.															X	X
Programa de conservación de suelos																
Delimitación de las áreas sujetas a derribo y despalme.	X		X		X				X	X	X	X	X	X	X	
Derribo dirigido de vegetación de forma paulatina	X		X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
Recuperación de tierra fértil y revegetación natural.			X						X							
Utilización de caminos de acceso, brechas y derechos de vía para el acceso a las áreas de trabajo.										X	X		X			
Programa de rescate, reubicación y preservación de fauna silvestre.																
Rescate y reubicación de fauna silvestre.													X	X		
Ahuyentamiento de especies de especies faunísticas.													X			
Establecimiento de límite de velocidad (20 km/h) para circulación de vehículos y maquinaria.													X	X		
Tapado de cepas.													X	X		
Colocación de letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.													X	X		

[redacted]

Tabla VII.3. Medidas de Prevención y Mitigación por componente ambiental.

Medidas	Aire		Suelo			Hidrología			Flora			Fauna			Paisaje	
	Calidad	Ruido y vibraciones	Estructura y composición	Características físico y/o químicas	Infiltración-Escurrimiento	Disponibilidad del recurso.	Calidad de agua	Patrones de drenaje	Cobertura vegetal	Diversidad	Especies en estatus de riesgo	Calidad del hábitat	Diversidad	Especies en estatus de riesgo	Calidad paisajística	Fragilidad visual
Programa de rescate y reubicación de Flora Silvestre																
Rescate y reubicación de flora silvestre.	X		X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
Programa de reforestación																
Reforestación con especies de la región.	X		X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
Programa de Educación ambiental																
Impartición de pláticas de concienciación sobre temas ambientales (importancia del cuidado de la flora y la fauna, disposición adecuada de residuos, etc.).	X			X			X		X	X	X	X	X	X		
Implementación del reglamento interno.																
Supervisión ambiental																

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla VII.4. Medidas de prevención y mitigación por componente ambiental.

No.	Medidas	Componente					
		Aire	Suelo	Hidrologí	Flora	Fauna	Paisaje
1	Mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, maquinaria y herramienta.	X	X	X			
2	Realización de riegos periódicos en frentes de trabajo.	X					
3	Tapado de camiones de transporte de materiales pétreos.	X					
4	Manejo integral de residuos.	X	X	X		X	X
5	Instalación de letrinas portátiles.			X			
6	Adquisición de pipas de agua (de fuentes autorizadas).			X			
7	Utilización de colores neutros y acabados no reflectantes en instalaciones					X	X
8	Delimitación de las áreas sujetas a derribo y despalme.	X	X	X	X	X	X
9	Derribo dirigido de vegetación de forma paulatina	X	X	X	X	X	X
10	Recuperación de tierra fértil y revegetación natural.		X	X	X		
11	Utilización de caminos de acceso, brechas y derechos de vía para el acceso a las áreas de trabajo.			X	X	X	
12	Rescate y reubicación de fauna silvestre.					X	
13	Ahuyentamiento de especies de especies faunísticas.					X	
14	Establecimiento de límite de velocidad (20 km/h) para circulación de vehículos y maquinaria.					X	
15	Tapado de cepas.					X	
16	Colocación de letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.					X	
17	Rescate y reubicación de flora silvestre.	X	X	X	X	X	X
18	Reforestación con especies de la región.	X	X	X	X	X	X
19	Impartición de pláticas de concienciación sobre temas ambientales (importancia del cuidado de la flora y la fauna, disposición adecuada de residuos, etc.).	X	X	X	X	X	
20	Implementación del reglamento interno	X	X	X	X	X	
21	Supervisión ambiental	X	X	X	X	X	X

Con base a esta identificación, se definieron **6 líneas estratégicas**:

a) Evitar el deterioro en la calidad del **aire** y mitigar la emisión y liberación de gases de **efecto invernadero** a la atmósfera.
b) Evitar la contaminación del suelo y mitigar su erosión.
c) Evitar el deterioro en la **calidad** del **agua** y mitigar la disminución en su **captación**.
d) Mantener la **diversidad florística** de los ecosistemas afectados.
e) Mantener la **diversidad faunística** de los ecosistemas afectados.
f) Minimizar la **afectación paisajística** en la medida de lo posible.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla VII.5. Líneas estratégicas relacionadas con las medidas preventivas y de mitigación propuestas.

Línea estratégica	Número de medida																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
a) Evitar el deterioro en la calidad del aire y mitigar la emisión y liberación de gases de efecto invernadero a la atmósfera.	X	X	X	X			X	X										X	X	X	
b) Evitar la contaminación del suelo y mitigar su erosión.	X			X			X	X	X							X	X	X	X	X	
c) Evitar el deterioro en la calidad del agua y mitigar la disminución en su captación.	X			X	X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	
d) Mantener la diversidad florística de los ecosistemas afectados.							X	X	X	X						X	X	X	X	X	
e) Mantener la diversidad faunística de los ecosistemas afectados.				X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
f) Minimizar la afectación paisajística en la medida de lo posible.				X			X	X	X							X	X			X	X

- A la <u>línea estratégica **a)**</u> le aplican las **9** medidas consideradas para el componente **Aire**.
- A la <u>línea estratégica **b)**</u> le aplican las **10** medidas consideradas para el componente **Suelo**.
- A la <u>línea estratégica **c)**</u> le aplican las **13** medidas consideradas para el componente **Hirología**.
- A la <u>línea estratégica **d)**</u> le aplican las **9** medidas consideradas para el componente **Flora**.
- A la <u>línea estratégica **e)**</u> le aplican las **14** medidas consideradas para el componente **Fauna**.
- A la <u>línea estratégica **e)**</u> le aplican las **8** medidas consideradas para el componente **Paisaje**.

A continuación, se presenta la programación de la ejecución de las medidas propuestas, indicando el <u>*tipo de medida*</u> para cada una, así como la <u>*etapa*</u> en la que son contempladas además de, claro, indicar <u>*los meses que ocuparía su ejecución*</u>, de acuerdo con el cronograma de actividades de la construcción del proyecto mostrado en la **Tabla I.3** del **Capítulo I** del presente documento.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

No	Medidas	Etapa	Tipo	(meses)											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, maquinaria y herramienta.	C, Op	Pr												
2	Realización de riegos periódicos en frentes de trabajo.	C	Mi												
3	Tapado de camiones de transporte de materiales pétreos.	C	Pr												
4	Manejo integral de residuos.	C, Op	Pr												
5	Instalación de letrinas portátiles.	C	Pr												
6	Adquisición de pipas de agua (de fuentes autorizadas).	C	Mi												
7	Utilización de colores neutros y acabados no reflectantes en instalaciones.														
Programa de conservación del suelo y cobertura vegetal.															
8	Delimitación de las áreas sujetas a derribo y despalme.	C	Pr												
9	Derribo dirigido de vegetación de forma paulatina	C	Mi												
10	Recuperación de tierra fértil y revegetación natural.	C	Mi												
11	Utilización de caminos de acceso, brechas y derechos de vía para el acceso a las áreas de trabajo.	C	Pr												
Programa de rescate, reubicación y preservación de fauna silvestre															
12	Rescate, reubicación de fauna silvestre.	C	Mi												
13	Ahuyentamiento de especies de especies faunísticas.	C	Pr												
14	Establecimiento de límite de velocidad (20 km/h) para circulación de vehículos y maquinaria.	C	Pr												
15	Tapado de cepas.	C	Pr												
16	Colocación de letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.	C	Pr												
Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre															
17	Rescate y reubicación de flora silvestre.	C	Mi												
Programa de Regfrestación.															
18	Reforestación con especies de la región.	C	Mi												
Programa de educación ambiental.															
19	Impartición de pláticas de concienciación sobre temas ambientales (importancia del cuidado de la flora y la fauna, disposición adecuada de residuos, etc.).	C	Pr												
20	Implementación del reglamento interno.	C	Pr												
21	Supervisión ambiental	PC	Pr												

Etapa: **C =** Construcción; **Op =** Operación.

Tipo: **Pr =** Preventiva; **Mi** = Mitigación.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

varias y diferentes ciencias, no sólo los ambientales, lo cual es referido por diversos autores (Mosquera, 2020; de Oliveira *et al*., 2020; Rahmat *et al*., 2020; Tilla. y Blumberga, 2018; Perevochtchikova, 2013; Miedzinski, 2013; Gutiérrez y Llorente, 2006; Salles *et al*., 2005; Gómez-Orea, 2002; Therburg *et al*., 2002). De hecho, los indicadores son una evaluación narrativa que mide el cambio a lo largo del tiempo, sobre algún criterio específico predeterminado (ODG, 2005). Por ejemplo, para realizar una evaluación del paisaje e inferir los impactos sobre este, se recurre a aspectos cualitativos, considerando que, el grado de perturbación de la vegetación no puede ser directamente mensurado con mediciones numéricas directas (siendo este elemento asociado íntimamente al paisaje). Más aún, los indicadores que se emplearon en el presente documento para determinar la ocurrencia de impactos ambientales son planteados *a priori* a la construcción del proyecto, por lo que no pueden medirse variables como la concentración de CO_2 o el pH del agua, por mencionar un ejemplo. En este caso, dado que el fin es establecer los componentes que serían afectados, los indicadores fueron establecidos considerando una base teórica, hipotética, suponiendo, sobre todo, con base a la experiencia en este tipo de proyectos, los aspectos ambientales inherentes a las actividades del proyecto que podrían afectar los diferentes componentes ambientales, desembocando en la ocurrencia de impactos. Por ejemplo, puede atisbarse (sobre todo habiendo descrito de antemano las actividades del proyecto, como se hizo en el **Capítulo II**), que para la excavación de cimentaciones se utilizará maquinaria, la cual generará ruido y emisión de gases a la atmósfera, en ambos casos, perceptibles a simple vista, al momento de que las actividades sean ejecutadas. Así, se consideran como indicadores de la ocurrencia de impactos aquellas señales o indicios que pudieran significar la ocurrencia de un impacto (Vg. el humo o el ruido generado por o vehículos, o bien, cuya ocurrencia se supondría). De manera contraria, por ejemplo, para indicadores cuantitativos como el promedio diario de la concentración de CO, se entiende que al momento de realizar el estudio no tendrían ningún sentido, pues no se están ejecutando las actividades del proyecto, por lo que no aportaría nada para la determinación de los impactos, lo cual es una etapa *a priori* a la ejecución del proyecto. Más aún, tampoco se estima conveniente tomarla como *indicador de control*, durante la etapa de construcción, pues la concentración de CO es una medición demasiado amplia, entendiendo que se toma al ambiente, mientras que, si se considerara tomarla a los vehículos, no se estaría reportando algo relacionado con la atmósfera, sino con las condiciones de funcionamiento del vehículo. Entre las medidas propuestas se menciona el

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

aplicable, de manera que aun sin hacer mediciones sobre uno o más gases atmosféricos se logre que el impacto *contaminación atmosférica* no resulte significativo, más aun considerando las condiciones de la región, las cuales permiten una fácil dispersión de los gases y en la que nunca se han reportado contingencias ambientales relacionadas con la calidad del aire. La medición directa de la concentración de gases, por ejemplo, tendría sentido como indicador de control en obras que se caracterizan por ser fuentes de emisión constante, lo mismo aplica para otros parámetros, por mencionar algo, la temperatura del agua podría medirse en plantas termoeléctricas en las que el agua es usada para enfriamiento y es retornada a un cuerpo de agua con una temperatura diferente; el parámetro de concentración de nitrógeno en el agua podría ser medido en una obra que cuente con una planta de tratamiento y así podríamos seguir con otros ejemplos, en lo que estas mediciones podrían utilizarse como indicadores de control.

- **Mosquera, H. (2020). Public participation in Environmental Impact Assessment (EIA): acceptance of the impact. Revista Luna Azul. 51: 64-74.**
- **de Oliveira D., Masiero, Bragança, L. y F. Massashi. (2020). Qualitative and Quantitative Assessment of Urban Sustainability in Social Housing Using the Casa Azul Label and SBTool Urban in Brazil. Applied Science. 10 (62): 1.19.**
- **Rahmat, K., Murayama, T. y S. Nishikizawa. (2020). A qualitative content analysis of environmental impact assessment in Indonesia: a case study of nickel smelter processing. Impact Assessment and Project Appraisal. 38 (3): 194-204.**
- **Tilla, I. y D. Blumberga. (2018). Qualitative indicator análisis of a sustainable remediation. Energy procedia. 147: 588-593.**
- **Perevochtchikova, M. (2013) La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. Gestión y Política Pública. 22 (2): 283-312.**
- **Miedzinski, M (Ed.). (2013). Environmental impacts assessment of research and innovation policy. Comisión Europea. Brusleas.**
- **Gutiérrez, J. y M. Llorente. (2006). Using Qualitative Indicators of Sustainability in Iberoamerican Environmental Research. Forum Qualitative. 7(4): 1-17.**
- **Salles, P., Bredeweg, B. y T. Nuttle. (2005). Qualitative Models of Indicators of Environmental Sustainability of the Millennium Development Goals. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence - PAMI.**
- **Gómez-Orea, D. (2002). Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Mundi Prensa. 2a ed. Madrid. Pp. 749.**
- **Therburg, A., D´Inca, V, y M. López. (2002). Modelo de indicadores ambientales. Proyección. 3 (1); 1-**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Dicho lo anterior, como siguiente punto, se indican los ***mecanismos de seguimiento y medición*** de las medidas propuestas, aclarando que se entendiendo como "*mecanismos*" a los medios prácticos que serán empleados para su seguimiento. En primer lugar, cabe mencionar que entre las propias medidas propuestas se encuentra aquella denominada como **Supervisión ambiental**, siendo que esta será la medida básica y fundamental para la verificación y seguimiento del cumplimiento ambiental, puesto que esta actividad será realizada todas las etapas de desarrollo del proyecto, con la finalidad de prevenir o advertir sobre alguna eventualidad que ponga en riesgo los recursos naturales del sitio y, en su caso, ejecutar correcciones inmediatas y establecer medidas correctivas para evitar la ocurrencia de desviaciones a futuro. Así, el personal ambiental de obra tendrá la función de vigilar el cumplimiento de cada una de las medidas propuestas, así como de aquellas que sean establecidas mediante resolutivo. El responsable ambiental realizará recorridos en el sitio del proyecto y vigilará que el proceso de cambio de uso del suelo se realice conforme lo establecido. El supervisor ambiental se encargará de elaborar informes sobre el cumplimiento de los términos y condicionantes bajo los cuales se haya autorizado el proyecto.

Por otra parte, como se mencionó en la página VII-1 de este Capítulo, se establecerá un *Programa de Vigilancia Ambiental* (**PVA**) para dar seguimiento a las estrategias definidas, cuyo objetivo principal será:

- *Verificar el cumplimiento de todas y cada una de las medidas ambientales propuestas, estableciendo indicadores o índices que permitan determinar el éxito de las medidas de prevención y mitigación, de manera que se asegure la continuidad de los factores ambientales, valiéndose monitoreo y supervisión continua*.

A través de su desarrollo se constatará la eficacia de las medidas preventivas y de mitigación y, en caso de ser requerido, se realizará la aplicación de otras no contempladas, de detectarse la probabilidad de ocurrencia de impactos no contemplados, o bien, de medidas de urgencia ante alguna contingencia.

La base para el éxito en el cumplimiento de las medidas ambientales y la incorporación oportuna de sus consideraciones para la toma de decisiones que determinan el desarrollo del proyecto radica en el hecho de considerar a la vigilancia ambiental como parte de la organización de este. En ningún caso será asumida como una acción accesoria, sino como un elemento sustantivo para incrementar la eficiencia en la

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

necesidad que toda la organización, tanto interna, como del contratista, asuma la vigilancia como una actividad que se ejecuta a lo largo de todo el proceso, mediante acciones programadas, con visión positiva, proactiva y de respaldo técnico ambiental a la ingeniería del proyecto.

Es obvio, que los indicadores o índices que se plantean para este momento son de "***control***", pues servirán para el seguimiento ambiental del proyecto.

Ahora bien, se señala que para cada medida se establecen acciones que permitirán **prevenir** o **mitigar** los impactos ambientales identificados; para cada impacto se establece un control, el cual dependerá de la *fuente* que la genere; a saber, se utilizarán dos tipos de controles: **Indicadores** e **Índices**, para los cuales, a continuación, se realiza su definición:

Indicador: *Dato o información que sirve para conocer o valorar las características y la intensidad de un hecho o para determinar su evolución futura*.

En el caso de este tipo de control se aplicarán para aquellas medidas en que resulta difícil o bien, inane, realizar una valoración cuantitativa del cumplimiento, tal como sucede con medidas de aplicación general:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En estos casos, se recurrirá a controles cualitativos, principalmente listas de verificación y/o evidencia fotográfica.

Índices: *Expresión numérica de la relación entre dos cantidade*s.

Como se puede atisbar, en este caso se hace referencia a controles cuantitativos, los cuales serán utilizados en el caso de actividades en las que se puede establecer relaciones del tipo:

No. de actividades programadas/ No. de actividades realizadas

Lo cual es adecuado sobre todo para los programas o planes referentes a los componentes flora y fauna, sin embargo, también es aplicable a otros.

Así mismo, en cada caso se consideran medidas de urgente aplicación, las cuales se tratan de acciones correctivas que no son consideradas de aplicación inicial, sino que se plantean como aquellas que deberán realizarse en el caso de observarse desviaciones significativas de las metas planteadas para las medidas de prevención y mitigación planteadas, incluso de manera inmediata.

Las desviaciones del cumplimiento de los objetivos y metas pretendidos con la aplicación de las medidas consideradas dentro del PVA será verificada mediante la supervisión periódica de los trabajos; en caso de detectarse desviaciones, en primera instancia se aplicarán correcciones, las cuales son acciones de aplicación inmediata y, posteriormente, se realizará un análisis de causas con base al cual se implementará una acción correctiva, a fin de asegurarse que la desviación detectada no vuelva a ocurrir a largo plazo.

Cabe señalar que las únicas actividades en las que podrían considerarse medidas URGENTES son aquellas que involucran residuos peligrosos; para este caso en específico se establecerá un plan de respuesta a emergencia a derrame de sustancias químicas. Se considera que las acciones indicadas en dicho documento aplicarían principalmente cuando ocurran derrames de hidrocarburos y/o aceites por el uso de maquinaria o bien, durante el manejo de contenedores con residuos peligrosos o su transporte hacia el almacén temporal de este tipo de residuos; por otra parte, los derrames que ocurrieran dentro del mencionado almacén no las ameritarían, puesto que en su diseño de construcción se considera la posible eventualidad con el mínimo indicado en la legislación aplicable.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

nuevamente, reduciendo su riesgo y en caso de requerirse medidas adicionales.

En seguida, con la finalidad de esbozar una idea general de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen se realizar una síntesis de ellas, incluyendo la información sobre los componentes a los que van dirigidas, las etapas en que serían ejecutadas, su tipo, los impactos a los que van dirigidos (en congruencia con la **Tabla VII.4** y **Tabla VII.5**), los mecanismos de control (indicadores o índices, según se definió) y la medidas de urgente aplicación, en su caso, lo cual se presenta de manera previa a la inclusión de las fichas específicas con la descripción de cada una de las medidas en particular:

[redacted]

Tabla VII.7. Síntesis de las medidas de prevención y mitigación y su aplicación.

No	Componente ambiental	Tipo	Medidas	Etapa	Impacto	Control Indicador o índice	Medidas de urgente aplicación
1	**Aire** **Suelo** **Agua**	**Pr**	Mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, maquinaria y herramienta.	**C, Op**	1. Contaminación atmosférica. 2. Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera. 3. Contaminación acústica. 4. Daño a la salud. 5. Contaminación del suelo. 6. Contaminación del agua.	• Listas de verificación. • Evidencia fotográfica. • Notas de servicio de mantenimiento vehicular. No. Mantenimientos Programados/ No. Mantenimientos realizados	En caso de detectar alguna desviación en el cumplimiento de la programación de mantenimientos vehiculares, se retirará(n) la(s) unidad(es) que no hubiese(n) recibido mantenimiento y/o verificación. Se realizará el mantenimiento de tales unidades y no se permitirá su utilización hasta que esto suceda.
2	**Aire**	**Mi**	Realización de riegos periódicos en frentes de trabajo.	**C**	1. Contaminación atmosférica. 2. Daños a la salud.	• Evidencia fotográfica. • Bitácora de mantenimiento de las letrinas. • Facturas de prestación del servicio con una empresa autorizada en la materia. Autorización de la fuente de obtención.	Se realizará la detención de las actividades, se conseguirá la unidad necesaria para el riego y no se permitirá la reanudación de actividades hasta que este no se hay realizado.
3	**Aire**	**Pr**	Tapado de camiones de transporte de materiales pétreos.	**C**	1. Contaminación atmosférica. 2. Daños a la salud.	• Evidencia fotográfica. • Bitácora de mantenimiento de las letrinas. Número de unidades utilizadas para transporte de materiales/ Número de unidades tapadas.	En el caso de detectar que una unidad no cuenta con lona durante el transporte de derivados pétreos se detendrá la unidad y no se permitirá la reanudación de la actividad hasta contar con la lona colocada. Se infraccionará al conductor de acuerdo con el reglamento interno.
4	**Aire** **Suelo** **Hidrología** **Fauna** **Paisaje**	**Pr**	Manejo integral de residuos.	**C, Op**	1. Contaminación atmosférica. 2. Contaminación del suelo. 3. Contaminación del agua. 4. Deterioro del paisaje. 5. Disminución en la riqueza de especies de fauna. 6. Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. 7. Cambio en la percepción sensorial del área en términos de calidad del paisaje.	• Listas de verificación. • Evidencia fotográfica. • Bitácora de almacén RP. • Autorización de la empresa encargada de disposición final de residuos (RP o RME). • Manifiesto de Entrega (RP) RSU y RME.	Sólo se considera la aplicación de medidas urgentes en el caso de RP. En caso de la ocurrencia de derrames o filtraciones se realizará su contención y la recolección del suelo contaminado, el cual será manejado como RP.

[redacted]

Tabla VII.7. Síntesis de las medidas de prevención y mitigación y su aplicación.

No	Componente ambiental	Tipo	Medidas	Etapa	Impacto	Control Indicador o índice	Medidas de urgente aplicación
						Cantidad de residuos generados/ Cantidad de residuos dispuestos en sitios municipales autorizados. RME y RP. Cantidad de RME/RP generados/ Cantidad de entregados a proveedores autorizados para disposición final.	
5	**Suelo Hidrología**	**Pr**	Instalación de letrinas portátiles.	**C**	1. Contaminación del suelo. 2. Contaminación del agua.	• Listas de verificación. • Evidencia fotográfica. • Bitácora de mantenimiento de las letrinas. • Facturas de prestación del servicio con una empresa autorizada en la materia. • Autorización del prestador de servicios que provea las letrinas y realice su mantenimiento.	En caso de no contar en algún frente de trabajo con letrina, se suspenderá la actividad hasta que se cuenta con ella. En caso de desfasarse el mantenimiento de alguna letrina, se llamará al proveedor para la atención. Se detendrá la actividad en tanto no se realice el mantenimiento.
6	**Hidrología**	**Mi**	Adquisición de pipas de agua (de fuentes autorizadas).	**C**	1. Agotamiento del recurso.	• Evidencia fotográfica. • Bitácora de mantenimiento de las letrinas. • Facturas de prestación del servicio con una empresa autorizada en la materia. • Autorización de la fuente de obtención.	No se consideran medidas de urgente aplicación.
7	**Paisaje**	**Mi**	Utilización de colores neutros y acabados no reflectantes en instalaciones.	**C**	1. Cambio en la percepción sensorial del área en términos de calidad del paisaje.	• Evidencia fotográfica.	No se consideran medidas de urgente aplicación.

[redacted]

Tabla VII.7. Síntesis de las medidas de prevención y mitigación y su aplicación.

No	Componente ambiental	Tipo	Medidas	Etapa	Impacto	Control Indicador o índice	Medidas de urgente aplicación
8	**Aire** **Suelo** **Hidrología** **Flora** **Fauna** **Paisaje**	**Pr**	Delimitación de las áreas sujetas a derribo y despalme.	**C**	1. Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera. 2. Erosión. 3. Reducción en la disponibilidad de materia orgánica. 4. Disminución en la captación de agua. 5. Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. 6. Disminución en la riqueza de especies de flora. 7. Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles. 8. Pérdida de hábitat. 9. Disminución en la riqueza de especies de fauna. 10. Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. 11. Disminución en la riqueza de especies faunísticas. 12. Cambio en la percepción sensorial del área en términos de calidad del paisaje.	• Listas de verificación. • Evidencia fotográfica. Superficie con vegetación forestal (ha)/ Superficie con vegetación forestal delimitada (ha).	En caso de que un área no haya sido delimitada al inicio de actividades, se detendrán estas y no se reanudarán hasta que el área a trabajar se encuentre completamente delimitada.

[redacted]

Tabla VII.7. Síntesis de las medidas de prevención y mitigación y su aplicación.

No	Componente ambiental	Tipo	Medidas	Etapa	Impacto	Control Indicador o índice	Medidas de urgente aplicación
9	**Aire** **Suelo** **Hidrología** **Flora** **Fauna** **Paisaje**	**Mi**	Derribo dirigido de vegetación de forma paulatina	**C**	1. Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera. 2. Erosión. 3. Reducción en la disponibilidad de materia orgánica. 4. Disminución en la captación de agua. 5. Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. 6. Disminución en la riqueza de especies de flora. 7. Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles. 8. Pérdida de hábitat. 9. Disminución en la riqueza de especies de fauna. 10. Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. 11. Disminución en la riqueza de especies faunísticas. 12. Cambio en la percepción sensorial del área en términos de calidad del paisaje.	• Listas de verificación. • Evidencia fotográfica.	En caso de que no se esté realizando el derribo dirigido durante el desmonte, se detendrá la actividad. Se impartirá una capacitación sobre la importancia de los recursos forestales. Se sancionará al infractor de acuerdo con el reglamento interno. La superficie que haya sido dañada fuera del área del proyecto será añadida a la superficie de reforestación.

[redacted]

Tabla VII.7. Síntesis de las medidas de prevención y mitigación y su aplicación.

No	Componente ambiental	Tipo	Medidas	Etapa	Impacto	Control Indicador o índice	Medidas de urgente aplicación
10	**Suelo Hidrología Vegetación**	**Mi**	Recuperación de tierra fértil y revegetación natural.	**C**	1. Erosión. 2. Reducción en la disponibilidad de materia orgánica. 3. Disminución en la captación de agua. 4. Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. 5. Disminución en la riqueza de especies de flora. 6. Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles.	• Listas de verificación. • Evidencia fotográfica.	En caso de que no se realice la recolección de tierra fértil, se detendrá la actividad para realizar la recolección y su disposición inmediata a áreas aptas.
11	**Suelo Hidrología Flora Fauna**	**Pr**	Utilización de caminos de acceso, brechas y derechos de vía para el acceso a las áreas de trabajo.	**C**	1. Disminución en la captación de agua. 2. Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. 3. Disminución en la riqueza de especies de flora. 4. Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles. 5. Pérdida de hábitat. 6. Disminución en la riqueza de especies de fauna. 7. Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. 8. Disminución en la riqueza de especies faunísticas.	• Listas de verificación. • Evidencia fotográfica. Ubicación de los caminos utilizados (coordenadas)	En caso de que se habilite algún camino nuevo, se detendrá la actividad. Se impartirá una capacitación sobre la importancia de los recursos forestales. Se sancionará al infractor de acuerdo con el reglamento interno. La superficie que haya sido dañada fuera del área del proyecto será añadida a la superficie de reforestación.

Tabla VII.7. Síntesis de las medidas de prevención y mitigación y su aplicación.

No	Componente ambiental	Tipo	Medidas	Etapa	Impacto	Control Indicador o índice	Medidas de urgente aplicación
12	**Fauna**	**Mi**	Rescate y reubicación de fauna silvestre.	**C**	1. Disminución en la riqueza de especies faunísticas. 2. Disminución en la riqueza de especies faunísticas sensibles.	• Bitácora con el registro de los ejemplares rescatados. • Evidencia fotográfica. Individuos rescatados/ Individuos sobrevivientes durante el manejo del rescate hasta su liberación. $$p = \frac{\sum_{i}^{n} = 1\ ai}{\sum_{i}^{n} = 1\ mi} \times 100$$ La continuidad de la medida se realizará mediante el monitoreo de parámetros poblacionales durante el tiempo que dure la construcción del proyecto. Para estimar diversidad se utilizarán los siguientes índices: Índice de Simpson: $$D = \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$ Donde: S = número de especies N = total de organismos presentes. n = número de ejemplares por especie. $$H' = \sum_{i=1}^{S} p_i \log_2 p_i$$ Índice de Shannon-Wiener.	En caso de resultar insuficiente, se aumentará el número de personal especializado para la realización del rescate de especies de fauna sobre el derecho de vía de la obra. Si un área dentro del área del proyecto en la que se vaya a realizar desmonte con maquinaria no ha sido revisada por el personal especializado se realizará la detención de dichos trabajos hasta que se realice la revisión correspondiente. Se reforzará la conciencia ambiental en cuanto al cuidado de la fauna.

[redacted]

Tabla VII.7. Síntesis de las medidas de prevención y mitigación y su aplicación.

No	Componente ambiental	Tipo	Medidas	Etapa	Impacto	Control Indicador o índice	Medidas de urgente aplicación
						S = número de especies de la especie i). n_*i* = número de individuos de la especie *i*. p_*i* – proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$ Donde: N = número de todos los individuos de todas las especies Índice de Berger-Parker. $d = \frac{N_{max}}{N}$	
13	**Fauna**	**Pr**	Ahuyentamiento de especies de especies faunísticas.	**C**	1. Disminución en la riqueza de especies faunísticas. 2. Disminución en la riqueza de especies faunísticas sensibles.	• Listas de verificación. • Evidencia fotográfica.	En caso de que se inicien trabajos con maquinaria en un área que no haya sido inspeccionada previamente por el personal ambiental, se detendrán las actividades hasta que la revisión en toda el área haya sido realizada. En caso de resultar insuficiente, se aumentará el número de personal especializado para la realización del rescate de especies de fauna sobre el derecho de vía de la obra.
14	**Fauna**	**Pr**	Establecimiento de límite de velocidad (20 km/h) para circulación de vehículos y maquinaria.	**C**	1. Disminución en la riqueza de especies faunísticas. 2. Disminución en la riqueza de especies faunísticas sensibles.	• Listas de verificación. • Evidencia fotográfica. • Bitácora con el registro de los ejemplares atropellados.	Se sancionará al responsable de acuerdo con el reglamento interno.

[redacted]

Tabla VII.7. Síntesis de las medidas de prevención y mitigación y su aplicación.

No	Componente ambiental	Tipo	Medidas	Etapa	Impacto	Control Indicador o índice	Medidas de urgente aplicación
							Se reforzará la conciencia ambiental en cuanto al cuidado de la fauna.
15	**Fauna**	**Pr**	Tapado de cepas.	**C**	11. Disminución en la riqueza de especies faunísticas. 2. Disminución en la riqueza de especies faunísticas sensibles.	• Listas de verificación. Evidencia fotográfica.	En caso de que alguna cepa no haya sido tapada, se realizará la acción indiamente, antes de continuar con otras actividades. De encontrarse individuos de fauna en alguna cepa que no haya sido tapada se realizará su rescate y reubicación. Se reforzará la conciencia ambiental en cuanto al cuidado de la fauna.
16	**Fauna**	**Pr**	Colocación de letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.	**C**	1. Disminución en la riqueza de especies faunísticas. 2. Disminución en la riqueza de especies faunísticas sensibles.	• Listas de verificación. • Evidencia fotográfica. • Ubicación de los letreros (coordenadas)	No se consideran medidas de urgente aplicación.

[redacted]

Tabla VII.7. Síntesis de las medidas de prevención y mitigación y su aplicación.

No	Componente ambiental	Tipo	Medidas	Etapa	Impacto	Control Indicador o índice	Medidas de urgente aplicación
17	**Aire** **Suelo** **Hidrología** **Flora** **Fauna** **Paisaje**	**Mi**	Rescate y reubicación de flora silvestre.	**C**	1. Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera. 2. Erosión. 3. Reducción en la disponibilidad de materia orgánica. 4. Disminución en la captación de agua. 5. Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. 6. Disminución en la riqueza de especies de flora. 7. Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles. 8. Pérdida de hábitat. 9. Disminución en la riqueza de especies de fauna. 10. Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. 11. Disminución en la riqueza de especies faunísticas. 12. Cambio en la percepción sensorial del área en términos.	• Bitácora con el registro de los ejemplares rescatados. • Evidencia fotográfica. Para medir el éxito de la medida, se realizará la estimación de sobrevivencia: $\mathrm{p} = \frac{\sum_i^n = 1\ ai}{\sum_i^n = 1\ mi} \times 100$	Reforzamiento de la concienciación de la importancia del cuidado de la flora. En caso de no lograr al menos un 85% de sobrevivencia se realizará la reposición de tantos ejemplares como sea necesario mediante adquisición o producción para ubicarlos en área aledañas al derecho de vía o bien, para su donación a UMA´s o viveros de gobierno (de las diferentes instancias).

[redacted]

Tabla VII.7. Síntesis de las medidas de prevención y mitigación y su aplicación.

No	Componente ambiental	Tipo	Medidas	Etapa	Impacto	Control Indicador o índice	Medidas de urgente aplicación
18	**Aire** **Suelo** **Hidrología** **Flora** **Fauna** **Paisaje**	**Mi**	Reforestación con especies de la región.	**C**	1. Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera. 2. Erosión. 3. Reducción en la disponibilidad de materia orgánica. 4. Disminución en la captación de agua. 5. Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. 6. Disminución en la riqueza de especies de flora. 7. Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles. 8. Pérdida de hábitat. 9. Disminución en la riqueza de especies de fauna. 10. Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. 11. Disminución en la riqueza de especies faunísticas. 12. Cambio en la percepción sensorial del área en términos.	Para medir el éxito de la medida, se realizará la estimación de sobrevivencia: $\mathrm{p} = \frac{\sum_i^n = 1\ ai}{\sum_i^n = 1\ mi} \times 100$ De igual manera, se realizará la evaluación del estado sanitario de los ejemplares: $\mathrm{ps} = \frac{\sum_i^n = 1\ Si}{\sum_i^n = 1\ mi} \times 100$ Hectáreas programadas para reforestación/ Hectáreas reforestadas	Reforzamiento de la concienciación de la importancia del cuidado de la flora. En caso de no lograr al menos un 85% de sobrevivencia se realizará la reposición de tantos ejemplares como sea necesario mediante adquisición o producción para ubicarlos en área aledañas al derecho de vía o bien, para su donación a UMA´s o viveros de gobierno (de las diferentes instancias).
19	**Aire** **Suelo** **Hidrología** **Flora** **Fauna** **Paisaje**	**Pr**	Impartición de pláticas de concienciación sobre temas ambientales (importancia del cuidado de la flora y la fauna, disposición adecuada de residuos, etc.).	**C**	1. Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera. 2. Erosión. 3. Reducción en la disponibilidad de materia orgánica. 4. Disminución en la captación de agua. 5. Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. 6. Disminución en la riqueza de especies de flora. 7. Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles.	• Listas de verificación. • Listas de asistencia. • Evidencia fotográfica. • Trabajadores/Trabajadores capacitados.	En caso de detectar que haya trabajadores que no hayan recibido alguna capacitación porgramada, serán retirados de los frentes de trabajo y les será impartida la plática que fuese necesaria.

[redacted]

Tabla VII.7. Síntesis de las medidas de prevención y mitigación y su aplicación.

No	Componente ambiental	Tipo	Medidas	Etapa	Impacto	Control Indicador o índice	Medidas de urgente aplicación
					8. Pérdida de hábitat. 9. Disminución en la riqueza de especies de fauna. 10. Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. 11. Disminución en la riqueza de especies faunísticas. 12. Cambio en la percepción sensorial del área en términos.		
20	**Aire** **Suelo** **Hidrología** **Flora** **Fauna**	**Pr**	Implementación del reglamento interno.	**C**	1. Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera. 2. Erosión. 3. Reducción en la disponibilidad de materia orgánica. 4. Disminución en la captación de agua. 5. Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. 6. Disminución en la riqueza de especies de flora. 7. Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles. 8. Pérdida de hábitat. 9. Disminución en la riqueza de especies de fauna. 10. Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. 11. Disminución en la riqueza de especies faunísticas.	• Listas de asistencia. • Evidencia fotográfica.	No se consideran medidas de urgente aplicación.
21	**Aire** **Suelo** **Hidrología** **Flora** **Fauna**	**Pr**	Supervisión ambiental	**C**	1. Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera. 2. Erosión. 3. Reducción en la disponibilidad de materia orgánica. 4. Disminución en la captación de agua. 5. Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. 6. Disminución en la riqueza de especies de flora.	• Listas de verificación. • Evidencia fotográfica. **Indicador de Eficacia:** Grado de cumplimiento de la medida, es decir cuántos de los resultados espera-dos fueron alcanzados. $IF = \left(\frac{IE}{RE}\right) x\ 100$	No se consideran medidas de urgente aplicación.

[redacted]

Tabla VII.7. Síntesis de las medidas de prevención y mitigación y su aplicación.

No	Componente ambiental	Tipo	Medidas	Etapa	Impacto	Control Indicador o índice	Medidas de urgente aplicación
					7. Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles. 8. Pérdida de hábitat. 9. Disminución en la riqueza de especies de fauna. 10. Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. 11. Disminución en la riqueza de especies faunísticas.	**IF =** Indicador de Eficacia. **IE =** Resultado Alcanzado (el cual está indicado en el indicador de efectividad). **RE =** Resultado Esperado (el cual está indicado en la tabla anterior)	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Se resalta nuevamente que los indicadores e índices establecidos están pensados para medir la eficiencia en la aplicación de las medidas. En este caso, no se considera pertinente el establecimiento de indicadores como los abordados en la página VII.11 de este Capítulo, como la concentración de CO, en el caso de la atmósfera, la DBO para agua, dB, para el caso de ruido u otros similares, los cuales, como se argumentó, son adecuados para instalaciones que generarán emisiones o descargas de forma continua. En el caso de los proyectos eléctricos como el pretendido, estos no se consideran generadores de emisiones o descargas, siendo que estas ocurrirían más bien durante la etapa constructiva y las medidas están más bien encaminadas a la prevención. En el caso de las medidas que pretenden mitigar la pérdida de suelo, infiltración o pérdida de carbono, se menciona que no existen métodos directos de medición que sean fácilmente aplicables y que, como en la estimación de las cantidades que serían afectadas por el proyecto, se basa más bien en cálculos, por lo que en este caso lo que se pretende medir es el cumplimiento de la medida propuesta, de ahí los indicadores que se plantean.

Ahora, sin mayor dilación, se presentan las medidas preventivas y de mitigación propuestas para cada etapa de desarrollo de las obras y actividades que pretenden realizarse como parte del proyecto, considerando el componente a afectar. Se menciona que cada medida consta de un conjunto de acciones que serán ejecutadas para prevenir y/o mitigar uno o varios impactos, tal como se mostró en la **Tabla VII.7** y se retoma en estas fichas. Podrá verse en cada ficha que en cada medida se considera la atención de más de un impacto ("*Impactos a los que va dirigida*") y se describe cómo su ejecución atenderá a cada uno de los contemplados ("*Mecanismo de acción*"); por otra parte, como "*Estrategia*" se entiende al diseño mediante el cual se configura la realización de las acciones (a través de la medidas de prevención y mitigación) a través de las cuales se prevendrá la ocurrencia de impactos ambientales, o bien, se mitigará su efecto, siendo que en la **Tabla VII.5** de este Capítulo se presentaron estas, si bien se nominaron como "*Líneas estratégicas*".

Para cada una de las medidas consideradas se elaboró una ficha en la cual se mencionaron los *componentes* y *factores* a los que se asocia, la *descripción de la medida*, los *impactos* que atiende, el *mecanismo de acción* de estos, su *momento de ejecución* (**temporalidad**) y las formas en las que se realizaría la *verificación de su cumplimiento* adecuado:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Componente:	**Factor:**
Aire	– Calidad del aire – Ruido y vibraciones
Suelo	– Características físico-químicas
Hidrología	– Calidad del agua

Impactos a los que va dirigida:

1. Contaminación atmosférica.
2. Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera.
3. Contaminación acústica.
4. Daño a la salud.
5. Contaminación del suelo.
6. Contaminación del agua.

Descripción:

- Se realizará de manera oportuna, periódica y programada el mantenimiento del parque vehicular, maquinaria y herramienta que utilice derivados de hidrocarburos para su funcionamiento, con la finalidad de evitar fugas de sustancias que pudieran ocasionar contaminación del agua y/o suelo.
- Se contará con una bitácora para el registro de los mantenimientos.
- En caso de mantenimiento de emergencia de la maquinaria, equipo o vehículos, se colocará un sistema para la contención de cualquier derrame debajo de la unidad durante la realización de cualquier reparación.
- Toda maquinaria y/o vehículo será utilizado únicamente durante el horario diurno.
- No se permitirá la carga de combustible dentro del área del proyecto.

Mecanismo de acción:

Esta medida permitirá la operación adecuada de la maquinaria, vehículos y equipo que sean utilizados, de manera que sus emisiones no tengan una carga contaminante excesiva en especial, de dióxido de carbono, uno de los principales gases de efecto invernadero, por su volumen de generación, y que su operación no provoque ruido excesivo que ocasione afectaciones a la salud humana.

Por otro lado, también evitará la infiltración de lixiviados y sustancias nocivas derivadas de emisiones fugitivas provenientes de vehículos, maquinaria y equipos que utilice como combustible algún derivado de hidrocarburos, así como aditivos derivados de ellos u otras sustancias.

De esta manera, se evitará la contaminación del suelo, por la emisión inadvertida de sustancias y/o lixiviados que pueda ocasionar pasivos ambientales que dificulten o impidan el desarrollo de organismos vegetales o bien, limiten su desarrollo, además, las sustancias pueden percolarse a través del subsuelo y contaminar el manto freático, extendiendo su

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Yucatán a otros cuerpo de agua, gracias a la naturaleza calcárea de la roca subyacente.	
Momento de ejecución	Todas las etapas del proyecto.
Supervisión	Programa de mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipo; bitácora de obra; evidencia fotográfica; facturas de los servicios.

2	**Medida: Realización de riegos periódicos en frentes de trabajo.**
Componente:	**Factor**
Aire	– Calidad del aire
Impactos a los que va dirigida:	
– Contaminación atmosférica. – Daños a la salud.	
Descripción:	
En las áreas desmontadas, donde se conformen terracerías, terraplenes o cimentaciones se realizarán riegos periódicos para evitar la dispersión de polvos. Para ello se adquirirán pipas de agua aprovisionadas de fuentes autorizadas por la CONAGUA.	
Mecanismo de acción:	
El suelo desnudo y el manejo de materiales de construcción ocasiona inevitablemente el desprendimiento de partículas que conforman el polvo, el cual es fácilmente por el viento lo que ocasiona contaminación a nivel local y puede tener efectos nocivos para la salud. El suelo o material seco es más propenso a su ocurrencia, por lo que el humedecimiento de estas superficies evita la formación de polvaredas por efecto del viento, o bien, por la circulación de vehículos y maquinaria.	
Momento de ejecución	Preparación del sitio; construcción.
Supervisión	Bitácora de obra; evidencia fotográfica.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Componente:	**Factor**
Aire	– Calidad del aire

Impactos a los que va dirigida:

- Contaminación atmosférica.
- Daños a la salud.

Descripción:

Los camiones que sean utilizados para el transporte de materiales pétreos serán cubiertos con lonas, las cuales permanecerán colocadas durante todo su trayecto y hasta que vacíen su carga en el sitio de destino.



Ejemplo de camión de volteo con lona.

Mecanismo de acción:

Los materiales pétreos que son utilizadas en la construcción se encuentran, en general, particulados, de manera que son fácilmente movidos por acción del viento o pueden caer por el mismo movimiento del vehículo que los transporta. Al cubrir las cajas de los camiones que transporten esto materiales se evita la formación de polvaredas por efecto del viento e, incluso, la ocurrencia de accidente que podría provocar la presencia de estos elementos en vías carreteras.

Momento de ejecución	Construcción.
Supervisión	Bitácora de obra; evidencia fotográfica.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Aire	– Calidad del aire.
Suelo	– Características fisicoquímicas.
Hidrología	– Calidad.
Fauna	– Calidad del hábitat. – Diversidad de especies de vertebrados.
Paisaje	– Calidad paisajística.

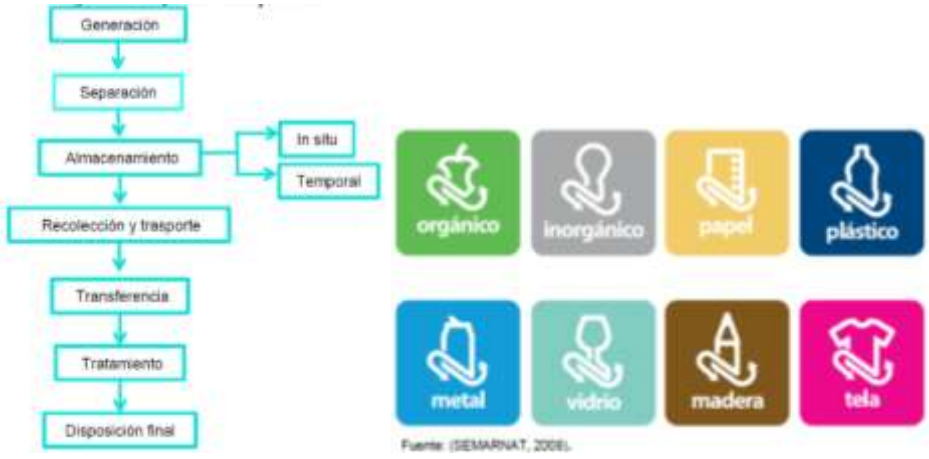
Impactos a los que va dirigido:

– Contaminación atmosférica.
– Contaminación del suelo.
– Contaminación del agua.
– Deterioro del paisaje.
– Disminución en la riqueza de especies de fauna.
– Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna.
– Cambio en la percepción sensorial del área en términos de calidad del paisaje.

Descripción:

Se realizará el manejo integral de los residuos que sean generados en todos los frentes de trabajo y como parte del proyecto, de acuerdo con la Ley general para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y demás normas aplicables.

Como parte de ello se establecerán los lineamientos necesarios para la identificación y manejo de los residuos que sean generados durante las diferentes etapas del proyecto.



Etapas del manejo integral de los residuos y clasificación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Así, los Residuos Sólidos Urbanos serán separados de acuerdo con su tipo, colocándose contenedores rotulados y diferenciados por colores para ello; para su disposición, se consultará a la autoridad municipal sobre la existencia de sitios para tal fin.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

reutilizados (PET, aluminio, etc.) serán turnados a empresas dedicas a su acopio, reciclaje y reutilización.

Para el manejo de residuos fisiológicos se contratará el servicio de letrinas portátiles, con un prestador de servicios autorizado en la materia, quien se encargará del mantenimiento y disposición final de éstos, como se menciona en la **medida 5**. Se llevará una bitácora del mantenimiento de ellas.

En caso de generar Residuos Peligrosos (estopas, botes, brochas impregnadas de solventes, pinturas, aceites o residuos de combustibles y lubricantes) éstos se manejarán de acuerdo con lo indicado en la Ley general para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y demás normas aplicables, incluyendo el establecimiento de un almacén temporal para el acopio de éstos, y la contratación de un prestador de residuos autorizado en la materia para su manejo y disposición final.

Mecanismo de acción:

La mala disposición de residuos puede convertirlos en combustible para incendios forestales, lo que generaría gases nocivos a la atmósfera, contaminándola.

Además, el derrame de sustancias derivadas de los hidrocarburos directamente al suelo ocasionaría modificaciones en sus características fisicoquímicas, pudiendo volverlo más lábil y susceptible a erosión selectiva o bien, masiva.

Por otro lado, esta medida evitará la infiltración de lixiviados y sustancias nocivas derivadas de la disposición inadecuada de recipientes y/o contenedores de productos químicos, hidrocarburos y sus derivados, residuos domésticos y sanitarios que se generen de manera inherente a las actividades del proyecto.

De esta manera, se evitará la contaminación del suelo, por el vertido de lixiviados y/o sustancias que pueda ocasionar pasivos ambientales que dificulten o impidan el desarrollo de organismos vegetales o bien, limiten su desarrollo, además, las sustancias y/o lixiviados pueden percolarse a través del subsuelo y contaminar el manto freático, extendiendo su efecto contaminante a través de la red hidrográfica subterránea existente en la Península de Yucatán a otros cuerpo de agua, gracias a la naturaleza calcárea de la roca subyacente; así mismo, se evitaría contribuir al aumento de la tasa natural de erosión por la incorporación de sustancias al suelo. Por último, la disposición correcta de los residuos evitara que estos puedan convertirse en combustible de incendios forestales y generar la liberación de gases nocivos a la atmósfera.

Así mismo, la disposición inadecuada de residuos y la generación de basura disminuiría la calidad del hábitat de especies de fauna, las cuales dejarían de encontrar los recursos que requieren en las áreas contaminadas, aunado a que podría ocurrir la aparición de fauna nociva y animales domésticos ferales (gatos, perros) que compitieran con la fauna silvestre, o bien, que provocará daño o la muerte a las especies silvestres.

Por último, la acumulación de basura ocasionaría el deterioro del paisaje y la disminución de su calidad.

Como parte del respaldo digital que acompaña al presente documento se incluyen el **PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS.**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ejecución	
Supervisión	Informe de ejecución, evidencia fotográfica, bitácora de obra, bitácora de generación de residuos, manifiestos de entrega – recepción (residuos peligrosos, de manejo especial, en su caso).

5	**Medida: Instalación de letrinas portátiles.**
Componente:	**Factor:**
Suelo	– Características fisicoquímicas.
Hidrología	– Calidad.
Impactos a los que va dirigida:	
– Contaminación del suelo. – Contaminación del agua.	
Descripción:	
Las únicas aguas residuales que se vislumbra serán derivadas de residuos fisiológicos. Para su manejo se contratarán letrinas portátiles con un prestador de servicios autorizado en la materia, las cuales serán dispuestas en los frentes de trabajo activos. Se tendrá al menos una letrina para cada 20 trabajadores. Esta medida será complementada con la medida *Impartición de pláticas de concienciación sobre temas ambientales*, de manera que se promueva el uso de las letrinas y se evite el fecalismo al aire libre. Además, se realizará la verificación de su utilización y mantenimiento mediante la supervisión ambiental que se realizará de manera constante. Las letrinas serán instaladas en sitios cercanos a los frentes de trabajo en áreas visibles y que no respeten riesgo de accidente de trabajo ni de contaminación. El prestador de servicios se encargará de la limpieza y mantenimiento de las letrinas, así como de la disposición final de las aguas residuales.	
Mecanismo de acción:	
Esta medida evitará el vertido de aguas residuales directamente al suelo y su infiltración al manto freático, derivados de su disposición inadecuada. De esta manera, se evitará de manera directa la contaminación del suelo y del agua por la infiltración de las aguas residuales, las cuales podrían llegar extendiendo su efecto contaminante a través de la red hidrográfica subterránea existente en la Península de Yucatán a otros cuerpos de agua, gracias a la naturaleza calcárea de la roca subyacente.	
Momento de ejecución	Todas las etapas del proyecto.
Supervisión	Contrato con prestador de servicios autorizado, bitácora de limpieza y mantenimiento de letrinas, evidencia fotográfica, facturas de los servicios.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Componente:	**Factor**
Hidrología	– Disponibilidad del recurso.
Impactos a los que va dirigida:	
– Agotamiento del recurso.	
Descripción:	
Para el aprovechamiento del agua se adquirirán pipas aprovisionadas de fuentes municipales autorizadas. No se realizará la perforación de pozos de extracción ni el aprovechamiento directo de cuerpos de agua. Esta agua servirá principalmente para los riegos periódicos que se realicen para disminuir la dispersión de polvos Adicionalmente, se utilizará concreto premezclado, de manera que no sea necesaria agua para realizar la mezcla. El agua necesaria para consumo humano será suministrada mediante la adquisición garrafones en establecimientos comerciales.	
Mecanismo de acción:	
Esta medida evitará el consumo irresponsable del recurso agua, así como su explotación innecesaria del acuífero.	
Momento de ejecución	Todas las etapas del proyecto.
Supervisión	Bitácora de obra; evidencia fotográfica; facturas de adquisición.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Componente:	**Factor:**
Paisaje	– Calidad paisajística – Fragilidad visual
Impactos a los que va dirigida:	
– Cambio en la percepción sensorial del área en términos de calidad del paisaje. – Deterioro del paisaje.	
Descripción:	
Se aplicará colores de pintura neutros y acabados que no resulten reflectantes a los componentes de las instalaciones (en lo que puedan aplicarse).	
Mecanismo de acción:	
Esto reducirá la perceptibilidad de las instalaciones al no tener tonos conspicuos o superficies que puedan generar brillos debido a la refracción.	
Momento de ejecución	Construcción.
Supervisión	Reporte de ejecución, Evidencia fotográfica.

8	**Medida: Delimitación de las áreas sujetas a derribo y despalme.**
Componente:	**Factor:**
Aire	– Calidad del aire.
Suelo	– Estructura y composición. – Proceso de infiltración –escurrimiento.
Hidrología	– Disponibilidad del recurso.
Vegetación	– Cobertura vegetal (estructura y composición). – Diversidad de especies. – Especies en estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	– Calidad del hábitat. – Diversidad de especies de vertebrados. – Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico.
Paisaje	– Calidad paisajística.
Impacto al que va dirigido:	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- Erosión.
- Reducción en la disponibilidad de materia orgánica.
- Disminución en la captación de agua.
- Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora.
- Disminución en la riqueza de especies de flora.
- Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles.
- Pérdida de hábitat.
- Disminución en la riqueza de especies de fauna.
- Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna.
- Disminución en la riqueza de especies faunísticas.
- Cambio en la percepción sensorial del área en términos de calidad del paisaje.

Descripción:

De manera previa al comienzo de las actividades de remoción de la vegetación se realizará la delimitación de las áreas que ocuparían las obras que conforman el proyecto. Para ello, se dispondrá de personal y equipo especializado (topografía, estación total, etc.).

La manera de realizar esta medida es la siguiente:

1. Verificar y delimitar las áreas establecidas para el proyecto, coordenadas del plano autorizado. Se utilizará pintura en aerosol, o bien, cinta de colores llamativos.

2. Previo a la remoción de la vegetación se realizará una revisión del área para detectar especies catalogadas en la NOM 059-SEMARNAT-2010, especies endémicas, y aquellas especies que no se encontraron en el sistema ambiental pero si en el área del proyecto (dichas especies y número de individuos y especies a rescatar se encuentran en el programa de rescate y reubicación de la flora silvestre), para posteriormente rescatarlas y reubicarlas en el lugar propuesto por el programa de rescate y reubicación o cualquier otra área fuera de peligro de afectación.



Delimitación de las áreas sujetas a derribo y desmonte.

La supervisión ambiental se encargará de verificar la correcta delimitación del área.

Esta medida está englobada dentro del **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS**, el cual se presenta como parte del respaldo digital que acompaña al presente documento.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

La realización de esta medida permitirá que puedan distinguirse físicamente los límites de la superficie cuya remoción estaría autorizada. De esta forma, se evitará la afectación de superficies fuera del derecho de vía autorizado, previniendo la remoción adicional de ejemplares de flora en áreas adyacentes. Esta medida evitará la remoción de individuos de hábito arbóreo fuera de las superficies en las que se planea la realización del CUSTF, lo cual permitirá la conservación *in situ* de vegetación leñosa que actúa como sumidero de carbono, además, la permanecía de individuos arbóreos favorece la intercepción del agua pluvial por el dosel vegetal, así como la infiltración directa al subsuelo por medio del escurrimiento cortical. Así mismo, la permanencia de los ejemplares en las superficies adyacentes a la superficie considerada para las obras que comprenden el proyecto permitirá que sus raíces conserven la cohesión del suelo, reteniéndolo y evitando un incremento en el efecto erosivo de la lluvia o el viento. Por último, permite la conservación de especies florísticas las cuales, a su vez, sirven como hábitat y recurso para las especies faunísticas, al afectar sólo la superficie mínima indispensable para la implantación del proyecto. Por otro lado, la preservación de individuos arbóreos atenuará el deterioro paisajístico que se provocaría a causa del proyecto.	
Momento de ejecución	Preparación del sitio.
Supervisión	Reporte de ejecución, evidencia fotográfica, bitácora de obra.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Aire	– Calidad del aire.
Suelo	– Estructura y composición. – Proceso de infiltración –escurrimiento.
Hidrología	– Disponibilidad del recurso.
Vegetación	– Cobertura vegetal (estructura y composición). – Diversidad de especies. – Especies en estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	– Calidad del hábitat. – Diversidad de especies de vertebrados. – Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico.
Paisaje	– Calidad paisajística.

Impactos a los que va dirigida:

- Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera.
- Erosión.
- Reducción en la disponibilidad de materia orgánica.
- Disminución en la captación de agua.
- Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora.
- Disminución en la riqueza de especies de flora.
- Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles.
- Pérdida de hábitat.
- Disminución en la riqueza de especies de fauna.
- Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna.
- Disminución en la riqueza de especies faunísticas.
- Cambio en la percepción sensorial del área en términos de calidad del paisaje.

Descripción:

La realización del desmonte se hará en forma manual con la ayuda de motosierras, hachas y machetes; el derribo se realizará de manera dirigida, hacia el interior del derecho de vía, de manera que no se afecte vegetación fuera de éste.

De manera general, el derribo dirigido se realiza de la siguiente manera:

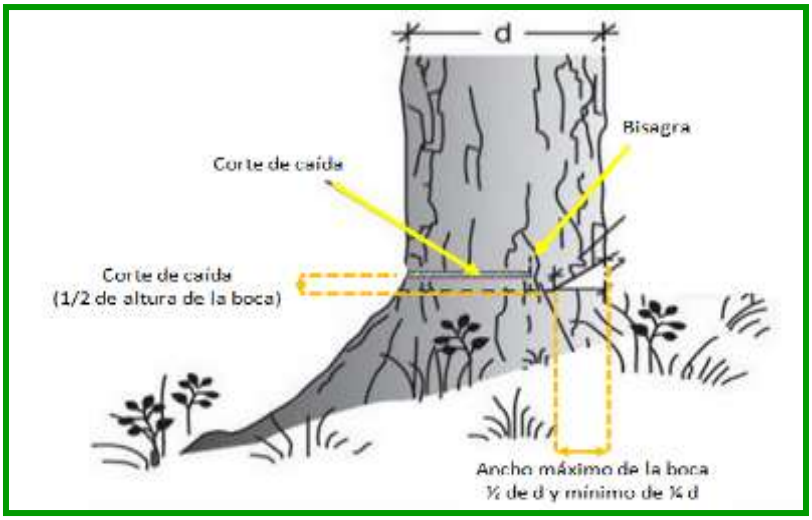
- Identificación de los árboles (ubicación, especie, diámetro, etc.) que se requiere derribar para la construcción del proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

de caída natural y tomar las medidas necesarias para evitar la caída fuera del derecho de vía.

- Considerar la altura del árbol, para determinar el área de caída y de peligro en el lugar de impacto de la copa, no debe haber ninguna persona a menos de 2.5 veces la altura del árbol a derribar.
- Se debe observar si existen ramas secas que pueden desprenderse durante la caída.
- Después de considerar los puntos anteriores, se define la dirección exacta de caída, teniendo en cuenta la dirección del viento.
- Una vez definido la dirección de caída se procede a cortar la vegetación leñosa en por lo menos 2 m alrededor del fuste y el área por donde se alejará el personal del árbol cuando empiece a caer, con una dirección de 45 grados con respecto a la dirección de caída del árbol.

Una vez atendidos los puntos anteriores y con el fin de controlar la dirección de la caída de los individuos, el derribo se realizará de considerando los siguientes cortes:

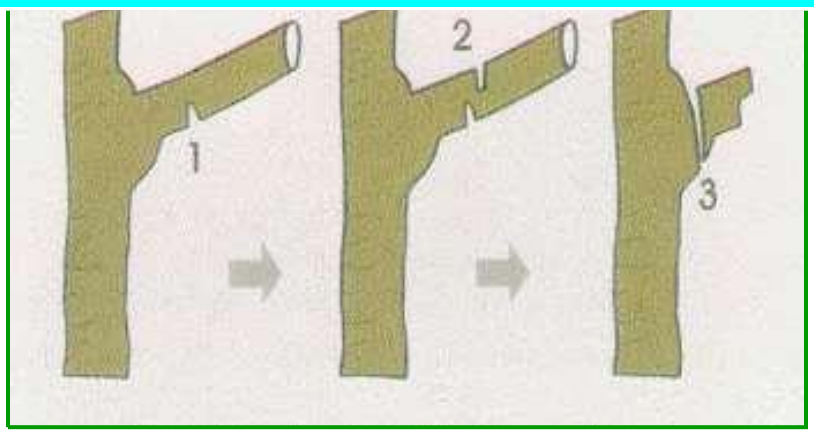


Cortes para controlar la dirección de la caída.

Se corta la boca con una profundidad y una altura mínima de ¼ y máxima de ½ del diámetro del árbol, de modo que la bisagra quede lo más ancha posible en forma de cuña, con la parte más gruesa en la dirección opuesta a la inclinación de caída natural.

Una vez derribado el arbolado, se realiza el desrame inmediatamente y se troza en las medidas indicadas por los propietarios (Guía de Producción Forestal - AIDER-Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral - 2013).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Fases para poda de árboles.

Para reducir la copa podando el tallo principal o ramas grandes, también se aplicará el corte en tres pasos, con la diferencia de que el primer corte se hace en forma de cuña (V), para dirigir la caída del tallo vertical. Los cortes de ramas gruesas tienen mayor efecto negativo en el árbol que los hechos en ramas delgadas; además de cuidar, de que la rama que se quedará en la horqueta sea de un tercio mínimo de grueso que la que se va a podar, para disminuir la emisión de brotes adventicios de la corona del corte. (Manual Técnico para la Poda, Derribo y Trasplante de Árboles y Arbustos de la Ciudad de México, Gobierno del Distrito Federal, Banco Interamericano de Desarrollo, Secretaría del Medio Ambiente - 2000).

Esta medida está englobada dentro del **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS**, el cual se presenta como **ANEXO** del presente documento.

Mecanismo de acción:

El derribo de vegetación de hábito arbóreo sin control ni planeación puede afectar áreas aledañas a las superficies contempladas para la construcción del proyecto; durante su caída, los individuos derribados pueden caer sobre individuos que se encuentran en las áreas aledañas, dañándolo e, incluso, provocando su caída; así mismo, su caída puede provocar el daño de individuos faunísticos por aplastamiento.

Esta medida conservará la remoción de vegetación exclusivamente dentro de las superficies consideradas, evitando daños colaterales.

Además, al evitar la remoción de individuos de hábito arbóreo fuera de las superficies en las que se planea la realización del CUSTF, permitirá la conservación *in situ* de vegetación leñosa que actúa como sumidero de carbono, además, la permanecía de individuos arbóreos favorece la intercepción del agua pluvial por el dosel vegetal, así como la infiltración directa al subsuelo por medio del escurrimiento cortical. Así mismo, la permanencia de los ejemplares en las superficies adyacentes a la superficie considerada para las obras que comprenden el proyecto permitirá que sus raíces conserven la cohesión del suelo, reteniéndolo y evitando un incremento en el efecto erosivo de la lluvia o el viento. Por último, permite la conservación de especies florísticas las cuales, a su vez, sirven como hábitat y recurso para las especies faunísticas, al afectar sólo la superficie mínima indispensable para la implantación del proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

se provocaría a causa del proyecto.	
Momento de ejecución	Preparación del sitio.
Supervisión	Reporte de ejecución, evidencia fotográfica, bitácora de obra.

10	**Medida: Recuperación de tierra fértil y revegetación natural**
Componente:	**Factor:**
Suelo	– Estructura y composición. – Proceso de infiltración –escurrimiento.
Hidrología	– Disponibilidad del recurso.
Vegetación	– Cobertura vegetal (estructura y composición). – Diversidad de especies. – Especies en estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Impactos a los que va dirigida:

– Erosión.
– Reducción en la disponibilidad de materia orgánica.
– Disminución en la captación de agua.
– Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora.
– Disminución en la riqueza de especies de flora.
– Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles.

Descripción:

Esta medida consiste en el retiro de la capa de suelo fértil (sustrato con materia orgánica) durante el despalme y resguardarla temporal para después realizar su esparcido en áreas cercanas con escasa presencia de vegetación; posteriormente, se fomentará y permitirá el crecimiento natural de la vegetación en las áreas desmontadas, siendo que la capa de suelo fértil, al contener nutrimentos adecuados, coadyuvará al crecimiento espontáneo del estrato herbáceo, además que el mismo puede contener semillas dormantes que encontrarán las condiciones adecuadas para germinar.

Esta medida está englobada dentro del **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS**, el cual se presenta parte del respaldo digital que acompaña al presente.

Mecanismo de acción:

Debido a la remoción de la vegetación, el suelo quedará expuesto directamente, en algunos casos, de manera temporal, sin embargo, la denudación del suelo lo vuelve más susceptible a la erosión, ya sea por efecto del viento, o bien, de la lluvia; por otro lado, el derribo de individuos arbóreos reduce evidentemente su número, lo que disminuye la intercepción del

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

	escurrimiento cortical. Así mismo, la compactación mecánica del suelo puede disminuir el crecimiento vegetal, al impedir la penetración de las raíces y la reducción de la porosidad del suelo. El esparcido de tierra fértil formará una capa sobre las superficies desmontadas, permitiendo el crecimiento rápido del estrato herbáceo, el cual amortiguará el impacto de las gotas de lluvia y disminuirá la remoción de sustrato producida por el viento. A su vez, al tratarse de material vegetal, podrá retener parte de la humedad que capte, manteniéndola en el espacio entre ella y el suelo.
Momento de ejecución	Una vez concluida la preparación del sitio.
Supervisión	Reporte de ejecución, evidencia fotográfica, bitácora de obra.

11	**Medida: Utilización de caminos de acceso, brechas y derechos de vía para el acceso a las áreas de trabajo.**
Componente:	**Factor:**
Hidrología	– Disponibilidad del recurso.
Flora	– Cobertura vegetal (estructura y composición). – Diversidad de especies. – Especies en estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	– Calidad del hábitat. – Diversidad de especies de vertebrados. – Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico.
Impacto al que va dirigido:	
– Disminución en la captación de agua. – Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. – Disminución en la riqueza de especies de flora. – Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles. – Pérdida de hábitat. – Disminución en la riqueza de especies de fauna. – Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. – Disminución en la riqueza de especies faunísticas.	
Descripción:	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Para el acceso de personal y el traslado de equipo, materiales y maquinaria a los frentes de trabajo se aprovecharán caminos de acceso, brechas y derechos de vía existentes en el área. Ya existen caminos y brechas de acceso hacia el sitio de la obra, al encontrarse al interior de una propiedad particular con actividades turísticas, los cuales están desprovistos de vegetación. Por su lado, debido a su cercanía con la carretera federal 307, se utilizará esta vía para el acceso a los caminos menores al interior del predio. Esta medida está englobada dentro del **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS**, el cual se presenta como parte del respaldo digital que acompaña al presente documento.	
Mecanismo de acción:	
Esta medida evitará la remoción de vegetación por la construcción de caminos de acceso, lo cual permitirá la conservación de vegetación, al afectar sólo aquella mínima indispensable para la implantación del proyecto lo cual, a su vez, disminuirá la erosión del suelo al permitir que sus raíces conserven la cohesión del suelo, a la vez que permitirá conservar la captación e infiltración de agua, al mantener el suelo con algún grado de cubierta vegetal y permitir la captación del agua por el dosel vegetal y facilitar la recarga del acuífero a través del escurrimiento cortical, además, la conservación *in situ* de vegetación leñosa permitirá la retención del carbono almacenado en ella. Por último, la conservación de especies florísticas servirá, a su vez, como hábitat y recurso para las especies faunísticas, al afectar sólo la superficie mínima indispensable para la implantación del proyecto.	
Momento de ejecución	Preparación del sitio.
Supervisión	Reporte de ejecución, evidencia fotográfica, bitácora de obra.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Fauna	– Diversidad de especies de vertebrados. – Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico.
Impactos a los que va dirigida:	
– Disminución en la riqueza de especies faunísticas. – Disminución en la riqueza de especies de especies faunísticas sensibles.	
Descripción:	
Se rescatarán todos los individuos de fauna presentes en la superficie en la que se planea el desarrollo del proyecto y se reubicarán a zonas aledañas con características ecológica similares; esta medida será complementada con la medida *Ahuyentamiento de especies*, la cual se realizará de manera previa a la remoción de vegetación mencionadas, así como la identificación de nidos y madrigueras activos. Esta medida está englobada dentro del **PROGRAMA DE RESCATE, REUBICACIÓN Y PRESERVACIÓN DE FAUNA SILVESTRE**, el cual se presenta como parte del respaldo digital que acompaña al presente documento.	
Mecanismo de acción:	
La realización de las actividades constructivas inherentes al desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas puede ocasionar la pérdida de individuos de especies faunísticas por la interacción con el personal, herramientas, maquinaria y/o vehículos, disminuyendo su abundancia y diversidad, por lo que la ejecución de esta medida mitigaría la pérdida de individuos de especies faunísticas.	
Momento de ejecución	Previo a la preparación del sitio; construcción.
Supervisión	Informe de ejecución, evidencia fotográfica, bitácora de obra.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Fauna	– Diversidad de especies de vertebrados. – Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico.

Impactos a los que va dirigida:

– Disminución en la riqueza de especies faunísticas.
– Disminución en la riqueza de especies de especies faunísticas sensibles.

Descripción:

Previamente a la realización de las actividades de desmonte y despalme, se realizarán recorridos dentro de la superficie que ocupará el proyecto para efectuar el ahuyentamiento de aquellos ejemplares de fauna silvestre que se encuentren en estas áreas. Para ello, se utilizará ruido, mediante matracas y/o sirenas, además de que el simple paso de las brigadas de rescate también ayudará en esta acción. De encontrarse individuos de lento desplazamiento, principalmente, del grupo de los anfibios y reptiles, se realizará su reubicación a los sitios dispuestos para ello, en donde existan condiciones ecológicamente similares a las de donde sean tomados.

Esta medida está englobada dentro del **PROGRAMA DE RESCATE, REUBICACIÓN Y PRESERVACIÓN DE FAUNA SILVESTRE**, el cual se presenta como parte del respaldo digital que acompaña al presente documento.

Mecanismo de acción:

La realización de las actividades constructivas inherentes al desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas puede ocasionar la pérdida de individuos de especies faunísticas por la interacción con el personal, herramientas, maquinaria y/o vehículos, por lo que la ejecución de esta medida mitigaría la pérdida de individuos de especies faunísticas.

Momento de ejecución	Previo a la preparación del sitio; construcción.
Supervisión	Reporte de ejecución, evidencia fotográfica, bitácora de obra.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Componente:	**Factor:**
Fauna	– Diversidad de especies de vertebrados. – Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico.
Impactos a los que va dirigida:	
– Disminución en la riqueza de especies faunísticas. – Disminución en la riqueza de especies de especies faunísticas sensibles.	
Descripción:	
Los vehículos y maquinaria circularán por la brecha de patrullaje, en caminos de acceso existentes (terracerías) a una velocidad no mayor 20 km/h para prevenir daños a la fauna silvestre. Así mismo, se colocará señalización vial para que los vehículos que circulen en durante las actividades que se realicen en las diferentes etapas del proyecto, circulen a una velocidad máxima de 20 km/h, complementándose con la medida *Colocación de letreros para alusivos a la protección de la fauna silvestre*, que advierta sobre la potencial presencia de vertebrados terrestres. Esta medida está englobada dentro del **PROGRAMA DE RESCATE, REUBICACIÓN Y PRESERVACIÓN DE FAUNA SILVESTRE**, el cual se presenta como parte del respaldo digital que acompaña al presente documento.	
Mecanismo de acción:	
La circulación irresponsable de vehículos y maquinaria puede ocasionar la afectación de individuos faunísticas. Al establecer un límite de velocidad de circulación y establecerlo en un reglamento de obra, ayuda a prevenir la pérdida de individuos de especies faunísticas.	
Momento de ejecución	Preparación del sitio; construcción.
Supervisión	Reporte de ejecución, evidencia fotográfica, bitácora de obra.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Fauna	– Diversidad de especies de vertebrados. – Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico.

Impactos a los que va dirigida:

– Disminución en la riqueza de especies faunísticas.
– Disminución en la riqueza de especies de especies faunísticas sensibles.

Descripción:

Se taparán las cepas abiertas que se excaven para cimentaciones con madera u otros medios.



Tapado de cepas durante la etapa de construcción.

Esta medida está englobada dentro del **PROGRAMA DE RESCATE, REUBICACIÓN Y PRESERVACIÓN DE FAUNA SILVESTRE**, el cual se presenta como parte del respaldo digital que acompaña al presente documento.

Mecanismo de acción:

La realización de las actividades constructivas inherentes al desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas puede ocasionar la pérdida de individuos de especies faunísticas por la interacción con el personal, herramientas, maquinaria y/o vehículos, por lo que la ejecución de esta medida mitigaría la pérdida de individuos de especies faunísticas.

Momento de ejecución	Previo a la preparación del sitio; construcción.
Supervisión	Reporte de ejecución, evidencia fotográfica, bitácora de obra.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Componente:	**Factor:**
Fauna	– Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. – Disminución en la riqueza de especies de fauna.
Impactos a los que va dirigida:	
– Disminución en la riqueza de especies faunísticas. – Disminución en la riqueza de especies de especies faunísticas sensibles.	
Descripción:	
Se realizará la colocación de letreros para alusivos a la protección de la fauna silvestre en los frentes de trabajo en los que se emplee maquinaria y vehículos. Esta medida está englobada dentro del **PROGRAMA DE RESCATE, REUBICACIÓN Y PRESERVACIÓN DE FAUNA SILVESTRE**, el cual se presenta como parte del respaldo digital que acompaña al presente documento se.	
Mecanismo de acción:	
La circulación irresponsable de vehículos y maquinaria puede ocasionar la afectación de individuos faunísticas. Los letreros que se colocarán advertirán sobre la potencial presencia de vertebrados terrestres, además, esta advertencia será complementada con las medidas I*mplementación de un reglamento interno* y *Establecimiento de límite de velocidad (20 km/h) para circulación de vehículos y maquinaria*, de manera que se prevenga la pérdida de individuos de especies faunísticas.	
Momento de ejecución	Previo a la preparación del sitio; construcción.
Supervisión	Evidencia fotográfica, bitácora de obra.

17	**Medida: Rescate y reubicación de flora silvestre.**
Componente:	**Factor:**
Aire	– Calidad del aire.
Suelo	– Estructura y composición. – Proceso de infiltración –escurrimiento.
Hidrología	– Disponibilidad del recurso.
Vegetación	– Cobertura vegetal (estructura y composición). – Diversidad de especies. – Especies en estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	– Calidad del hábitat. – Diversidad de especies de vertebrados.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Paisaje	– Calidad paisajística.

Impactos a los que va dirigida:

- Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera.
- Erosión.
- Reducción en la disponibilidad de materia orgánica.
- Disminución en la captación de agua.
- Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora.
- Disminución en la riqueza de especies de flora.
- Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles.
- Pérdida de hábitat.
- Disminución en la riqueza de especies de fauna.
- Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna.
- Disminución en la riqueza de especies faunísticas.
- Cambio en la percepción sensorial del área en términos de calidad del paisaje.

Descripción:

Se rescatarán y reubicarán aquellos individuos de flora silvestre que se verán afectados por las actividades inherente al desarrollo del proyecto en áreas con vegetación, poniendo énfasis en aquellas ecológicamente importantes, así como las de escasa presencia.

La extracción de las especies vegetales susceptibles de ser rescatadas se realizará previamente al inicio de la actividades de remoción de la vegetación; las especies a considerar serán seleccionadas con base a su valor de importancia y otros criterios como son capacidad de ornato, alimento potencial para la fauna, talla y estado de madurez, etc., aplicando diferentes técnicas y métodos de rescate, para evitar que el proceso de remoción de vegetación, afecte en forma directa a la flora asociada a los predio.

Las acciones y actividades para rescatar, reubicar y dar un manejo adecuado los individuos de las especies de flora susceptibles de ser removidos y reubicados incluyen aquellas especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

De manera posterior a las actividades de rescate y reubicación se realizarán visitas al sitio para verificar la sobrevivencia de los ejemplares, su adecuada adaptación al sitio de reubicación, así como su estado, determinando el porcentaje de sobrevivencia, el cual no deberá ser menor al 80%.

Esta medida se presenta específicamente en el **PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA SILVESTRE** que se presenta como parte del respaldo digital que acompaña al presente documento.

Mecanismo de acción:

Ya que se evitará la remoción de los individuos que sean rescatados, se conservará su función respecto al almacenamiento de CO_2, el cual no será liberado a la atmósfera.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

viento y de la lluvia; por otro lado, el derribo de individuos vegetales reduce evidentemente su número, lo que disminuye la intercepción del agua pluvial por el dosel vegetal, así como la infiltración directa la subsuelo por medio del escurrimiento cortical. Debido a la remoción de vegetación se perdería individuos de especies vegetales. Mediante la aplicación de esta medida, se rescataría individuos de especies existentes en las superficies que serían desmontadas y trasladados a áreas con características ecológicas similares en las que podrán desarrollarse. A su vez, estas especies constituirán un recurso a futuro (hábitat, alimentación) para especies faunísticas. Por otro lado, la preservación de individuos vegetales en la zona atenuará el deterioro paisajístico que se provocaría a causa del proyecto.	
Momento de ejecución	Preparación del sitio.
Supervisión	Informes de ejecución, evidencia fotográfica, bitácora de obra.

18	**Medida: Reforestación con especies de la región.**
Componente:	**Impacto al que va dirigido:**
Aire	– Calidad del aire.
Suelo	– Estructura y composición. – Proceso de infiltración –escurrimiento.
Hidrología	– Disponibilidad del recurso.
Vegetación	– Cobertura vegetal (estructura y composición). – Diversidad de especies. – Especies en estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	– Calidad del hábitat. – Diversidad de especies de vertebrados. – Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico.
Paisaje	– Calidad paisajística.
Impactos a los que va dirigida:	
– Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera. – Erosión. – Reducción en la disponibilidad de materia orgánica. – Disminución en la captación de agua. – Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora.	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles.
- Pérdida de hábitat.
- Disminución en la riqueza de especies de fauna.
- Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna.
- Disminución en la riqueza de especies faunísticas.
- Cambio en la percepción sensorial del área en términos de calidad del paisaje.

Descripción:

Se reforestarán áreas perturbadas con especies nativas, de importancia ecológica, comercial o aquellas cuya presencia en la cuenca sea escasa, o bien, solo hayan sido registradas en el área en la que se realizaría el CUSTF. La densidad de la reforestación se establecerá de acuerdo con la estructura observada del tipo de vegetación y con base a las densidades recomendadas en el "*Manual básico de prácticas de reforestación*" emitido por CONAFOR (2010).

Las especies por utilizar en el área de reforestación se indican en el programa de reforestación que sea elaborado una vez que se cuente con los muestreos de campo específicos para el proyecto, lo cual se incluirá en el documento a través del cual se solicitará autorización definitiva.

La distribución de la plantación sería de tipo tresbolillo y se realizaría la excavación de cepa común (40 x 40 x 40, aproximadamente) para la apertura de pocetas; se aplicará riego de auxilio para mejorar la sobrevivencia. La altura de los individuos elegidos será de 0.5 m y éstos deberán presentar lignificación en el tallo.

Se considerará la producción o adquisición de un 20% adicional de las plantas requeridas, con el fin de sustituir aquéllas que se dañen o mueran, garantizando una sobrevivencia mínima del 80%; en su caso, podrá realizarse la producción de plantas mediante semillas o vegetativamente (esquejes), dependiendo de la especie. El área que sea establecida para el acopio temporal de los ejemplares previo a su traslado al sitio de reubicación servirá para habilitar los enseres necesarios para la producción de planta.

El establecimiento y mantenimiento de la reforestación se contempla por un periodo mínimo de 2 años y máximo de 5 años.

Esta medida se presenta específicamente en el **PROGRAMA DE REFORESTACIÓN** se presenta como parte del respaldo digital que acompaña al presente documento.

Mecanismo de acción:

Esta medida servirá para mitigar el impacto ambiental ocasionado por la pérdida de superficie con vegetación forestal, al compensar la superficie removida mediante la plantación de individuos de especies de flora de la región. El establecimiento de esta superficie forestal actuara como sumidero de carbono. Los individuos vegetales evitarán la pérdida de la capa fértil del suelo y la erosión, al amortiguar el impacto del aire y de la lluvia, además de que sus raíces conservan la cohesión del suelo, reteniéndolo y evitando un incremento en la pérdida de suelo; por otro lado, la presencia de arbolado favorece la intercepción del agua pluvial por el dosel vegetal, así como la infiltración directa al subsuelo

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

forestal coadyuvará a la manutención de la diversidad y abundancia de especies vegetales y propiciará, a su vez, condiciones adecuadas para el establecimiento de diferentes grupos faunísticos, al servir como hábitat y proveedor de recursos.	
Momento de ejecución	Construcción, Operación y mantenimiento.
Supervisión	Informes de ejecución, evidencia fotográfica, bitácora de obra.

19	**Medida: Impartición de pláticas de concienciación sobre temas ambientales (importancia del cuidado de la flora y la fauna, disposición adecuada de residuos, etc.).**
Componente:	
Aire	– Calidad del aire.
Suelo	– Estructura y composición. – Proceso de infiltración –escurrimiento.
Hidrología	– Disponibilidad del recurso.
Vegetación	– Cobertura vegetal (estructura y composición). – Diversidad de especies. – Especies en estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	– Calidad del hábitat. – Diversidad de especies de vertebrados. – Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico.
Impactos a los que va dirigida:	
– Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera. – Erosión. – Reducción en la disponibilidad de materia orgánica. – Disminución en la captación de agua. – Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. – Disminución en la riqueza de especies de flora. – Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles. – Pérdida de hábitat. – Disminución en la riqueza de especies de fauna. – Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. – Disminución en la riqueza de especies faunísticas.	
Descripción:	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

impartidas por personal especializado y tendrán como objetivo principal concienciar al personal sobre el cuidado del ambiente, a través de diferentes temas, como son:

- Buenas prácticas ambientales.
- Separación y tipos de residuos.
- Cuidado de flora y fauna.
- Precauciones por tomar durante la operación de vehículos maquinaria y/o herramienta.
- Sanciones.

Mecanismo de acción:

Un paso esencial para la realización de las medidas propuestas es el desarrollo de la conciencia ambiental del personal que labore en la ejecución de los trabajos inherentes al proyecto. La impartición de pláticas sobre temas ambientales permitirá que el personal conozca cómo pueden repercutir sus acciones en su entorno y la manera de evitar tales impactos. Además, la concienciación ambiental del personal facilitará la supervisión en campo e, incluso, permitiría detectar la comisión de infracciones.

Momento de ejecución	Preparación del sitio; construcción.
Supervisión	Bitácora de obra, evidencia fotográfica, listas de asistencia.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Aire	– Calidad del aire.
Suelo	– Estructura y composición. – Proceso de infiltración –escurrimiento.
Hidrología	– Disponibilidad del recurso.
Vegetación	– Cobertura vegetal (estructura y composición). – Diversidad de especies. – Especies en estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	– Calidad del hábitat. – Diversidad de especies de vertebrados. – Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico.

Impactos a los que va dirigida:

- Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera.
- Erosión.
- Reducción en la disponibilidad de materia orgánica.
- Disminución en la captación de agua.
- Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora.
- Disminución en la riqueza de especies de flora.
- Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles.
- Pérdida de hábitat.
- Disminución en la riqueza de especies de fauna.
- Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna.
- Disminución en la riqueza de especies faunísticas.

Descripción:

Se establecerá un reglamento interno, el cual será difundido al personal que labore en obra. Entre otras cosas, el reglamento interno establecerá prohibiciones en cuanto a la perturbación de la fauna, la extracción y comercialización de cualquier especie animal o vegetal, de encender fuego dentro del derecho de vía y áreas aledañas, de fumar, así como indicaciones con respecto al correcto manejo de los diferentes tipos de residuos que sean generados, el límite de velocidad de circulación de los vehículos en obra, entre otras pautas de conducta que deberán respetar todo el personal que labore en obra, así como las sanciones por incumplimiento de ellas.

Mecanismo de acción:

El reglamento interno permitirá de difundir entre el personal pautas y lineamientos a seguir durante la realización de sus actividades, además, conocerán las sanciones por contravenirlas. Estas sanciones serán aplicables cuando se incurra en conductas que

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ambientales.	
Momento de ejecución	Preparación del sitio; construcción.
Supervisión	Bitácora de obra; evidencia fotográfica.

21	**Medida: Supervisión ambiental.**
Componente:	**Impacto al que va dirigido:**
Aire	– Calidad del aire.
Suelo	– Estructura y composición. – Proceso de infiltración –escurrimiento.
Hidrología	– Disponibilidad del recurso.
Vegetación	– Cobertura vegetal (estructura y composición). – Diversidad de especies. – Especies en estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	– Calidad del hábitat. – Diversidad de especies de vertebrados. – Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico.
Paisaje	– Calidad paisajística.
Impactos a los que va dirigida:	
– Aumento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera. – Erosión. – Reducción en la disponibilidad de materia orgánica. – Disminución en la captación de agua. – Modificación en la abundancia y distribución de especies de flora. – Disminución en la riqueza de especies de flora. – Disminución en la riqueza de especies de flora sensibles. – Pérdida de hábitat. – Disminución en la riqueza de especies de fauna. – Modificación en la abundancia y distribución de especies de fauna. – Disminución en la riqueza de especies faunísticas. – Cambio en la percepción sensorial del área en términos de calidad del paisaje.	
Descripción:	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

medidas correctivas para evitar la ocurrencia de desviaciones a futuro. El personal ambiental de obra tendrá la función de vigilar el cumplimiento de cada una de las medidas propuestas, así como de aquellas que sean establecidas mediante resolutivo. El responsable ambiental realizará recorridos en el sitio del proyecto y vigilará que el proceso de cambio de uso del suelo se realice conforme lo establecido. El supervisor ambiental se encargará de elaborar informes sobre el cumplimiento de los términos y condicionantes bajo los cuales se haya autorizado el proyecto, de ser el caso.	
Mecanismo de acción:	
La supervisión es una de las medidas más adoptadas en todo proyecto que implique la remoción de vegetación, ya que permite prever alguna eventualidad que ponga en riesgo su desarrollo y propone medidas adicionales para subsanar afectaciones no previstas. Así mismo, asegura la correcta aplicación de las medidas propuestas y que las mismas se lleven a cabo sin omisiones.	
Momento de ejecución	Preparación del sitio; construcción.
Supervisión	Bitácora de obra; evidencia fotográfica; listas de asistencia.

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental.

Para dar seguimiento a las estrategias definidas, a través de la ejecución y registro de las diversas medidas preventivas y de mitigación propuestas se elaborará un *Programa de Vigilancia Ambiental* (**PVA**). Este documento, a través de su desarrollo, permitirá constatar la eficacia de las medidas preventivas y de mitigación y, en caso de ser requerido, realizar la aplicación de otras no contempladas, en caso de detectar la probabilidad de ocurrencia de impactos no contemplados, o bien, de medidas de urgencia ante alguna contingencia.

La base para el éxito en el cumplimiento de las medidas ambientales y la incorporación oportuna de sus consideraciones para la toma de decisiones que determinan el desarrollo del proyecto radica en el hecho de considerar a la vigilancia ambiental como parte de su organización. En ningún caso debe ser asumida como una acción accesoria, sino como un elemento sustantivo para incrementar la eficiencia en la ejecución del proyecto y disminuir los esfuerzos técnicos y financieros. Esta directriz indica que el manejo ambiental se llevará a cabo como una actividad permanente, considerada clave para la eficiente ejecución del proyecto, lo cual conlleva como necesidad que toda la organización, tanto interna, como del contratista, asuma la vigilancia como una actividad que se ejecuta a lo largo de todo el proceso, mediante

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

VII.2.1. Objetivos.

El objetivo principal del PVA es:

- Verificar el cumplimiento de todas y cada una de las medidas ambientales propuestas, estableciendo indicadores ambientales que permitan la medición de los factores ambientales, de manera que se asegure la trazabilidad a su comportamiento a través del monitoreo y supervisión continua.

Con la aplicación del PVA se pretende garantizar que durante las diferentes etapas del proyecto no se incrementen los niveles de significancia de los impactos identificados, al establecer una serie de medidas necesarias para la mitigación, compensación y prevención de los efectos, causados por las actividades del proyecto sobre los factores ambientales del SA, según la identificación y valoración efectuada en el **Capítulo V** de este documento.

Con el afán de no ser reiterativos ni redundantes, se omite de este Capítulo el PMA, el cual se presenta como parte de los **Anexos**, con el nombre de **PVA SAE Leona Vicario.docx**.

El cronograma de ejecución del PMA corresponde al que se presentó en la **Tabla VII.6** de este Capítulo.

VII.2.2. Seguimiento y control.

El cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación propuestas se evidenciará mediante la medición del nivel de cumplimiento, el cual será utilizado como control, para detectar desviaciones del PVA y en su caso, proponer medidas de urgente aplicación.

Con tal fin, se propone el modelo que se muestra a continuación:

VII.8. Control y monitoreo de las medidas de mitigación.

Hoja del Indicador	
Nombre del indicador	Efectividad de acciones
Descripción	Relación de lo ejecutado versus lo programado
Objetivo del indicador	Cumplir con la ejecución de todas las acciones (prevención y mitigación)
Fórmula de cálculo	$RE = \frac{Acción\ ejecutada}{Acción\ programada} x\ 100$
Unidad de medición	Porcentaje

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Fuentes de información	Resolución.
Limitaciones	– Informes incompletos. – Problemas de visita técnica.
Representación gráfica	Gráficas

Indicador de Eficacia: Grado de cumplimiento de la medida, es decir cuántos de los resultados espera-dos fueron alcanzados.

$$IF = \left(\frac{IE}{RE}\right) x\ 100$$

Dónde:

IF = Indicador de Eficacia.
IE = Resultado Alcanzado (el cual está indicado en el indicador de efectividad).
RE = Resultado Esperado (el cual está indicado en la tabla anterior).

Indicador de eficiencia de ejecución:

$$IFC = \left(\frac{CEE}{CAEE}\right) x\ 100$$

Dónde:

IFC = Indicador de Eficiencia de Ejecución.
CEE = Costo de Ejecución de la estrategia.
CAEE = Costo Asignado para la Ejecución de la Estrategia.

VII.2.3. Informes anuales.

Los resultados de la aplicación del PVA serán presentados a la autoridad mediante informes anuales de cumplimiento, a través de los cuales se dará seguimiento a la ejecución y resultados de las medidas aplicadas con la finalidad de medir el desempeño ambiental del proyecto.

Dichos informes contendrán:

- Las acciones programadas y señaladas en el PVA.
- Documentación que evidencie su seguimiento.
- Bases de datos generadas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En caso de identificar alguna desviación, se incluirán en los Informes Anuales las medidas correctivas que hubiesen sido aplicadas para subsanarla.

El PVA iniciará antes de la etapa de preparación del sitio para concluir al término de todas las medidas propuestas, de manera que se tenga un control de los impactos generados.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B PARTICULAR.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (SAE) CHEMUYIL

CAPITULO VIII

ABRIL 2026

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

VIII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 1

VIII.1. Análisis de escenarios 2

VIII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto 2

VIII.1.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto 2

VIII.1.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas preventivas y de mitigación 2

VIII.1.4. Pronostico ambiental 18

VIII.1.5. Evaluación de alternativas 20

VIII.1.6. Conclusiones 21

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Los pronósticos del escenario representan una herramienta que permite visualizar de manera teórica los efectos que puede traer consigo realizar proyectos que implican cambios en los ecosistemas.

La redacción realizada se basó en lo señalado en el instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, modalidad B-Particular. Dicho documento sugiere presentar el **Capítulo VIII** considerando **1)** un escenario sin el proyecto como fuente de cambio, seguido de **2)** otro escenario con el proyecto y. finalmente, **3)** uno que incluya al proyecto con sus medidas de mitigación (las cuales se incluyen en este capítulo).

Se genera una tabla dividida en tres columnas, representando cada una uno de los escenarios mencionados en el Instructivo. En la tabla mencionada, la descripción se abordó componente por componente retomando la información generada en capítulos anteriores del presente documento, a razón de mostrar que habría componentes con mayor susceptibilidad a ser afectados y otros, con poca, dada la naturaleza del proyecto, siendo que además esto permitiría discernir con más detalle la comparación entre los diferentes escenarios. El objetivo de presentar la información en formato de tabla es facilitar su visualización, consulta y evaluación, que permitiera, además, abordar de manera ordenada los componentes manejados en los **Capítulos IV, V** y **VI** del documento ingresado, además de poder sintetizar la información, de manera que no se repitieran exactamente todos los datos vertidos en Capítulos anteriores.

Por lo tanto, en el **Capítulo IV** se describió el **Escenario 1**, presentando datos puntuales tal como se presentan en la zona, pues se trata del escenario actual, sin el proyecto; en el **Escenario 2**, dado que se considera la realización del proyecto sin ninguna medida de prevención o mitigación (tal como lo señala el Instructivo), se describe como la ejecución de las diferentes actividades inherentes al proyecto resultarían en impactos que, al no haber medidas de prevención o mitigación, redundarían en un aumento en la afectación al ambiente; por último, para el **Escenario 3**, se consideró la realización de las actividades del proyecto pero aplicando medidas de prevención y mitigación.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Escenario ambiental "*sin proyecto*", considera la situación ambiental actual del área del Proyecto y del Sistema Ambiental (SA). La descripción de este escenario considera que las condiciones naturales del área del Proyecto ya fueron impactadas haciéndose esto evidente en la perturbación del paisaje por la presencia de zonas de transición urbanas, actividades agrícolas, pecuarias y de infraestructura. Este escenario se describe en la primera columna de la Tabla VIII.1.

VIII.1.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

Escenario ambiental "*con el Proyecto y sin medidas de mitigación*", considera la dinámica natural y socioeconómica actual, las actividades y elementos del desarrollo del Proyecto presentados en el **Capítulo 2**, para el cual se tomó como referencia el SA descrito en el **Capítulo 4**, así como los impactos ambientales descritos en el **Capítulo 5** que se pueden generar con las actividades de construcción y operación del Proyecto. Este escenario se describe en la segunda columna de la Tabla VIII.1.

VIII.1.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas preventivas y de mitigación

Escenario ambiental "*con el Proyecto y con medidas de mitigación*", se tomó en cuenta la descripción de los aspectos citados en el punto anterior, pero incorporando ya las medidas de mitigación propuestas en el **Capítulo 7**. El pronóstico del escenario se aborda a partir de la perspectiva de cambio que resultará de las acciones del Proyecto sobre el medio natural, tras la inserción del mismo, y las medidas de manejo ambiental correspondientes. Este escenario se describe en la tercera columna de la Tabla VIII.1.

[redacted]

Tabla 1 Descripción del escenario ambiental sin proyecto, con proyecto y considerando el proyecto con medidas de mitigación.

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
Aire		
El Sistema Nacional de Información para la calidad del Aire, SINAICA, de la SEMARMAT, cuenta con una serie de programas informáticos que permiten recabar, transmitir y publicar la información de calidad del aire. Considerando que la estación más cercana al área de interés es la Estación: SDS01 ubicada en la ciudad de Mérida, Yucatán, cuyos registros indican una calidad de aire de buena a excelente. Además, de acuerdo con la plataforma de monitoreo de contaminantes atmosféricos particulados (PM10 y PM2.5), la región establece que el proyecto no presenta valores extremos de contaminación del aire. Actualmente no se cuenta con fuentes fijas generadoras de ruido en el área. De la misma forma que las emisiones atmosféricas, el ruido proviene principalmente de fuentes móviles, vehículos que transitan por los caminos y carreteras aledañas, además de centros de población y turísticos cercanos al área del proyecto.	El flujo de vehículos y maquinaria aumentará considerablemente durante la etapa de construcción principalmente, así como se incrementará la dispersión de polvos, durante las mismas etapas del proyecto. La calidad del aire se verá disminuida por la presencia de partículas suspendidas generadas por la apertura de zanjas, el movimiento de material producto de las excavaciones y nivelaciones. Estas etapas serán de corta duración. La etapa de mayor duración corresponde a la de operación del proyecto, durante esta etapa no se producirán emisiones significativas a la atmósfera, ya que de hecho estamos hablando de un sistema de almacenamiento de energía que no requiere el consumo de combustibles fósiles, como en la generación de energía. No se realiza un manejo y disposición adecuada de los residuos, los cuales son apilados tanto en el AP como en zonas aledañas, en donde llegan a desarrollarse incendios a los que estos sirven de combustible, generando emisiones derivadas de una combustión incompleta y aumentando la cantidad de gases contaminantes y de efecto invernadero. La remoción de vegetación se hace de manera descuidada, sin delimitar las áreas que corresponden a las obras del proyecto ni realizar el desmonte de manera dirigida, de manera que se afectan áreas adicionales con vegetación, fuera de la superficie considerada para las obras	Se establecerán medidas de conservación de la calidad del aire de acuerdo con lo propuesto en el **Capítulo 7**, con el cual vigilará el cumplimiento con las NOM- 041- SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM- 044-SEMARNAT-2017 y NOM- 045- SEMARNAT-2017, para de esta forma conservar, en materia de calidad del aire, las condiciones existentes en el sitio previas al inicio de obras y así al momento de empezar la etapa de operación y mantenimiento. El equipo, vehículos y maquinaria que se utilizan durante las diferentes etapas del proyecto recibe mantenimiento mecánico periódico y programado, en talleres autorizados, el cual se realiza con base a un programa preestablecido y se corrobora mediante una bitácora de mantenimiento, de manera que operan en condiciones óptimas, por lo que sus emisiones no son excesivas en cuanto a su carga contaminante. Las actividades se realizan de acuerdo con lo programado, sin retrabajar, reduciendo así las emisiones a la atmósfera y el ruido. Las emisiones del equipo, los vehículos y la maquinaria se encuentran dentro de los límites indicados por la normativa aplicable en materia de emisiones y de ruido. Se realiza un manejo adecuado de los residuos generados, realizando su transporte fuera del AP y asegurándose de su disposición final, de manera que estos no se acumulan dentro del AP

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
	que conforman el proyecto, de manera que se remueve una mayor cantidad de vegetación a la necesaria, liberando a la atmósfera el carbono almacenado en su biomasa. La falta de planeación en las obras y actividades genera retrabajos y la consecuente ampliación del programa de trabajo por lo tanto el uso de combustibles y cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero se incrementan también. Durante la etapa de operación los niveles de ruido generado por la instalación se incrementarán afectando la calidad acústica de forma puntual y temporal. **La realización de las actividades del proyecto produciría el aumento de la afectación al ambiente, si bien, de manera puntual y, cuando mucho, a corto plazo, puesto que las descritas son inherentes más bien al proceso constructivo, por lo que los impactos cesarían de ocurrir una vez que terminara esta etapa, siendo que durante su etapa de operación la instalación no se considera generadora de emisiones, puesto que no transforma combustibles en energía.**	ni en zonas aledañas, disminuyendo el riesgo de incendios. Por otro lado, no se utiliza fuego para realizar la remoción de vegetación. Se establece un programa de educación ambiental con el cual se crea conciencia entre los trabajadores que laboran en la obra para realizar una correcta disposición de los residuos; adicionalmente, se establece un reglamento interno de obra que establece sanciones pecuniarias y penales para quienes incurran en delitos ambientales, además que se realiza su estricta observancia mediante supervisión ambiental especializada constante y periódica. Los camiones que transportan material pétreo circulan respetando los límites de velocidad y usan lonas durante todo su trayecto para cubrir su caja, de manera que no se dispersa el material. Por otro lado, se realizan riegos periódicos en los frentes de trabajo en los que se realizan trabajos como excavaciones y terracerías, de manera que el material particulado no genere polvos. Antes de realizar la remoción de vegetación se realiza la delimitación de las superficies a remover y durante los trabajos de desmonte se realiza un derribo dirigido, de manera que los árboles caigan hacia el centro del área y se evite el daño a superficies aledañas. **Considerando lo dicho, se estima que la calidad del aire se mantendrá en el SA, sobre todo, considerando que los impactos sobre este componente serán intermitentes y temporales, además, como se vislumbra en el Escenario 2 los impactos al componente aire**

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
		ocurrirían sólo durante la construcción del proyecto y no se consideran de gran magnitud.
Suelo		
El suelo de la zona ha sido modificado por los desarrollos turísticos, inmobiliarios, vías de comunicación y actividades agropecuarias. Actualmente en el SA y el área del proyecto el suelo predominante es Rendzina. La Erosión Hídrica Laminar (HL) existente en algunas áreas del SA consiste en la remoción gradual y uniforme de capas delgadas de suelo, generalmente paralela a la superficie. La pérdida de suelo es poco apreciable, con alguna de las siguientes evidencias: encostramiento, capas delgadas de partículas de diferentes tamaños (arena, gravas) dispuestas sobre la superficie, pequeños montículos, no existen remontantes o su formación es muy incipiente, manchones sobresalientes de vegetación, indicios de actividad agropecuaria, canalillos y algún grado perceptible de compactación. La presencia de cubierta vegetal previene en gran medida la erosión hídrica. Partiendo de lo anterior, podemos observar que en las 2.0076 ha donde se ejecutará el CUSTF, actualmente (Escenario 1) existen **26.8487 ton/año** de suelo erosionado.	En la etapa de construcción se planea remover el suelo de una superficie de 2.0076 ha, lo que implica la presencia y el uso de maquinaria para las zanjas, así como para el despalme del suelo como tractor de orugas, vehículos pesados como camiones de volteo de 7 y 14 m^3 y pipas de agua de 10,000 litros, así como vehículos ligeros de supervisión, transporte y suministro. Durante estas actividades, existen riesgos potenciales de contaminación por derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites provenientes del equipo y de la maquinaria utilizada durante esta etapa, así como por la disposición de residuos urbano y peligrosos tales como materiales metálicos, residuos de pinturas, baterías de la maquinaria, materiales impregnados con combustibles o aceites etc. Estos impactos son generados por la presencia de agentes externos sobre el suelo, como en el caso del vertido de cemento para la conformación de cimentaciones, lo que generará cambios en las características del suelo. Sin el debido manejo adecuado de la vegetación podría afectarse vegetación fuera del área solicitadas, lo que incrementaría la denudación del suelo. No se realiza un manejo y disposición adecuada de los residuos, los cuales son apilados tanto en	El equipo, vehículos y maquinaria que se utilizan durante las diferentes etapas del proyecto recibe mantenimiento mecánico periódico y programado, en talleres autorizados, el cual se realiza con base a un programa preestablecido y se corrobora mediante una bitácora de mantenimiento, de manera que operan en condiciones óptimas, por lo que la probabilidad de la ocurrencia de emisiones fugitivas es remota. Se asegura disponer la unidad sobre un material impermeable como lonas o el uso de charolas que contengan el goteo de sustancias; en el caso de la ocurrencia de derrames sobre suelo natural, este es recuperado, puesto en recipiente adecuado y manejado como residuo peligroso. Por otro lado, no se utilizan productos químicos para realizar la remoción de vegetación. Se realiza un manejo adecuado de los residuos generados, realizando su transporte fuera del AP y asegurándose de su disposición final, de manera que estos no se acumulan dentro del AP ni en zonas aledañas evitándose la formación de lixiviados que contaminen directamente el suelo. Se establece un programa de educación ambiental con el cual se crea conciencia entre los trabajadores que laboran en la obra para realizar una correcta disposición de los residuos; adicionalmente, se establece un

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
	el AP como en zonas aledañas, generando lixiviados que se derrama directamente sobre el suelo natural contaminándolo, además de que pueden resecar y hacer más lábil el suelo, incrementando la facilidad de actuación de los procesos erosivos. La erosión hídrica laminar y erosión eólica se incrementará en la etapa de construcción debido a que el suelo removido quedará expuesto a los elementos causantes de erosión como lluvia y viento, dentro de las áreas de construcción y sitios aledaños si no se delimita de manera puntual los sitios donde se asentarán las obras. En la etapa de operación, el suelo que se removerá durante la etapa de construcción que no sea acomodado en curvas a nivel ni se disponga de manera correcta formará barreras que pueden canalizar e incrementar los flujos pluviales arrastrando este suelo a otras zonas del AP y SA. Partiendo de lo anterior, en las 2.0076 ha donde se ejecutará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, con la implementación del proyecto y sin medidas de mitigación (Escenario 2) se espera **56.6639 ton/año** de suelo erosionado. **Es evidente que la principal afectación del proyecto sobre el componente será debida al incremento de la erosión natural actual por la exposición del suelo, debido a la remoción de vegetación forestal que lo protege y consolida. El incremento es significativo.**	reglamento interno de obra que establece sanciones pecuniarias y penales para quienes incurran en delitos ambientales, además que se realiza su estricta observancia mediante supervisión ambiental especializada constante y periódica. No se genera contaminación del suelo durante ninguna de las etapas de desarrollo del proyecto gracias a las medidas de prevención implementadas. Antes de realizar la remoción de vegetación se realiza la delimitación de la superficie a remover y durante los trabajos de desmonte se realiza un derribo dirigido, de manera que los árboles caigan hacia el centro del área y se evite el daño a superficies aledañas. En el área en la que se ubicará el proyecto se realizará la recuperación de la tierra fértil, la cual será dispersada en áreas aledañas que se observen casi desprovistas de vegetación, de manera que se fomente la revegetación natural en ella. Estas medidas evitarán la remoción innecesaria de vegetación y, en algunos casos, promoverán su crecimiento, siendo que la presencia del arbolado facilita el proceso de infiltración – escurrimiento. Se establece un programa de educación ambiental con el cual se crea conciencia entre los trabajadores que laboran en la obra para realizar una correcta disposición de los residuos. Adicionalmente, se realiza la reforestación de una superficie de 2 ha, en donde también se colocarían aquellos ejemplares que fuesen rescatados en las superficies en las que se

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
	La contaminación del suelo por la mala disposición de residuos generados y por las emisiones fugitivas de vehículos en mal estado, si bien, no sería de grandes magnitudes, los contaminantes podrían ser transportadas hacia cuerpos de agua importantes como zonas de recursos para los organismos que habitan en esta.	realizará la remoción de vegetación en el AP. Esta superficie que, en primera instancia, servirá para mitigar el efecto directo sobre el componente vegetación, permitirá la mitigación de la pérdida de suelo por erosión. **Considerando lo dicho, se estima que los impactos sobre este componente serán mitigados y que no se incrementará la erosión del suelo dentro del SA, aun con la construcción del proyecto pretendido, puesto que la superficie con vegetación que sería removida en el AP sería compensada.** **El manejo adecuado de los residuos, incluyendo la recuperación de suelo contaminado en caso de derrames evitará la dispersión de contaminantes que pudiera tener efectos nocivos a largo plazo para la fauna y la flora de la región.**
Agua		
Para conocer la disponibilidad de aguas subterráneas se obtuvo la información de la actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), publicada en el Diario Oficial de la Federación-2020, correspondiente a una fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) en el 2020. El resultado indica que existe un volumen disponible de **2,059.63 hm^3** anuales para otorgar nuevas concesiones. No existen cuerpos de agua y/o aprovechamiento de estos. No se esperaría modificaciones sobre las escorrentías existentes en el sitio del Proyecto.	Una de las interacciones del factor corresponde a la etapa de construcción, esta tapa requerirá el uso de agua cruda para los procesos de cimentación y de agua potable para el consumo de los trabajadores. Dentro de las actividades del Proyecto no se contempla hacer uso, aprovechamiento o descarga alguna sobre ningún cuerpo de agua del SA. El equipo, vehículos y maquinaria que se utilizan durante las diferentes etapas del proyecto no recibe mantenimiento mecánico periódico y programado, por lo que no opera en condiciones óptimas, de manera que aumenta la ocurrencia	El equipo, vehículos y maquinaria que se utilizan durante las diferentes etapas del proyecto recibe mantenimiento mecánico periódico y programado, en talleres autorizados, el cual se realiza con base a un programa preestablecido y se corrobora mediante una bitácora de mantenimiento, de manera que operan en condiciones óptimas, por lo que la probabilidad de la ocurrencia de emisiones fugitivas es remota. Ante la necesidad de mantenimientos de emergencia dentro del AP, se asegura disponer la unidad sobre un material impermeable como lonas o el uso de charolas que contengan el goteo de sustancias; en el

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
Actualmente (Escenario 1), la infiltración en el área es de **7,127.8178 m^3/año**. En Quintana Roo, una elevada proporción de agua residual recibe tratamiento; no obstante, una importante cantidad de agua contaminada aún se vierte al subsuelo, lagos o lagunas y zonas costeras. Conagua cuenta con una red de monitoreo que en el año 2021 constaba de 41 estaciones. Apenas del crecimiento acelerado en el estado debido a las actividades relacionadas al turismo, en general la calidad del agua del estado se mantiene en un nivel de Buena Calidad. En un escenario sin proyecto, el manto freático no sería afectado de forma inmediata, sin embargo, no es posible descartar que, en un futuro con el aumento de la mancha urbana, las condiciones de la calidad del agua puedan verse modificadas.	de emisiones fugitivas que liberan sustancias, principalmente derivados de hidrocarburos, que caen directamente sobre el suelo natural y se infiltran posteriormente hacia el manto freático, gracias a las características hidrogeológicas de la región. En caso de la necesidad de mantenimientos de emergencia, directamente en el AP, no se toman precauciones para evitar el derrame sobre el suelo natural de sustancias contaminantes que se infiltran posteriormente hacia el manto freático. Se realiza la carga de combustibles directamente en el AP, sin cuidados ni precauciones, por lo que se vierten combustibles al suelo, los cuales se infiltran posteriormente hacia el manto freático. No se realiza un manejo y disposición adecuada de los residuos, los cuales son apilados tanto en el AP como en zonas aledañas, generando lixiviados que se derrama directamente sobre el suelo natural y, posteriormente, se infiltran hacia el manto freático, contaminándolo. Los trabajadores realizan fecalismo al aire libre, pues no se cuenta con baños en los frentes de trabajo. Se producen cambios en las propiedades fisicoquímicas de agua subterránea, al verter hidrocarburos, aceites, residuos fisiológicos o etc., menguando su calidad, Dadas las necesidades del proyecto, se perforan indiscriminadamente pozos para realizar la extracción de agua que será utilizada para actividades del proceso constructivo. La remoción de vegetación se hace de manera descuidada, sin delimitar las áreas que	caso de la ocurrencia de derrames sobre suelo natural, este es recuperado, puesto en recipiente adecuado y manejado como residuo peligroso, evitando así su infiltración hacia el manto freático. Por otro lado, no se utilizan productos químicos para realizar la remoción de vegetación. Se realiza un manejo adecuado de los residuos generados, realizando su transporte fuera del AP y asegurándose de su disposición final, de manera que estos no se acumulan dentro del AP ni en zonas aledañas evitándose la formación de lixiviados que se infiltren hacia el manto freático. En los frentes de trabajo se instalan letrinas portátiles, a razón de 1 por cada 15 trabajadores, de manera que se evite el fecalismo al aire libre. Estas letrinas reciben mantenimiento periódico, el cual es realizado por un prestador de servicios autorizado, el cual se encarga también de la disposición final de las aguas grises. Se establece un programa de educación ambiental con el cual se crea conciencia entre los trabajadores que laboran en la obra para realizar una correcta disposición de los residuos, evitar el fecalismo al aire libre y la importancia del cuidado del agua; adicionalmente, se establece un reglamento interno de obra que establece sanciones pecuniarias y penales para quienes incurran en delitos ambientales, además que se realiza su estricta observancia mediante supervisión ambiental especializada constante y periódica. No se genera contaminación del suelo durante ninguna de las etapas de desarrollo del proyecto

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
	corresponden a las obras del proyecto ni realizar el desmonte de manera dirigida, de manera que se afectan áreas adicionales con vegetación, fuera de la superficie considerada para las obras que conforman el proyecto, de manera que se remueve una mayor cantidad de vegetación a la necesaria, lo cual priva a la zona de su cubierta vegetal, siendo que la ausencia de árboles disminuirá la capacidad de intercepción de la lluvia por el dosel vegetal y la posterior mediación en el proceso de infiltración, a través del escurrimiento cortical. Sin las medidas de mitigación necesarias, el proyecto podrá tener influencia potencial sobre el manto acuífero por la modificación de canales de escorrentías. Por la extensión del proyecto no se espera ningún tipo de modificación a una escala mayor, pero si una disminución de la infiltración (escenario 2): **4,507.53 m^3/año**. Siendo en la etapa de construcción donde se realiza el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por medio del derribo de vegetación del área de CUSTF (las áreas de maniobra e hincado de estructura) dentro del área del proyecto en el área sin vegetación. De tal forma, que los impactos negativos en la etapa de construcción del proyecto se realizan sobre la superficie en que se realizó el derribo de vegetación; y los impactos o efectos negativos indirectos se presentan por las excavaciones. Como ya fue mencionado, por las características propias de construcción de este proyecto, no se espera que la calidad del agua se	gracias a las medidas preventivas implementadas. Antes de realizar la remoción de vegetación se realiza la delimitación de la superficie a remover y durante los trabajos de desmonte se realiza un derribo dirigido, de manera que los árboles caigan hacia el centro del área y se evite el daño a superficies aledañas. Se utilizarán únicamente caminos de acceso existentes, de manera que no se incremente de manera innecesaria la superficie en la que se realizará remoción de vegetación ni se propicie la compactación fuera del AP. Estas medidas evitarán la remoción innecesaria de vegetación y, en algunos casos, promoverán su crecimiento, siendo que la presencia del arbolado facilita el proceso de infiltración – escurrimiento. Adicionalmente, se realiza la reforestación de una superficie de 2 ha, en donde también se colocarían aquellos ejemplares que fuesen rescatados en las superficies en las que se realizará la remoción de vegetación en el AP. Esta superficie que, en primera instancia, servirá para mitigar el efecto directo sobre el componente vegetación, permitirá la mitigación de la pérdida de infiltración que dejaría de infiltrarse con la ejecución del proyecto. Considerando lo dicho, se estima que los impactos sobre este componente serán mitigados y que no se incrementará la erosión del suelo dentro del SA, aun con la construcción del proyecto pretendido. **El manejo adecuado de los residuos, incluyendo la recuperación de suelo**

[redacted]

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
	vea alterada en el área de CUSTF o por la instalación del proyecto eléctrico motivo de estudio. Sin embargo, la presencia de maquinaria y personas, puede ser un factor de contaminación para el manto freático. **Es evidente que la principal afectación del proyecto sobre el componente será debida a la disminución de la captación de agua actual por la remoción de vegetación forestal que evita la escorrentía e intercepta el agua de lluvia. El incremento es significativo.** **La contaminación del agua por la mala disposición de residuos generados y por las emisiones fugitivas de vehículos en mal estado cobra relevancia al tratarse de una zona kárstica con flujos de agua subterránea.**	**contaminado en caso de derrames evitará la dispersión de contaminantes que pudiera tener efectos nocivos a largo plazo para la fauna y la flora de la región, además, se estima que no se mermará la calidad del acuífero, sobre todo, considerando que los proyectos de transformación y distribución de energía eléctrica no son considerados típicamente como generados de aguas residuales, además, tampoco se comprometería la infiltración del agua y se mantendría la recarga natural del acuífero, de manque que los impactos sobre este componente serán mitigados.**
Fauna		
En el SA se registró un total de 103 especies de vertebrados terrestres y voladores, los cuales están representados por 2 especies de anfibios, 5 especies de reptiles, 82 de aves y 14 de mamíferos; se contabilizaron en total 504 individuos de los grupos identificados; por su parte, en el AP se registró un total 54 especies de vertebrados terrestres y voladores, los cuales están representados por 1 especie de anfibio, 2 especies de reptiles, 42 de aves y 8 de mamíferos; se contabilizaron en total 120 individuos de los grupos identificados. Se obtuvo un índice de diversidad de H´= 4.116 para el SAR y de 3.647 para el AP (valores entre 2 y 3 se consideran normales; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos).	La implementación del Proyecto incrementará los factores de perturbación que afectan los grupos de fauna como anfibios, reptiles, mamíferos y aves que se desarrollan dentro de la superficie solicitada para el CUSTF. Si la remoción de la cubierta vegetal se ejecuta sin considerar medidas de prevención, mitigación y compensación afectará la distribución, abundancia y composición de las especies de los grupos que se desarrollan ahí. Esto generará factores de estrés sobre especies de lento desplazamiento como anfibios, reptiles, roedores y nidos de aves. Los individuos de especies generalistas o nocivas se verán favorecidos por la disponibilidad temporal de alimento y espacio provocando una disminución	Se establece un límite de velocidad de 20 km/h para la circulación de los vehículos utilizados durante las etapas del proyecto, instalando señalamientos indicándolos. Las cepas que son excavadas para la conformación de cimentaciones son tapadas con tablas u otros elementos al término de la jornada, de manera que no sea posible la caída de especies faunísticas dentro de estas, cuando esto ocurre en el transcurso de la jornada, se realiza el rescate de los individuos que son hallados en estas, los cuales son reubicadas a zonas cercanas con vegetación. Se realiza un manejo adecuado de los residuos generados, realizando su transporte fuera del AP y asegurándose de su disposición final, de

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
Además, se obtuvieron valores de Simpson 1/D= 0.9751 y de Alfa de Fisher aF= 39.17 para el SAR. Para el AP se obtuvo un valor de los índices de 1-D= 0.9624 y aF= 37.77. Esto demuestra valores más altos en el SAR respecto al AP. En el área se puede observar una distribución homogénea de las especies tanto en el SAR como en el AP, lo cual se corrobora con los altos valores de los índices de equidad (J=0.8881 para el SAR y para el AP, J=0.9142) y bajos valores en el índice de dominancia (d=0.06 para el SAR y d=0.10 para el AP). En referencia a lo mencionado previamente es importante mencionar que en las áreas de interés (AP y SA) se registraron en total 16 especies de vertebrados terrestres y voladores incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, los cuales corresponden 2 especies de reptiles, 13 aves y un mamífero; únicamente 5 especies bajo este criterio fueron registrados en el AP. No se presentaron diferencias significativas entre los valores de los índices de similitud (Jaccard= 52.42% y Morisita= 76.58%) en la composición de especies entre el SA y el AP, lo cual es indicativo, de que en condiciones actuales (sin proyecto), entre los sitios existe un reemplazo de especies de nivel medio, por lo que la variación en las especies compartidas de un sitio a otro no resulta significativa. En conclusión, la aplicación del proyecto en el área del CUSTF no afectará la diversidad de fauna del SA, puesto que la mayoría de las especies registradas en el AP, son compartidas	de las comunidades de especies autóctonas por desplazamiento y desaparición de nichos. Sin las medidas de mitigación pertinentes, se afectan zonas del SA por lo que aquellas especies de fauna que se ubican en las zonas afectadas se verán vulnerables al atropellamiento y aplastamiento debido al uso de vehículos y maquinaria durante las etapas de construcción y operación. Dentro del Área del Proyecto la permanencia de cepas abiertas fomentará la caída y/o muerte de individuos, especialmente aquellos de hábitos nocturnos y tamaño pequeño. De igual forma, la salida de los individuos de sus nichos por perturbación, al encontrar áreas sin vegetación y con ruido y vibraciones excesivas, causará la muerte de individuos por atropellamiento y/o aplastamiento. En la etapa de construcción se incrementará la cacería, captura para comercialización de especies silvestres por la presencia de personas en la zona; en las etapas de construcción y operación se incrementará la captura y apropiación de individuos por parte de los trabajadores si no se tiene un reglamento o pláticas de concientización hacia el personal laboral. Para el caso del SA, no se considera cambio alguno debido a las dimensiones del proyecto.	manera que estos no se acumulan dentro del AP ni en zonas aledañas evitándose la proliferación fauna nociva, de especies que puedan competir con la fauna silvestre o, incluso, depredarla. Antes de realizar la remoción de vegetación, se realizan acciones de ahuyentamiento con bocinas para alejar a los individuos hacia otras zonas, evitando su permanencia en el AP, de manera que no queden expuestos a daño por aplastamiento. De manera complementaria, se realizan acciones de rescate de flora y fauna de individuos de fauna que, por sus características como movimiento lento, poca movilidad o tamaño pequeño, no hayan podido abandonar la zona de los trabajos. Por otro lado, de manera previa a la remoción de vegetación, se realiza la delimitación de las superficies a remover y durante los trabajos de desmonte se realiza un derribo dirigido, de manera que los árboles caigan hacia el centro del área y se evite el daño a superficies aledañas y el aplastamiento de individuos de fauna. Adicionalmente, se realizarán acciones de reforestación, siendo que esta superficie representará una nueva fuente de recursos para las especies de fauna. Se establece un programa de educación ambiental con el cual se crea conciencia entre los trabajadores que laboran en la obra respecto a la importancia de la conservación de la fauna, adicionalmente, se instalan letreros alusivos a su cuidado y se establece un reglamento interno de obra que establece sanciones pecuniarias y penales para quienes incurran en delitos

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
con el SA y que existe un movimiento de las especies entre áreas.		ambientales, además que se realiza su estricta observancia mediante supervisión ambiental especializada constante y periódica. **Con las acciones descritas se mitiga la afectación ocasionada de manera directa e indirecta sobre el componente fauna, además que se evita la pérdida de especies faunísticas ecológicamente importantes, como aquellas incluidas dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059- SEMARNAT-2010 y la modificación de su anexo normativo III.** **Considerando lo dicho, se estima que los impactos sobre este componente serán mitigados, que no se ocasionará la pérdida de especies faunísticas y se mantendrá la continuidad de sus poblaciones, manteniendo la calidad de su hábitat.**
Flora		
La composición florística de la VSA/SMQ en el área de estudio (AP-SA) se constituye de 121 especies, 96 géneros y 43 familias, siendo la la familia Fabaceae la de mayor riqueza con 13 especies, seguida de la Rubiacaes (6), la Polygonaceae (6) y las familias Euphorbiaxeae, Myrtaceae, Nyctaginaceae con 5 especies.	En la etapa de construcción, la eliminación de la vegetación en el AP y áreas adicionales, la apertura de caminos y el desmonte de áreas que no sean necesarias para la implementación del Proyecto, generará procesos de fragmentación a nivel del SA y AP, repercutiendo en factores ligados como microclimas, erosión del suelo y disminución de la biodiversidad de flora y fauna.	Antes de realizar la remoción de vegetación se realiza la delimitación de la superficie por remover y, durante los trabajos de desmonte, se realiza un derribo dirigido, de manera que los árboles caigan hacia el centro del área y se evite el daño a superficies aledañas y, particularmente a los individuos arbóreos y arbustivos. En el área en la que se ubicará el

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
Para el AP se registraron 91 especies de 73 géneros y 35 familias con un total de 611 individuos contabilizados; Se reporta dos especies listadas como Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación de su Anexo Normativo III: *Thrinax radiata yBeaucarnea pliabilis*. Entre las familias mejor representadas por número de especies destacan la Fabaceae (37.14%), Polygonaceae (17.14%), y Nyctaginaceae con el 14.28%. Las especies más abundantes fueron *Gymnopodium floribundum* (63 individuos), Manilkara zapota (45 individuos), *Dyospyros tetrasperma* (36 individuos) y *Nectandra salicifolia* (35 individuos). Para el SA se reportaron 89 especies de 76 géneros y 38 familias con un total de 1128 individuos contabilizados; solo dos especies se encuentran listadas como Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo 2019, *Trynax radiata* y *Spondias radkoferi*. Entre las familias mejor representadas por número de especies destacan la Fabaceae (27.81%) y Euphoribiaceae, Myrtaceae y Polygonaceae con 13.15%. Las especies más abundantes fueron: *Nectandra salicufolia* (143 ind.); *Manikara zapota* (104 ind.); *Casearia corymbosa* (89 ind.) y *Callophyllum brasiliensis* (82 ind.). La diversidad alfa (riqueza específica) en el SA fue de 91 especies de 1128 registros, con una diversidad de H' 3.76 basado en la riqueza de especies; en el AP se registró un total de 88 especies de 611 individuos con una diversidad	En la etapa de puesta en servicio y operación del proyecto, se generan áreas desprovistas de vegetación, por el uso inadecuado de espacios para maniobras y estacionamientos, provocando una disminución de áreas con vegetación primaria o en buen estado de conservación, incrementando áreas desprovistas de vegetación o áreas con dominancia de vegetación secundaria lo que incluye especies invasoras. El uso de maquinaria pesada para la remoción de vegetación incrementará la pérdida del suelo por contaminación, erosión y la eliminación de los estratos, arbóreo, arbustivo y herbáceo. **Las acciones descritas repercuten en disminución excesiva e innecesaria de la cobertura vegetal y modifican la estructura y composición de la vegetación, además de que se disminuye la diversidad de especies florísticas, incluyendo a aquellas incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación de su anexo normativo III.** **La pérdida de vegetación repercute, a su vez, en la disminución de los servicios ambientales que ésta presta.** **Los trabajadores que laboran en las actividades del proyecto realizan la extracción de especies de flora silvestre. Se ocasiona la pérdida de especies florísticas en el SA, lo cual compromete su continuidad, incluyendo a aquellas bajo alguna categoría de riesgo y de importancia ecológica**.	proyecto se realizará la recuperación de la tierra fértil, la cual será dispersada en áreas aledañas que se observen casi desprovistas de vegetación, de manera que se fomente la revegetación natural en ella. Se utilizarán únicamente caminos de acceso existentes, de manera que no se incremente de manera innecesaria la superficie en la que se realizará remoción de vegetación. Estas medidas evitarán la remoción innecesaria de vegetación y, en algunos casos, promoverán su crecimiento. Adicionalmente, se realizan acciones de reforestación siendo que en la superficie en la que se realicen se colocarán aquellos ejemplares que fuesen rescatados en las superficies en las que se realizará la remoción de vegetación en el AP. Con esto se mitiga directamente la afectación ocasionada por la remoción de vegetación, además que se evita la pérdida de especies vegetales ecológicamente importantes, como aquellas incluidas dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059- SEMARNAT-2010 y la modificación de su anexo normativo III. Se establece un programa de educación ambiental con el cual se crea conciencia entre los trabajadores que laboran en la obra respecto a la importancia de la conservación de la flora; adicionalmente, se establece un reglamento interno de obra que establece sanciones pecuniarias y penales para quienes incurran en delitos ambientales, además que se realiza su

[redacted]

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
de H' 3.6. Para ambas zonas se considera una diversidad Alta, al presentar valores superiores a 3. **Zona / Riqueza / Abundancia / Índices de Diversidad (αF, H', -D, J)** AP: 88 / 611 / 28.19 / 3.76 / 26.61 / 0.84 SA: 91 / 1,128 / 23.34 / 3.6 / 20.65 / 0.80 En cuanto a los índices de alfa de Fisher y de Simpson, se obtuvieron valores más altos para el AP (af = 28 y -D = 26.61) respecto al SA (aF = 23.34 y -D = 20.65). En cuento al índice de Pielou (J), se puede observar que tanto en el AP como en el SAR los valores se presentan en 0.84 y 0.80, lo cual es indicativo de que en ambas comunidades las poblaciones de sus especies se distribuyen de forma ligeramente heterogénea al haber presencia de pocas especies dominantes. Se registró a tres especies en la categoría de riesgo de Amenazada (A), en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización de su Anexo Normativo 2019: *Spondias radlkoferi*, *Thrinax radiata* y *Beaucarnea pliabilis*. Se reportó la presencia de 24 especies bajo algún grado de Endemismo. **Especie / Distribución / AP / SA** *Carlowrightia yucatanensis* / PY / 2 / 0 *Justicia cobensis* / PBPY / 1 / 5 *Justicia lundelli* / PY / 4 / 13 *Cascabela gaumeri* / PY / 4 / 3 *Plumeria obtusa* / PY / 9 / 6 *Thrinax radiata* / PY / 14 / 30 *Diospyros tetrasperma* / PY / 36 / 59	**La pérdida de vegetación repercute, a su vez, en la disminución de los servicios ambientales que ésta presta.** **Los trabajadores que laboran en las actividades del proyecto realizan la extracción de especies de flora silvestre.** **Se ocasiona la pérdida de especies florísticas en el SA, lo cual compromete su continuidad, incluyendo a aquellas bajo alguna categoría de riesgo y de importancia ecológica.**	estricta observancia mediante supervisión ambiental especializada constante y periódica. **Considerando lo dicho, se estima que los impactos sobre este componente serán mitigados y que no se ocasionará la pérdida de especies florísticas y se mantendrá la continuidad de las poblaciones de flora, su estructura, composición y función a largo plazo, incluyendo a aquellas especies bajo alguna categoría de riesgo y de importancia ecológica.**

[redacted]

<table>
<tr><th>Escenario 1: Sin proyecto</th><th>Escenario 2: Con Proyecto</th><th>Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación</th></tr>
<tr><td>
<table>
<tr><td>Croton icche</td><td>PY</td><td>0</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Bauhinia jenningsii</td><td>PY</td><td>2</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Coulteria cubensis</td><td>PY</td><td>0</td><td>7</td></tr>
<tr><td>Diphysa yucatanensis</td><td>PBPY</td><td>0</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Platymiscium yucatanum</td><td>PBPY</td><td>13</td><td>25</td></tr>
<tr><td>Byrsonima bucidifolia</td><td>PBPY</td><td>0</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Ceiba schottii</td><td>PY</td><td>23</td><td>16</td></tr>
<tr><td>Ottoschulzia pallida</td><td>PY</td><td>20</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Beaucarnea pliabilis</td><td>PY</td><td>14</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Rhyncholaelia digbyana var. digbyana</td><td>PY</td><td>3</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Coccoloba spicata</td><td>PY</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Neomillspaughia emarginata</td><td>PBPY</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>Randia longiloba</td><td>PBPY</td><td>1</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Stenostomum lucidum</td><td>PY</td><td>0</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Serjania yucatanensis</td><td>PBPY</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Sideroxylon americanum</td><td>PY</td><td>2</td><td>0</td></tr>
</table>
PY = Endémica de la Península de Yucatán; PBPY = Endémica de la Provincia Biótica Península de Yucatán.

El valor del índice de similitud de Jaccard (Jij) entre ambas zonas de estudio fue del 48.76% (Jij= 0.48) en la composición de la comunidad florística entre el SA y el AP. Este resultado indica que en los sitios existe reemplazo de especies; sin embargo, dada la composición de la comunidad de ambos sitios se pueden considerar que ambas muestran presentan un porcentaje de similitud medio.
</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Paisaje</td></tr>
<tr><td>El sitio propuesto para la construcción del Proyecto presenta una Calidad Paisajística Baja, debido en gran medida a la evidente perturbación del paisaje por la presencia de infraestructura de servicios y actividades turísticas, por lo tanto, presentan una mediana capacidad de absorción visual. En caso de no realizarse el Proyecto el paisaje no sería alterado</td><td>El SA, es un área que ya se encuentra influido por una diversidad de actividades humanas entre las que destaca la presencia de infraestructura, caminos de acceso y actividades turísticas. Para el AP se espera una exposición directa de la infraestructura eléctrica debido a la inadecuada remoción del estrato arbóreo y arbustivo que puedan actuar como barrera verde si no se</td><td>Se realiza un manejo adecuado de los residuos generados, realizando su transporte fuera del AP y asegurándose de su disposición final, de manera que estos no se acumulan dentro del AP ni en zonas aledañas, evitándose la disminución de la calidad paisajística.
Antes de realizar la remoción de vegetación se realiza la delimitación de la superficie por</td></tr>
</table>

Escenario 1: Sin proyecto	Escenario 2: Con Proyecto	Escenario 3: Con Proyecto y con medidas de mitigación
de forma inmediata. Sin embargo, no es posible descartar que, en un futuro con el aumento de la mancha urbana, la vegetación de la zona pueda ser modificada, sobre todo, considerando la vocación turística de la zona.	aplican las medidas de mitigación necesarias. En las etapas de construcción y operación, el paisaje estará dominado por elementos como maquinaria, vehículos, personal, materiales, nubes de polvo, humo y posible acumulación de residuos. La implementación del Proyecto **resultó evaluada con una significancia Alta a moderada** de acuerdo con la metodología aplicada al no existir una medida para mitigar el componente.	remover y, durante los trabajos de desmonte, se realiza un derribo dirigido, de manera que los árboles caigan hacia el centro del área y se evite el daño a superficies aledañas. Se aplicará colores de pintura neutros y acabados que no resulten reflectantes a los componentes de las instalaciones (en lo que puedan aplicarse), lo cual reducirá la perceptibilidad de la instalación al no tener tonos conspicuos o superficies que puedan generar brillos debido a la refracción. La instalación, una vez en operación, no será apreciable desde la carretera, pues el acceso hacia el predio está flaqueando por vegetación de selva mediana perennifolia. no se apreciarán estructuras en este tramo. En general el paisaje en el SA puede catalogarse como un escenario de calidad media, debido al crecimiento de complejos turísticos y zonas residenciales, así como vías de comunicación y transporte. **Si bien el impacto sobre el paisaje no puede evitarse totalmente y permanecerá a lo largo de la vida útil de la instalación, su ubicación permite minimizar su efecto disruptivo, al no ser perceptible desde los principales puntos de observación.**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Ambiental.

Tabla 2. Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación por componente ambiental.

No.	Medidas	Componente					
		Aire	Suelo	Hidrología	Flora	Fauna	Paisaje
1	Mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, maquinaria y herramienta.	X	X	X			
2	Realización de riegos periódicos en frentes de trabajo.	X					
3	Tapado de camiones de transporte de materiales pétreos.	X					
4	Manejo integral de residuos.	X	X	X		X	X
5	Instalación de letrinas portátiles.			X			
6	Adquisición de pipas de agua (de fuentes autorizadas).			X			
7	Utilización de colores neutros y acabados no reflectantes en instalaciones					X	X
8	Delimitación de las áreas sujetas a derribo y despalme.	X	X	X	X	X	X
9	Derribo dirigido de vegetación de forma paulatina	X	X	X	X	X	X
10	Recuperación de tierra fértil y revegetación natural.		X	X	X		
11	Utilización de caminos de acceso, brechas y derechos de vía para el acceso a las áreas de trabajo.			X	X	X	
12	Rescate y reubicación de fauna silvestre.					X	
13	Ahuyentamiento de especies de especies faunísticas.					X	
14	Establecimiento de límite de velocidad (20 km/h) para circulación de vehículos y maquinaria.					X	
15	Tapado de cepas.					X	
16	Colocación de letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.					X	
17	Rescate y reubicación de flora silvestre.	X	X	X	X	X	X
18	Reforestación con especies de la región.	X	X	X	X	X	X
19	Impartición de pláticas de concienciación sobre temas ambientales (importancia del cuidado de la flora y la fauna, disposición adecuada de residuos, etc.).	X	X	X	X	X	
20	Implementación del reglamento interno	X	X	X	X	X	
21	Supervisión ambiental.	X	X	X	X	X	X

Con base a esta identificación, se definieron **6 líneas estratégicas**:

- Evitar el deterioro en la calidad del aire y mitigar la emisión y liberación de gases de efecto invernadero a la atmósfera.
- Evitar la contaminación del suelo y mitigar su erosión.
- Evitar el deterioro en la calidad del agua y mitigar la disminución en su captación
- Mantener la diversidad florística de los ecosistemas afectados.
- Mantener la diversidad faunística de los ecosistemas afectados.
- Minimizar la afectación paisajística en la medida de lo posible.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

depauperado y que la afectación a la vegetación será puntual, además de la existencia de otras obras de infraestructura en la zona, tendría un efecto acumulativo, puede decirse que la infraestructura a instalar sumará en cuanto al número de impactos, más no en el incremento en su magnitud.

VIII.1.4. Pronostico ambiental

Cuando la construcción de la **SAE Chemuyil** haya concluido, las medidas de mitigación, y prevención comenzarán a dar resultados. Se espera recuperar el equilibrio para evitar que las tasas de erosión hídrica y eólica que actualmente se dan, no se incrementen. Las medidas que se aplicarán para evitar la contaminación del agua que se infiltra redituarán en la calidad de este recurso y las consideradas en los procesos constructivos; en su cantidad de infiltración, se contemplan medidas de compensación, para los elementos que indiscutiblemente se verán influenciados por el Proyecto como el paisaje y el socioeconómico. Así mismo, se considera la dinámica ambiental del área del proyecto, la resiliencia, que es la capacidad natural del ambiente que le permite retornar a las condiciones iniciales tras haber sufrido una perturbación, un ecosistema se considera degradado cuando ha perdido esta cualidad.

Con la implementación del Proyecto, disminuirá la cubierta vegetal puntualmente, siendo este un impacto que permanecerá durante todo el tiempo de vida útil de la instalación. La vegetación removida será retirada y dispuesta en un sitio autorizado (se consultará a la autoridad municipal sobre la disponibilidad de estos) o en su caso, se triturará para posterior incorporación de la materia orgánica como mejorador de suelo dentro de las áreas libres de construcción del Proyecto.

Durante la construcción, posiblemente se provocará que las especies pequeñas y de lento desplazamiento, que estén presentes en el área de interés, queden expuestas a depredadores y pierdan sus lugares de refugio, como madrigueras. Por tanto, previo a dichas actividades se buscará remover y ahuyentar a la fauna presente en el sitio durante la eliminación del estrato vegetativo, con especial atención sobre los taxones con poca movilidad. Durante la realización del trabajo de campo de la línea base biótica, se identificaron algunas especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación de su anexo normativo III (únicamente **dos especies** en el AP), por lo que se llevarán a cabo actividades de rescate y reubicación pertinentes tanto de manera previa a la etapa de construcción, como durante su

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

por el proyecto.

Además, como medida de mitigación se realizará un programa de reforestación que permita compensar la cantidad de suelo que se pudiera erosionar durante la etapa de construcción. Debido a que se podría modificar puntualmente y de manera temporal los patrones de escorrentía, las medidas de mitigación antes mencionadas permitirán mitigar y compensar este proceso. Aunado a esto, se realizará la correspondiente aportación al Fondo Forestal Mexicano para compensar esta acción, de acuerdo con lo que SEMARNAT establezca por el CUSTF.

Durante la etapa de construcción se generarán emisiones atmosféricas, debido al consumo de combustibles fósiles por las fuentes móviles y maquinaria pesada. Así mismo, se generará dispersión de polvo y emisiones de ruido asociados a dicha maquinaria y a los vehículos requeridos para la instalación y el desarrollo de las obras. Para mitigar el impacto por ruido, se utilizarán maquinaria y vehículos en buen estado y se someterán a un programa de mantenimiento periódico. Durante la etapa de operación, las emisiones estarán relacionadas únicamente con los vehículos que transportarán al personal durante las actividades de mantenimiento, las cuales ocurrirán de manera esporádica.

La operación del proyecto **no** implica la generación de un gran volumen de residuos peligrosos o tóxicos que dañen el ambiente, por lo que se espera generar un volumen muy reducido de estos durante las etapas de construcción y operación. Se regulará la generación de residuos sólidos producidos durante la etapa de construcción, almacenándolos en lugares confinados que eviten su dispersión. Así mismo, se realizará el manejo adecuado del combustible (diésel) dentro de una zona especialmente diseñada para ello (superficie impermeable, dique de contención y conexión a tierra), con el objetivo de evitar derrames que se infiltren en el suelo. Los residuos sólidos domésticos serán acumulados en bolsas plásticas para evitar que sean dispersados, y almacenados en un contenedor hasta su trasportación y disposición por una empresa autorizada subcontratada, que se encargará principalmente de la disposición de residuos generados en el área del comedor. El mantenimiento, retiro y manejo de los desechos generados por los servicios sanitarios durante la etapa de construcción será realizado por una empresa que cuenta con autorizaciones sanitarias para esos fines.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

permanentes como en el caso del paisaje el cual, si bien, permanecerá durante la etapa de operación del Proyecto será poco perceptible desde los principales puntos de observación, sin embargo, se considera un impacto residual al no poder ser eliminado del todo.

Durante la etapa de construcción, habrá creación de empleos sin que se llegue a modificar el patrón de crecimiento de tal forma que se altere la estructura actual de la población ya que la mayor parte de la mano de obra será local; no causará desabasto ya que el consumo de energía, agua y suministros está asegurado por los proveedores. La implementación del proyecto además coadyuvará a cubrir la demanda de requerimientos energéticos de la zona, sobre todo, durante temporadas de alta demanda o condiciones de emergencia, cuando la CFE, empresa encargada de la provisión del servicio público de energía eléctrica, se ve rebasada.

Considerando los tres escenarios anteriormente planteados y analizados, es procedente mencionar que independientemente del desarrollo del proyecto, el estado de Quintana Roo presenta una tendencia al cambio de uso del suelo por diversas actividades; principalmente agrícola y pecuario, sin considerar las propiedades y características de los suelos; trayendo consigo un manejo inadecuado de dicho factor, la contaminación del mismo por el uso excesivo de agroquímicos; así como, la pérdida continua de vegetación por cambio de uso de suelo para la creación de caminos, terracerías y/o brechas que ocasionan el saqueo de especies forestales y faunísticas, la fragmentación y reducción del hábitat de diversas especies faunísticas silvestres, generando con ello la modificación en la distribución y abundancia de especies, la sobreexplotación y contaminación del recurso hídrico por actividades productivas en la región, al no implementar de manera adecuada medidas que frenen o minimicen dichas actividades, adicional a ello, el incremento de concentración de contaminantes por el empleo de vehículos automotores.

Por lo anterior, se considera que el proyecto resulta viable de implementarse apegándose al cumplimiento de la normatividad vigente e implementando las medidas de mitigación propuestas en el documento.

VIII.1.5. Evaluación de alternativas

El proyecto **SAE Chemuyil**, con pretendida ubicación en el municipio de Tulum en el estado de Quintana Roo, corresponde a una obra del sector terciario, específicamente corresponde a un sistema de almacenamiento de energía en sitio (BESS) con

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

proporcionar flexibilidad operativa al sistema eléctrico local, apoyar la integración de fuentes renovables y mejorar la calidad y continuidad del suministro eléctrico.

El área propuesta para la realización del proyecto cuenta con las características necesarias que la vuelven un terreno apropiado para el nuevo uso; con base en los siguientes criterios:

1. La ubicación del proyecto permite su conexión con la infraestructura de la CFE existente y en operación.
2. La ubicación del proyecto es congruente con el punto de salida y trazo proyectado con respecto a las instalaciones eléctricas más cercanas, de donde se aprovisionará para realizar el almacenamiento de energía eléctrica.
3. Los predios en donde se ubica el proyecto cuentan con la documentación legal necesaria para los diferentes trámites necesarios en las gestiones ambientales y de construcción.
4. Considerando la naturaleza del proyecto, las vinculaciones realizadas con respecto a los programas de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, la ubicación con respecto a las Áreas Naturales Protegidas, Regiones Terrestres Prioritarias, Áreas de Importancia para la Conservación de Aves, Regiones Hidrológicas Prioritarias, sitios RAMSAR, así como a los Planes de Desarrollo Urbano; se consideró que la presente alternativa es congruente con el marco regulatorio vigente y no impide o interviene con la ejecución.
5. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el tipo de vegetación presente en el área del proyecto se distribuye ampliamente en la región, por lo que considerando que se realizarán actividades de rescate y reubicación de las especies más representativas, así como actividades de reforestación; el desarrollo del proyecto en el sitio seleccionado no afectará a la vegetación.

Por lo anterior descrito, de manera general, para el presente proyecto no se consideraron diferentes alternativas, ya que de acuerdo con el análisis previo se definió como la única y mejor opción.

VIII.1.6. Conclusiones

El Proyecto **SAE Chemuyil**, se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA, en términos de los efectos de las actividades contempladas para su realización, no

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

del sitio incrementarán de manera temporal la emisión de contaminantes atmosféricos en el área, se tendrá una generación de residuos sólidos urbanos, manejo especial y eventualmente de residuos peligrosos atípica en la zona. Ninguno de estos impactos ha sido catalogado como relevante e irreparable, por lo que se aplicarán las medidas de mitigación propuestas para asegurar que no se provoque un desequilibrio ecológico.

Los principales impactos ambientales del proyecto se producirán sobre la vegetación forestal, por la remoción parcial para el desarrollo de la infraestructura planteada. Sin embargo, el nivel de impacto calculado se considera bajo, por lo que no se afecta la permanencia de los ecosistemas, ni su integridad. Del mismo modo, las especies que serán removidas no comprometen sus poblaciones ya sus áreas de distribución son mayores que el AP en el propio SA y el resto del estado de Quintana Roo; además, de que los individuos no sufrirán una pérdida neta, pues a través de los Programas propuestos para rescate y reubicación de Flora y Fauna se garantiza que sus poblaciones se conservarán. El impacto sobre la fauna se dará con el despalme y pérdida de hábitat, ahuyentamiento y presencia humana. Esto podrá ser recuperado y mitigable, especialmente en la medida de que las áreas afectadas sean restituidas conforme los Programas propuestos, así también por la regeneración de la vegetación que será permitido principalmente en el área de tocones.

Las interacciones de los impactos ambientales del proyecto, con los componentes y procesos ambientales, identificaron potenciales impactos ambientales, y evaluando su significancia resultando sobre los impactos calculados se concluye que no limitan la implementación del Proyecto, lo anterior con base en los instrumentos de planeación y normatividad Federal, Estatal y Municipal vigentes; asimismo no se generarán desequilibrios ecológicos que comprometan la estructura y función de los ecosistemas presentes en el predio y el SA.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B REGIONAL.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (SAE) CHEMUYIL

CAPÍTULO IX

ABRIL 2026

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 1

IX.1. Presentación de la información. 1

IX.1.1. Cartografía. 1

IX.1.2. Fotografías. 1

IX.1.3. Videos. 1

IX.2. Otros Anexos 1

IX.2.1. Documentos legales. 3

IX.2.2. Memorias de cálculo 3

IX.2.3. Glosario de términos 3

IX.2.1. Memorias de cálculo 9

IX.2.1.1. Erosión hídrica 9

IX.2.1.1.1. Factor R= Erosividad de la lluvia. 10

IX.2.1.1.2. Factor K = Erosibilidad del suelo (ton/ha). 13

IX.2.1.1.3. Factor L = Factor de longitud de la pendiente (adimensional). 17

IX.2.1.1.4. Factor C = Factor de cubierta vegetal (adimensional). 21

IX.2.1.1.5. Factor de prácticas de conservación (P). 24

IX.2.1.1.6. Cálculo de las Tasas de erosión en los diferentes escenarios en el SA y AP. 24

IX.2.1.1. Erosión eólica. 25

IX.2.1.1.1. Estimación del índice de Agresividad del Viento. 26

IX.2.1.1.2. Estimación del índice de Textura Edáfica y Fase Física. 26

IX.2.1.1.3. Estimación del índice de Textura Edáfica y Fase Física. 27

IX.2.1.2. Balance hídrico 28

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

IX.1. Presentación de la información.

IX.1.1. Cartografía.

Los mapas y planos realizados para el presente proyecto se presentan en cada uno de los capítulos, así como en el Anexo de cada uno. El análisis de información se hizo a través de la sobreposición de capas por medio del programa ArcMap 10.8.

IX.1.2. Fotografías.

Las imágenes tomadas en campo, consideradas como relevantes al fortalecer la descripción y/o análisis de un proceso o actividad, se encuentran en sus respectivos apartados y/o Capítulos, de igual forma y con el fin de enriquecer el documento se realiza un Anexo fotográfico de flora y fauna.

IX.1.3. Videos.

NO se incluyen videos.

IX.2. Otros Anexos

A continuación, se presentan los Anexos que son incluidos en cada Capítulo del presente estudio, así como los contenidos de cada uno.

Capítulo	Nombre Archivo	Descripción
1	– Documentación legal.	– Documentación legal que demuestra el derecho para realizar el CUSTF pretendido.
	– Registro forestal.	– Inscripción ante la CONAFOR del prestador de servicios técnicos forestales encargado de la validación del estudio.
2	Coordenadas Chemuyil.xls	– Se presentan las coordenadas en formato Excel del SAE Kantenah
2	Volumen SAE Chemuyil.xlsx	– Cálculo de volúmenes forestales de la superficie de CUSTF.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

	Muestreo AP SAE Chemuyil.xlsx	– Coordenadas de los sitios de muestreo de vegetación realizados en el Área del Proyecto
3	N/A	N/A
4	ErosiónHídrica_CUSTF.xlsx	– Memoria de cálculo la erosión hídrica presente en el Área del Proyecto, utilizando la Ecuación Universal de Perdida de Suelo (EUPS)
	ErosiónHídrica_SA.xlsx	– Memoria de cálculo la erosión hídrica presente en el SA, utilizando la Ecuación Universal de Perdida de Suelo (EUPS)
	Erosión Eólica_CUSTF.xlsx	– Memoria de cálculo la erosión eólica presente en el área de CUSTF.
	Erosión Eólica_SA.xlsx	– Memoria de cálculo la erosión eólica presente en el SA.
	Infiltración_SA.xls	– Memoria de cálculo la infiltración presente en el área de CUSTF.
	Infiltración_CUSTF.xls	– Memoria de cálculo la infiltración presente en el SA.
	BDts SAE Chemuyil.xlsx	– Gráfica de curva de rarefacción.
		– Listado de especies
		– Cálculo de diversidad y riqueza de flora.
		– Índice de Valor de Importancia
	Fauna SAE Chemuyil.xlsx	– Cálculo de diversidad y riqueza de fauna.
	Anexo Fotográfico Fauna SAE Chemuyil.docx	– Se realiza una descripción de la realización de las actividades desarrolladas durante los muestreos de fauna realizados para el proyecto.
5	Sumatoria Impactos SAE Chemuyil.xlsx	– Cálculo de impactos ambientales de las interacciones identificadas.
6	*Cálculo Captura Carbono SAE Chemuyil.xlsx*	– Memoria de cálculo de la captura de carbono en el área de CUSTF.
7	Programa de Vigilancia Ambiental	– Documento que tiene como finalidad verificar el cumplimiento de cada una de las medidas de prevención y de mitigación propuestas para el proyecto
		– ANEXO 1: Cronograma de Actividades
7	Programa de Vigilancia Ambiental	– ANEXO 2: Programa de rescate y reubicación de flora silvestre y de reforestación.
		– ANEXO 3: Programa de rescate, reubicación y preservación de fauna silvestre.
		– ANEXO 4: Programa de conservación de suelos.
		– ANEXO 5: Plan de respuesta a derrames.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

8	N/A	N/A
9	N/A	N/A

IX.2.1. Documentos legales.

Se anexa al presente estudio, la documentación legal correspondiente que respalda la tenencia de la tierra de dichos predios.

IX.2.2. Memorias de cálculo

Dicha información se presenta como anexo, donde se realiza análisis de la información obtenida durante los muestreos de flora y fauna, mientras que la explicación de dichos modelos matemáticos se desarrolla en los respectivos capítulos del DTU Modalidad B "Regional". Así mismo se presenta como anexo la metodología para determinación de los escenarios de infiltración y erosión.

IX.2.3. Glosario de términos

Área agropecuaria: Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.

Área de influencia: Espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que altera algún elemento ambiental.

Área de maniobras: Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.

Área rural: Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.

Área urbana: Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

Áreas naturales protegidas: Las zonas del deterioro nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que quieren ser preservadas y restauradas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Brecha de maniobras y patrullaje: Franja de terreno ubicada sobre el eje central del derecho de vía a lo largo de la trayectoria de la línea de transmisión o subtransmisión eléctrica, que se utiliza para transportar al personal, los materiales y el equipo necesarios para los trabajos de construcción y para la vigilancia y mantenimiento de la línea durante su operación.

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.

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición u condición natural.

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.

Derecho de vía: Es la franja de terreno que se ubica a lo largo de cada línea aérea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y el desplazamiento lateral de la flecha y con la tensión eléctrica de operación.

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.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempos determinados.

Educación ambiental: Proceso de formación dirigido a toda sociedad, tanto en el ámbito escolar como en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente.

Emisión: Liberación al ambiente de toda sustancia, en cualquiera de sus estados físicos, o cualquier tipo de energía, proveniente de una fuente.

Entorno: Es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

Escenario: Descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente con varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que este se vuelva abrumador e inmanejable.

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.

Evaluación ambiental: Predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

Fauna silvestre: Las especies animales que persisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

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.

- La tasa de renovación de los recursos naturales.
- La tasa de compatibilidad regional o de aceptación.
- La tasa de asimilación de contaminantes.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto ambiental: Modificación del medio ambiente ocasionado por la acción del hombre.

Impactos acumulativos: Efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generan otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente lo están generando.

Impactos indirectos: Variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo.

Impactos potenciales: Posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.

Impactos residuales: Impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impactos sinérgicos: Aquel que se produce cuando el efecto continúo de la presencia simultánea de varias acciones supone la incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas 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.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Indicador: Los indicadores son parámetros, o algunos valores derivados de los parámetros que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

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.

Línea de transmisión: Es aquella que conduce la energía eléctrica con tensiones de 161 (ciento sesenta y uno) kV o mayores.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de compensación: Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

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 causará 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 de impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso de suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y sus potencialidades de aprovechamiento.

Recurso natural: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo. Utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

infecciosas, presenten un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

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.

Sistema ambiental: Es la 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.

Vegetación natural: Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por la obra de infraestructura eléctrica y asociada.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

A continuación, se presenta de forma general los factores involucrados en el proceso de erosión y su progreso basados en la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (EUPS), desarrollada por Wischmeier y Smith, 1978. Con esto se pretende conocer el estado actual del suelo en el área del SA y del proyecto (AP) en cuanto a degradación erosiva se refiere, con el fin de tener una mayor perspectiva sobre los impactos ambientales que pudieran generarse con la realización del proyecto sobre el componente suelo.

Ecuación universal de pérdida de suelo:

$$E=R*K*L*S*C*P$$

Donde:

E = Pérdida de suelo (ton/ha/año).

R = Erosividad de la lluvia (Mj mm/ha hr año).

K = Erosionabilidad del suelo (ton/hr/Mj mm).

L = Factor por longitud de pendiente (adimensional).

S = Factor por grado de pendiente (adimensional).

C = Factor por cubierta vegetal (adimensional).

P = Factor por prácticas de manejo (adimensional).

La pérdida de suelo se conoce como tasa de erosión, la tasa de erosión es un coeficiente que expresa la relación entre la cantidad y la frecuencia de los procesos erosivos. Los resultados de la tasa de erosión se clasificaron en grupos o niveles de erosión compuestos por rangos de toneladas por hectárea al año.

Cada uno de los valores de la EUPS se calculó de acuerdo con las características del área de estudio (SAR y AP). Esto se llevó a cabo con el apoyo de capas de información geográfica del INEGI escala 1:250,000 a excepción del Modelo Digital de Elevación (MDE) el cual es escala 1:10,000 (ver tabla siguiente).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Precipitación (Estación meteorológica)	R
Tipos de suelo (Carta Edafológica. Escala 1:250,000)	K
Modelo Digital de Elevaciones (Escala 1:10,000)	L, S
Uso del suelo y vegetación (Carta de Uso de Suelo y Vegetación Seria VII. Escala 1:250,000. Delimitación del tipo de vegetación en campo)	C

A continuación, se define cada uno de los factores, así como sus valores determinados para el Sistema Ambiental Regional (SA), y en este caso, adaptados para el área forestal del proyecto. La memoria de cálculo se encuentra en los anexos del capítulo 4, en la carpeta de servicios ambientales (**ErosiónHídrica_CUSTF.xlsx** y **ErosiónHídrica_SA.xlsx**).

IX.2.1.1.1. Factor R= Erosividad de la lluvia.

La erosividad de la lluvia se refiere a la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas del suelo. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y de transportar las partículas del suelo, Wischmmeier y Smith (1965) originalmente describieron la siguiente ecuación para estimar la erosividad de la lluvia (Factor R):

$$R = \sum_{j=1}^{n} (EI_{30})$$

Donde:

R = Erosividad de la lluvia.

n = Número de eventos durante el año.

EI30 = Índice de erosividad de la lluvia por evento.

$$EI_{30} = (E)(I_{30})$$

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

E = Energía cinética de la lluvia (MJ/Ha).

I30 = Intensidad máxima en 30 minutos continuos de lluvia (mm/hr).

Sin embargo, en los últimos años la utilización de este cálculo ha sido discutida y adaptada para diversas condiciones. Cortés (1991), propone catorce modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual para estimar el valor de R de la EUPS (ver siguiente tabla).

Tabla IX.2. Ecuaciones de erosividad de la lluvia en las regiones de México

Región	Ecuaciones	R^2
1	Y= 1.20785x + 0.002276x2	0.92
2	Y= 3.45552x + 0.006470x	0.93
3	Y=3.67516x - 0.001720x2	0.94
4	Y=2.89594x + 0.002983x2	0.92
5	Y=3.48801x - 0.000188x2	0.94
6	Y=6.68471x + 0.001680x2	0.90
7	Y=-0.03338x + 0.006661x2	0.98
8	Y=1.99671x +0.003270x2	0.98
9	Y=7.04579x - 0.002096x2	0.97
10	Y=6.8375x + 0.000442x2	0.95
11	Y=3.77448x + 0.004540x2	0.98
12	Y=2.46190x + 0.006067x2	0.96
13	Y=10.74273x - 0.001008x2	0.97
14	Y=1.50046x +0.002640x2	0.95

Para el caso del área del proyecto y el SA, de acuerdo con la ubicación corresponde a la región 11 (Ver siguiente figura).

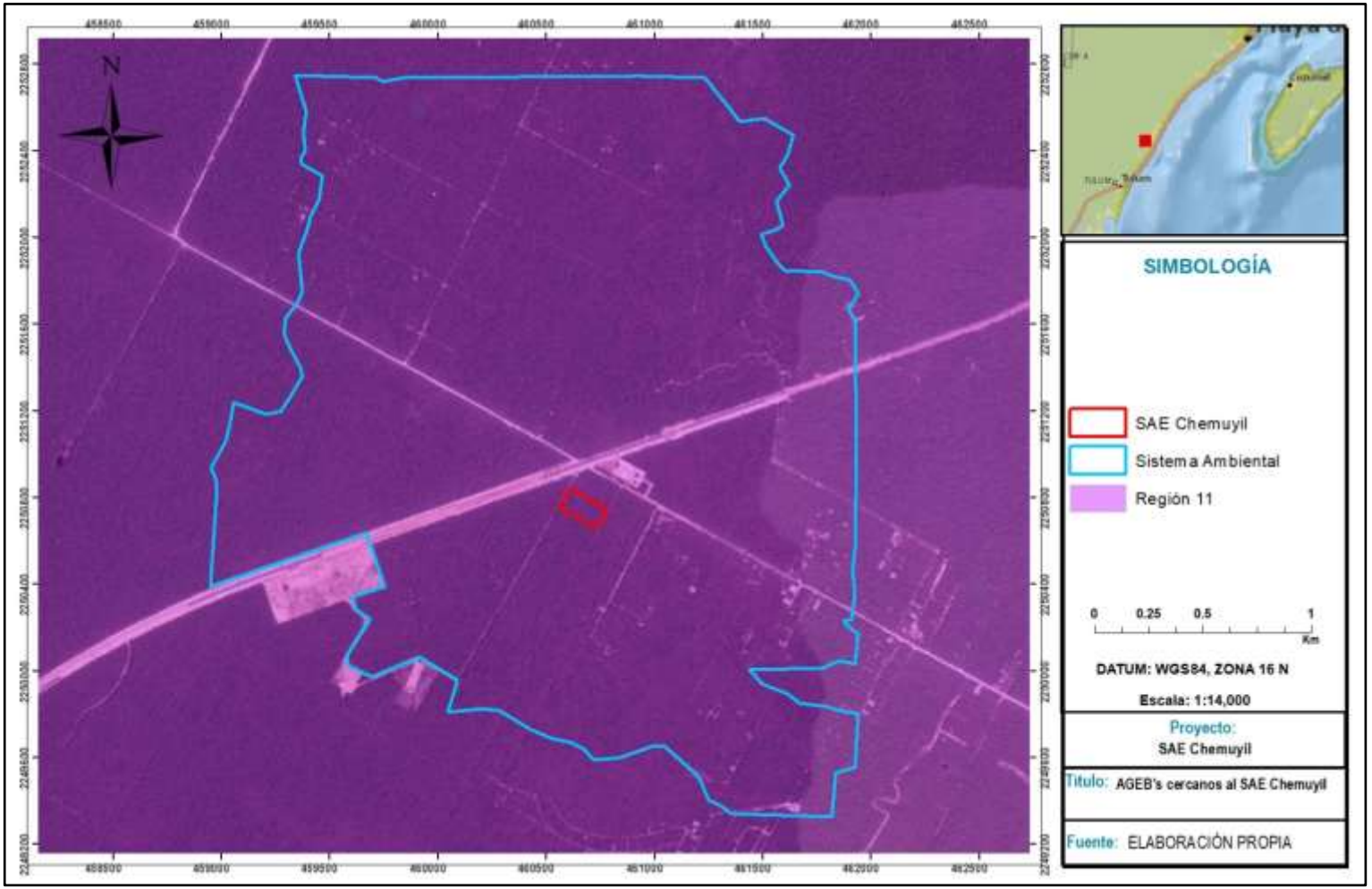


Figura IX.1. Erosividad de la lluvia en las distintas regiones de México.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

el cálculo de la pérdida de suelo en cualquier modalidad será:

$$\mathbf{Y=3.77448x + 0.004540x^2}$$

Donde:

Y=Factor R.

X = Precipitación media anual.

La precipitación total anual registrada en la estación Playa del Carmen es de 1,436.10 mm/m2. El régimen de lluvias es en verano, en los meses de septiembre y octubre, siendo octubre el mes más lluvioso; mientras que los meses de menor precipitación corresponden a febrero, marzo y abril.

Tabla IX.3. Precipitación registrada en la estación Playa del Carmen (23163).

ESTACIÓN	MES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Playa del Carmen	73.6	54.9	33.5	42.2	83.8	210.7	93.2	118.5	180.5	296	159.8	89.4	1,436.00

$$Y=3.77448x + 0.004540x^2$$

$$\mathbf{Y=}3.77448(1,436.00) + 0.004540(1,436.00)^2$$

$$Y= 14,782.07$$

IX.2.1.1.2. Factor K = Erosibilidad del suelo (ton/ha).

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan la erosionabilidad pueden agruparse en dos categorías: las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, así como las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

La erosividad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de fierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Estas propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente la estabilidad estructural y esta, a su vez, influye en la porosidad, así como en la retención de humedad y conductividad hidráulica del suelo. Las principales propiedades físicas del suelo que influyen en este factor son:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

minerales o partículas primarias: arena, limo y arcilla. La textura influye sobre otras propiedades del suelo tales como la capacidad de almacenamiento de agua y su movimiento en el suelo; influye también en la capacidad de abastecimiento de nutrientes y aire para las plantas y demás organismos vivos. Es uno de los factores más importantes al evaluar la erosionabilidad del suelo.

- **Profundidad del suelo**. Se refiere a la profundidad que pueden alcanzar las raíces sin encontrar impedimentos físicos o químicos para su desarrollo. Mientras más profundo sea el suelo superficial y mayor el espesor del material disponible para las raíces de las plantas, la erosión puede ocurrir sin pérdidas irreparables en la capacidad productiva.
- **Estructura**. Este término se refiere a la forma en la que se agrupan los diferentes componentes del suelo (arena, limo, arcilla y materia orgánica) en agregados o peds; el patrón de acomodo de los agregados y los poros del suelo definidos por la estructura, influyen sobre el movimiento del agua y la aireación del suelo. Los principales tipos de estructura son granular, laminar, prismática y en bloques.
    - **Granular**. Los agregados o peds tienen forma de gránulos y pueden medir de 1 a 10 mm de diámetro. Cuando los agregados son especialmente porosos, es común utilizar el término "migajón". Esta estructura es característica del horizonte A, o de horizontes con alto contenido de materia orgánica. Son los menos erosionables.
    - **Laminar**. Estructura donde los agregados tienen un arreglo en placas o láminas delgadas. La mayor parte de las veces la formación de esta estructura depende del material parental del suelo, sin embargo, en algunos casos se puede originar por la compactación de las arcillas del suelo por maquinaria pesada. Son suelos erosionables.
    - **Bloques**. Son parecidos a cubos, miden de 5 a 50 mm. Se encuentran en horizonte B, especialmente en zonas húmedas. También se pueden encontrar en el horizonte A. Son suelos erosionables.
    - **Columnar y prismática**. Los peds (partículas estructurales de suelo) están orientados verticalmente en prismas o columnas que pueden llegar a medir hasta 15 cm o más de diámetro. Estos tipos de estructuras son generalmente encontrados en el horizonte B y son más comunes en suelos de zonas áridas y semiáridas. Son suelos erosionables.
    - **Suelo sin estructura**. No hay agregación visible o no hay un ordenamiento de las líneas naturales de fisura. Si el material es

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- **Estabilidad de agregados**. Se refiere a la capacidad que tienen los agregados de conservar su forma cuando se humedecen o son sometidos a una acción física. Cuando se disminuye el espacio poroso total, la capacidad de infiltración tiende a bajar.
- **Porosidad**. Se considera que el 50% del volumen del suelo se encuentra ocupado por la fracción porosa, la cual, dependiendo del tamaño de los poros, esta utilizada por aire, agua disponible y microorganismos.
- **Compactación**. Es el resultado de la alteración del espacio poroso de los suelos, provocado por el uso inadecuado de prácticas en los sistemas de producción.
- **Consistencia**. Es la resistencia que ofrece a la deformación una masa de suelo bajo condiciones específicas de humedad. La consistencia varía según el estado de humedad, por lo que se determina con el suelo seco, húmedo y mojado.
- **Infiltración y permeabilidad**. La infiltración es el movimiento del agua de la superficie hacia el interior del suelo. La capacidad de infiltración disminuye hasta alcanzar un valor casi constante a medida que la precipitación se prolonga y es entonces cuando empieza el escurrimiento.
- **Materia orgánica (MO).** Los suelos sin MO, son suelos pobres, susceptibles a la erosión y poco favorables para el crecimiento de las plantas.

Cuando no se cuenta con los datos necesarios del suelo, Montes León, propuso un método sencillo para estimar el factor K (Montes et al., 2011), donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo y la textura como parámetros para estimar K (ver siguiente tabla). La ventaja de este método radica en su sencillez y en la disponibilidad de información, considerando que los mapas de edafología del INEGI contienen esta información.

Tabla IX.4. Valores del factor de erosividad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial.

NOMBRE	TEXTURA			
	CLAVE	GRUESA (1)	MEDIA (2)	FINA (3)
Acrisol	AC	0.026	0.04	0.013
Alisol	AL	0.026	0.04	0.013
Andosol	AN	0.026	0.04	0.013
Arenosol	AR	0.013	0.02	0.007
Chernozem	CH	0.013	0.02	0.007
Calsisol	CL	0.053	0.079	0.026

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Fluvisol	FL	0.026	0.04	0.013
Ferralsol	FR	0.013	0.02	0.007
Gleysol	GL	0.026	0.04	0.013
Gypsisol	GY	0.053	0.079	0.026
Histosol	HS	0.053	0.02	0.007
Kastanozem	KS	0.026	0.04	0.013
Leptosol	LP	0.013	0.02	0.007
Luvisol	LV	0.026	0.04	0.013
Lixisol	LX	0.013	0.02	0.007
Nitisol	NT	0.013	0.02	0.007
Phaeozem	PH	0.013	0.02	0.007
Planosol	PL	0.053	0.079	0.026
Plinthosol	PT	0.026	0.04	0.013
Regosol	RG	0.026	0.04	0.013
Solonchak	SC	0.026	0.04	0.013
Solonetz	SN	0.053	0.079	0.026
Umbrisol	UM	0.026	0.04	0.013
Vertisol	VR	0.053	0.079	0.026
Otro	H2O	1	1	1

Los Leptosoles (del griego leptos, delgado), que se conocen en otras clasificaciones como **Litosoles** y **Redzinas**, son suelos que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial (1 655 millones de hectáreas; IUSS, 2007) y están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México.

A partir de la unidad de suelo principal y la clase textural del suelo presente en el área del SA y área forestal del proyecto se determinó el valor de la erosionabilidad del suelo. A continuación, en las siguientes tablas se muestran los valores de Factor K presentes en el SA y área forestal del proyecto.

Tabla IX.5. Valores del factor de erosividad (K) en el SA.

CLAVE	Tipo de suelo	Factor K	SUPERFICIE (ha)
I+E+Zo/2	Litosol	0.02	749.2787

Tabla IX.6. Valores del factor de erosividad (K) en el AP.

CLAVE	Tipo de suelo	Factor K	SUPERFICIE (ha)
I+E+Zo/2	Litosol	0.02	2.0076

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

material calcáreo. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial (1 655 millones de hectáreas; IUSS, 2007) y están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México. De acuerdo con la Clasificación de suelos del WRB (*World Reference Base for Soil Resources*), reporte número 84 (FAO,2006) y a Montes (2002), el valor de K para el tipo de suelo presente en los polígonos del proyecto, lo que coincide con los datos anteriormente presentados.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

	G	M	F
AC	0.026	0.04	0.013
AL	0.026	0.04	0.013
AN	0.026	0.04	0.013
AR	0.013	0.02	0.007
CH	0.013	0.02	0.007
CL	0.053	0.079	0.026
CM	0.026	0.04	0.013
DU	0.053	0.079	0.026
FL	0.026	0.04	0.013
FR	0.013	0.02	0.007
GL	0.026	0.04	0.013
GY	0.053	0.079	0.026
HS	0.053	0.02	0.007
KS	0.026	0.04	0.013
LP	0.013	0.02	0.007
LV	0.026	0.04	0.013
LX	0.013	0.02	0.007
NT	0.013	0.02	0.007
PH	0.013	0.02	0.007
PL	0.053	0.079	0.026
PT	0.026	0.04	0.013
RG	0.026	0.04	0.013
SC	0.026	0.04	0.013
SN	0.053	0.079	0.026
UM	0.026	0.04	0.013
VR	0.053	0.079	0.026

Nombre	Símbolo
Acrisol	AC
Albeluvisol	AB
Alisol	AL
Andosol	AN
Anthrosol	AT
Arenosol	AR
Calcisol	CL
Cambisol	CM
Chernozem	CH
Cryosol	CR
Durisol	DU
Ferralsol	FR
Fluvisol	FL
Gleysol	GL
Gypsisol	GY
Histosol	HS
Kastanozem	KS
Leptosol	LP
Lixisol	LX
Luvisol	LV
Nitisol	NT
Phaeozem	PH
Planosol	PL
Plinthosol	PT
Podzol	PZ
Regosol	RG
Solonchak	SC
Solonetz	SN
Umbrisol	UM
Vertisol	VR

IX.2.1.1.3. Factor L = Factor de longitud de la pendiente (adimensional).

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (L) y grado de pendiente (S). La longitud L se define con la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado de que ocurre una sedimentación o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado, encuentra un canal de salida bien definido (Montes, 2002).

En general, el escurrimiento superficial se concentra en longitudes inferiores a 120 m, por lo que en muchas situaciones este valor constituye un umbral límite para los análisis de predicción de la erosión. En algunas ocasiones se usan pendientes hasta de 300 m, pero no se recomienda usar distancias mayores a ésta en USLE. Las longitudes de pendientes estimadas en mapas topográficos son normalmente muy

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

El factor de grado de pendiente (S) refleja la influencia del ángulo de inclinación en la erosión. La pendiente puede ser determinada usando mapas topográficos con curvas de nivel equidistantes, si se tiene el cuidado adecuado, o en el mejor de los casos, utilizando un MDE (Modelo Digital de Elevaciones) (Montes, 2002).

Por lo tanto, para la determinación de este factor se utilizó en MDE del portal de https://earthexplorer.usgs.gov/ de la USGS. A del MDE, se generó el *raster* de la pendiente (θ) del terreno de tamaño de pixel de 30 m que es equivalente a una parcela de 30*30, con el módulo *Slope* de la paquetería ArcGis 10.

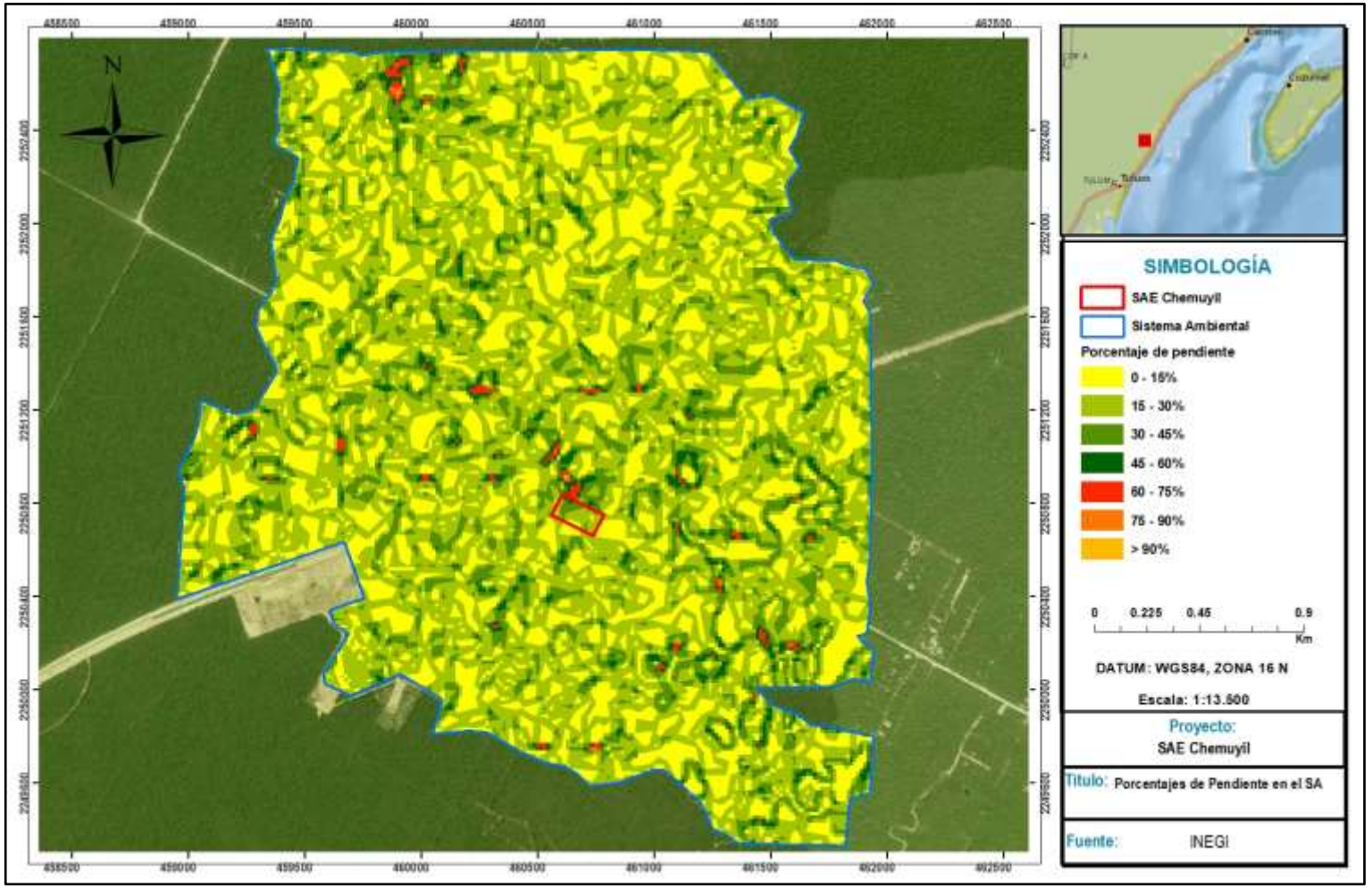


Figura IX.3. Grado de pendiente del área del SA y del Área del Proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

$$LS = \left(\frac{X}{22.13}\right)^{m}$$

Dónde:

m = β/(1+β)

β = (senθ/0.0896) / (3(Senθ)0.8+0.56)

θ pendiente media del terreno

Para los valores de m se considera lo siguiente:

Tabla IX.8. Rasgos de valores de la constante m para el cálculo de LS.

Pendiente (%)	Valor de m
<1	0.2
1 – 3	0.3
3 – 5	0.4
>5	0.5

Por otro lado, el factor S se evalúa de acuerdo con la expresión siguiente:

Si Tan (P) es < 9%, entonces S= 10.8senθ + 0.03

Si Tan (P) es > 9%, entonces S= 16.8senθ - 0.50

Finalmente se realiza el producto de LS para la obtención del resultado asociado con dicho factor (Montes, 2002; Renard, 1997). Considerando que la longitud (λ/22.13) m de la parcela es de 30 m (pixel), se genera una capa *raster* reclasificando las pendientes de acuerdo con el factor L, el cual se denomina «m», con iguales especificaciones espaciales que el de la pendiente, es decir, a una resolución de pixel de 30 m. A través del módulo *Raster Calculator*, se introduce la ecuación para determinar los valores del factor LS.

Posteriormente se sobrepone el polígono del SA (dividido por tipo de vegetación según la serie VII de INEGI), donde se obtienen los valores puntuales del % de la pendiente. En la siguiente Tabla se presenta el % de la pendiente de manera puntual para estos polígonos, así como los valores para cada factor de la ecuación para LS. Una vez obtenidas las pendientes de manera puntual, se desarrollan las variables que determinan el Factor LS, como son las variables morfométricas (longitud, pendiente) utilizando el SIG, y las parcelas de 30 m * 30 m generadas en el modelo digital de

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla IX.9. Valores de la pendiente y LS para el SA.

SA (m^2)	Polígono (F)	Vegetación	Longitud (L)	Elevación Máxima	Elevación Mínima	Pendiente (%) S	LS
5,080,650.00	SA	SMQ	1.01	20.00	11.00	0.07	0.08
2,412,140.00	SA	VSA/SMQ	1.01	19.00	12.00	0.07	0.07

Nota: Se usan los promedios de los valores de los pixeles calculados para el SA. Los valores de elevación y de Pendiente (P) se obtuvieron en ARC GIS a partir de Imágenes DEM del portal EarthExplorer (https://earthexplorer.usgs.gov/) mediante el análisis de *Slope*. Los datos completos se incluyen en los anexos.

Tabla IX.10. Valores de la pendiente y LS para el AP.

CUSTF (m^2)	Polígono (F)	Vegetación	Longitud L	Elevación Máxima	Elevación Mínima	Pendiente (%) S	LS
20,076.00	AP	SMQ	1.02	18	17	0.09	0.10

Nota: Se usan los promedios de los valores de los pixeles calculados para el SA. Los valores de elevación y de Pendiente (P) se obtuvieron en ARC GIS a partir de Imágenes DEM del portal EarthExplorer (https://earthexplorer.usgs.gov/) mediante el análisis de *Slope*. Los datos completos se incluyen en los anexos.

Los valores puntuales de elevaciones y pendientes se incluyen en las bases de datos del capítulo IV.

IX.2.1.1.4. Factor C = Factor de cubierta vegetal (adimensional).

El factor C se asigna con el objeto de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión. Se trata del factor usado con más frecuencia para comparar el efecto relativo de diferentes opciones de manejo en un plan de conservación. Dicho factor indica cómo el plan de conservación afectará la tasa promedio anual de erosión, y cómo la pérdida potencial de suelo se distribuirá en el tiempo durante las actividades de construcción, rotación de cultivos u otros esquemas de manejo, así como los cambios en el uso de suelo (Montes, 2011).

Para una condición estándar, es decir, sin cobertura vegetal y con barbecho continuo, la cual es extrema en cuanto a que representa las condiciones más favorables para la erosión, el valor de C es la unidad. A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de C es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de 0 (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección). Además de la vegetación activa, en el valor de C se toma en cuenta la presencia de residuos de plantas muertas, las raíces, los sistemas radiculares de los pastos y árboles, ya que todos estos elementos contribuyen a mantener al suelo en su sitio e incrementan la infiltración. El coeficiente asociado con este factor será asignado de acuerdo con diversas bibliografías (Renard, 1997; Montes, 2002; Becerra 1997,

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

república mexicana, sin embargo, esta información será corroborada por las observaciones en campo. En la siguiente figura se presenta la relación del valor C para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo.

Tabla IX.11. Factor para vegetación y/o uso de suelo.

Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarin	0.01
Bosque de cedro	0.01
Bosque de encino	0.10
Bosque de encino-pino	0.01
Bosque de galería	0.10
Bosque de oyamel	0.01
Bosque de pino	0.01
Bosque de pino-encino	0.01
Bosque de tascate	0.01
Bosque de mesofilo de montaña	0.01
Chaparral	0.65
Manglar	0.10
Matorral crasicaule	0.65
Matorral de coníferas	0.20
Matorral desértico microfilo	0.25
Matorral desértico rosetofilo	0.25
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45
Matorral rosetofilo costero	0.25
Matorral sarcocaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25
Matorral submontano	0.35
Matorral subtropical	0.12
Mezquital	0.65
Palmar inducido	0.75
Palmar natural	0.75

Vegetación y/o uso de suelo	C
Pastizal gipsofilo	0.25
Pastizal halofilo	0.25
Pastizal inducido	0.02
Pastizal natural	0.07
Popal	0.85
Pradera de alta montaña	0.05
Sabana	0.54
Sabanoide	0.54
Selva alta perennifolia	0.45
Selva alta subperennifolia	0.45
Selva baja caducifolia	0.50
Selva baja espinosa caducifolia	0.50
Selva baja espinosa subperennifolia	0.50
Selva mediana caducifolia	0.45
Selva mediana perennifolia	0.45
Selva mediana subcaducifolia	0.45
Tular	0.10
Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Vegetación de dunas costeras	0.85
Vegetación de galería	0.85
Vegetación halófila	0.85
Zona urbana	0.005
Cuerpos de agua	1.0
Agricultura en riego	0.55
Agricultura de temporal	0.75
Agricultura de humedad	0.25

Cabe mencionar que los valores de C se determinaron a partir de la información de coberturas de la vegetación registradas en las observaciones de campo. Durante los recorridos, se constató que actualmente el predio se encuentra en su mayoría con Vegetación de SMQ, como se puede apreciar en las imágenes más recientes de Google Earth. Se le asigna un valor de 0.45 ya que es el valor reportado para selvas medianas (perennifolia, subcaducifolia y caducifolia). Cabe mencionar que los valores de C se determinaron a partir de la información de coberturas de la vegetación registradas en las observaciones de campo. También se tomó en cuenta el valor zonas desprovistas de vegetación (1.0), ya que la parte sureste del predio se encuentra desprovista de vegetación.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

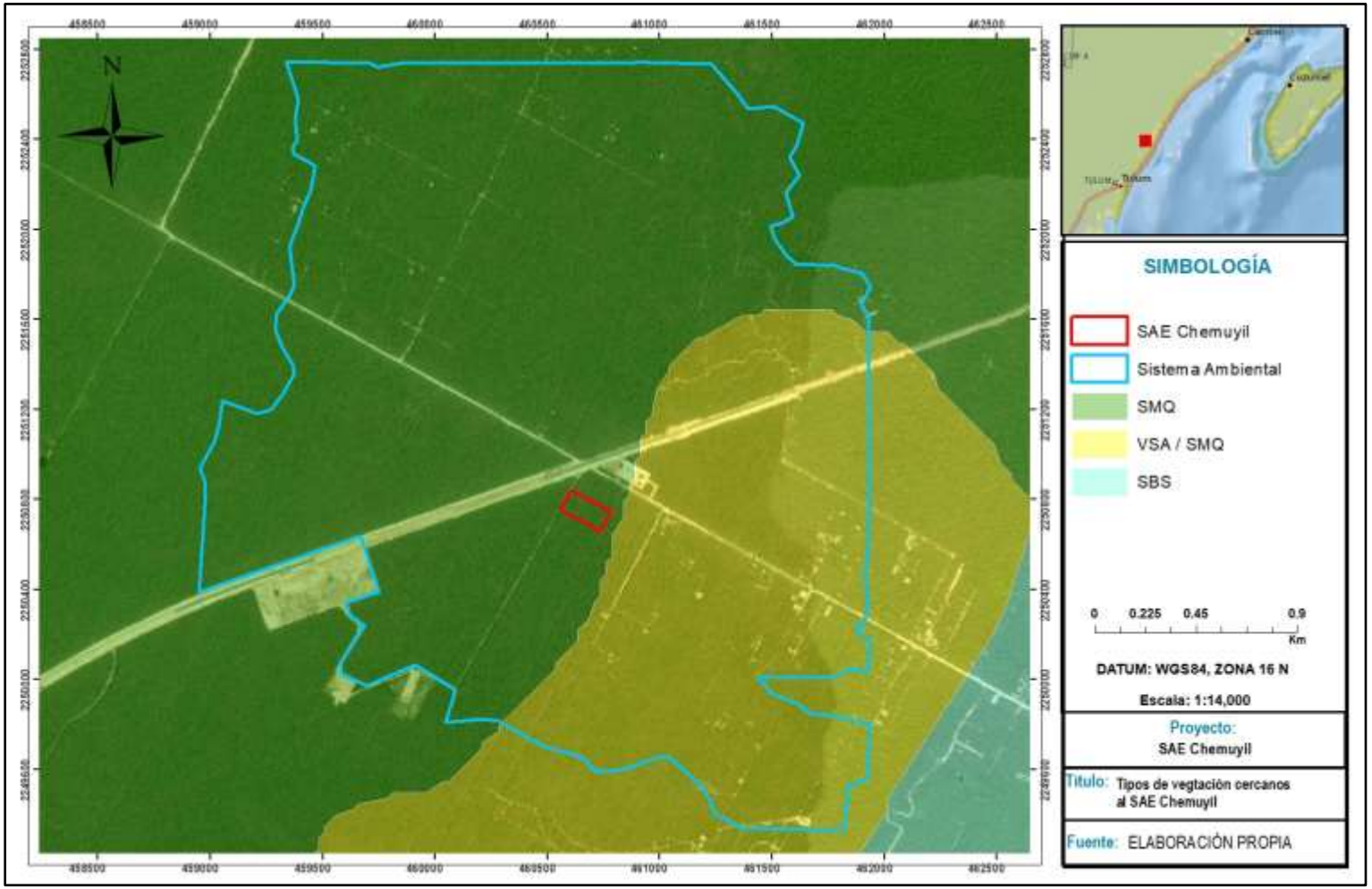


Figura IX.4. Imagen donde se aprecia las áreas forestales y no forestales que componen el SA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Factor C; por lo tanto, el Factor de las prácticas de control de erosión (P), es la proporción de pérdida de suelo cuando se hace uso de alguna práctica específica, en comparación con la pérdida de suelo cuando se cultiva en las laderas (Montenegro y Malagón, 1990).

El Factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de una superficie con prácticas de conservación y una superficie desnuda y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor del Factor P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión.

Derivado de la condición actual del SA, no se tienen obras de conservación de suelos, por lo que el valor para este factor es 1.

IX.2.1.1.6. Cálculo de las Tasas de erosión en los diferentes escenarios en el SA y AP.

Una vez determinados los procesos erosivos de los factores de la EUPS, se multiplicaron cada uno de estos factores entre sí para determinar el valor estimado de la pérdida de suelo por erosión hídrica en el área del SA y el AP de acuerdo con la fórmula de la **Ecuación universal de pérdida de suelo:**

$$E=R*K*L*S*C*P$$

Esta pérdida de suelo se conoce como tasa de erosión, la tasa de erosión es un coeficiente que expresa la relación entre la cantidad y la frecuencia de los procesos erosivos. Los resultados de la tasa de erosión se clasificaron en grupos o niveles de erosión compuestos por rangos de toneladas por hectárea al año. Para dicha clasificación se utilizó como base la clasificación propuesta por Montes, 2002 (ver siguiente tabla).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1	< 50	Baja
2	50 - 100	Media
3	100 - 150	Considerable
4	150 - 200	Alta
5	200 - 250	Muy alta
6	> 250	Extrema

Los resultados de los cálculos se presentan en el apartado de servicios ambientales en el capítulo IV.

IX.2.1.1. Erosión eólica.

La erosión eólica es el proceso por el cual el material superficial de los suelos es removido, transportado por el viento y depositado en otros sitios. Es un proceso que difícilmente pueda revertirse ya que produce la pérdida de componentes texturales más finos, modificando así algunas propiedades del suelo, afectando su productividad.

En nuestro país se han realizado diversas evaluaciones, pero debido a diferencias metodológicas y a la escala utilizada, sus resultados no son comparables. Con respecto a la erosión eólica potencial, se estimó que 89% del territorio nacional estaría en riesgo de ser afectado. Este proceso de degradación afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Sus causas también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a la destrucción de la estructura del suelo y a niveles bajos de humedad. Como se mencionó anteriormente, las zonas más afectadas por erosión eólica son aquellas de condiciones tropicales y templadas, entre las que se encuentran el estado de Quintana Roo y Yucatán.

El viento por sí mismo no tiene suficiente fuerza para producir efectos de meteorización. Lo que sí puede hacer es transportar partículas que, que cuando chocan con el terreno se van desgastando. Este tipo de erosión suele ser lenta, el territorio debe estar sin cobertura vegetal para que se aprecien sus efectos. La metodología empleada fue la de SEDUE (1988), para determinar la cantidad de suelo que se erosionará durante las actividades de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales:

Ee = IAVIE * CATEX * CAUSO

Dónde:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CATEX: índice de textura edáfica y fase física

CAUSO: índice por efecto del uso del suelo

Para el cálculo de erosión eólica se utilizaron las mismas "unidades ambientales" delimitadas en el cálculo para la erosión hídrica. Los cálculos completos se encuentran en el anexo **Erosión Eólica_CUSTF.xlsx** y **Erosión Eólica_SA.xlsx**, en la carpeta servicios ambientales en los anexos del capítulo 4.

IX.2.1.1.1. Estimación del índice de Agresividad del Viento.

Índice de Agresividad del Viento, se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

IAVIE= 160.8252 – 0.7660 (PECRE)

PECRE= 0.2408 (Prec. Media) – 0.0000372 (Prec.. media) ^{2} – 33.1019.

Como regla de decisión se tiene que: **si el valor de IALLU es mayor de 50, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar hídrica, y si el valor de IAVIE es mayor de 20, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar eólica.** En este caso, se puede decir que el área de estudio está influenciada más por ambos tipos de erosión. Estos valores serán utilizados para el polígono del área del CUSTF.

IX.2.1.1.2. Estimación del índice de Textura Edáfica y Fase Física.

Considerando el tipo de suelo y la textura existente en el área de CUSTF, que reporta el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en la cobertura digital Edafología que pertenece al Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales escala 1:1, 000 ,000 se obtuvo el valor de CATEX. A partir de la capa de edafología, se obtienen los valores de los suelos calcáreos (valor 1) y los suelos no calcáreos (valor 0).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Lk	Rc	Xk	Xy	Yk	Yy

Para el cálculo de la capa de calificación de textura y la fase tomando los valores de la tabla 18, al ser suelos calcáreos los presentes en el CUSTF (SUELAC = 1).

Tabla IX.14. Valores de CATEX para suelos calcáreos de acuerdo con la textura y fase del suelo (SEDUE, 1998).

Suelos calcáreos						
Bk	Ck	E	Gc	Hc	Jc	Kk
Lk	Rc	Xk	Xy	Yk	Yy	

CATEX	Textura	Fase
3.5	1	Gruesa
1.75	**2**	**Media**
1.85	3	Fina
0.9	Pedregosa o gravosa	Pedregosa o gravosa

IX.2.1.1.3. Estimación del índice de Textura Edáfica y Fase Física.

El tipo de vegetación que se considera para la cobertura de suelo en el área de CUSTF, pertenece a vegetación de tipo: Selva Mediana Subperennifolia (SMQ), dicho tipo de vegetación fue identificado a partir de muestreos realizados en campo, el cual será abordada en capítulo IV con mayor claridad. Para la cubierta vegetal se tomaron en cuenta los valores que se reportan para México de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2003) y a los valores para el cálculo de erosión eólica de la FAO (1980) modificado por la SEDUE (1989).

Tabla IX.15. Valores de CAUSO para la erosión eólica, según el uso de suelo en un área determinada.

Uso de Suelo y vegetación	CAUSO
Agricultura de riego y Nopalera	0.80
Agricultura temporal	0.80
Asentamientos humanos	0.00
Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, Bosque mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel, bosque mixto Oyamel-Tepozán-Pino	0.10
Bosque de Encino secundario	0.11
Bosque de encino pino	0.10
Bosque de galería	0.05
Bosque de pino-encino	0.01
Bosque de pino encino secundario y toda la vegetación secundaria	0.11

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Chaparral matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco, matorral desértico, microfilo, matorral desértico rosetófilo y matorral subtropical	0.11
Cuerpo de agua	0.00
Vegetación de desiertos arenosos	0.15
Mezquital	0.15
Vegetación secundaria arbustiva, herbácea y zona federal CFE (derecho de vía)	0.13
Pastizal halófilo	0.12
Pastizal inducido y agroforestería	0.12
Pastizal natural	0.12
Sin vegetación aparente, predio baldío, sitio de extracción, terracería	0.40
Vegetación de galería	0.10
Vegetación halófila	0.12
Zona urbana	0.00
Zona mixta de vegetación crasicaule, matorrales sarcocaules y sarcocrasicaules	0.08
Humedal y zona inundable	0.05
Área verde urbana, ciclopista, infraestructura, invernadero, pedregal, sitio de importancia cultural, vialidad pavimentada	0.00

Los resultados de los cálculos se presentan en el apartado de servicios ambientales en el capítulo IV.

IX.2.1.2. Balance hídrico

Captación del agua

La captura de agua o desempeño hidráulico es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua (Torres Rojo y Guevara Sangines, 2002) o esta captura del agua puede llevarse a cabo mediante alcantarillas o pozos de captación, en general un sistema de drenaje.

La diferencia entre el volumen de agua que llueve en el área de estudio y el que escurre por su salida, recibe el nombre de “pérdidas”. En general, las pérdidas están constituidas por la intercepción en el follaje de las plantas y en los techos de las construcciones, la retención en depresiones o charcos (que posteriormente se evapora o infiltra), la evaporación e infiltración. Además de que en la práctica es difícil separar estos cuatro componentes, la porción más considerable de las pérdidas está

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

El agua de escurrimiento representa un porcentaje bajo del total de la precipitación. Este monto no se puede considerar como parte del servicio ambiental, dado que es el volumen que no puede capturar el bosque. Por su parte, el agua infiltrada o percolada corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por éste. Entonces se entiende que la captación de agua (servicio ambiental) es la capacidad que tiene el ecosistema en cuestión (incluyente de: Cobertura vegetal, tipo de suelo, relieve, precipitación, etc.) de retención de agua (infiltración) la cual está determinada en primera instancia por la cantidad de lluvia que cae (precipitación pluvial), en un segundo plano por la evapotranspiración y posteriormente por el escurrimiento.

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos. Según Parra y Bertrand (1960), la tasa de infiltración es gobernada solamente por la masa del suelo y es en gran parte, independiente de las condiciones superficiales. En contraste, Horton (1940) indicó que la tasa de infiltración es gobernada principalmente por las condiciones cerca de la superficie del suelo. Los factores que intervienen en el proceso de infiltración son:

Escurrimiento: El escurrimiento es la parte de la precipitación que fluye sobre el terreno, o que va a partes subterráneas, y eventualmente, hacia mares u océanos.

Evapotranspiración: Es el proceso por el cual el agua es transferida desde la superficie terrestre hacia la atmósfera. Incluye tanto la evaporación de agua en forma sólida como líquida directamente del suelo o desde las superficies vegetales vivas o muertas (rocío, escarcha, lluvia interceptada por la vegetación), como las pérdidas de agua a través de las superficies vegetales, particularmente las hojas, es la conjunción de dos procesos: la evaporación y la transpiración. La transpiración es el fenómeno biológico por el que las plantas transfieren agua a la atmósfera. Toman agua del suelo a través de sus raíces, una pequeña parte es para su nutrición y el resto lo transpiran. Como es difícil medir ambos procesos por separado, y además en la mayor parte de los casos lo que interesa es la cantidad total de agua que se pierde a la atmósfera, se calculan conjuntamente bajo el concepto mixto de evapotranspiración.

Para la determinación de la infiltración se utilizó el método de Balance Hidrometeorológico, en donde se establece como entrada de agua al sistema la lluvia,

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

recarga al acuífero, estableciendo la lluvia que realmente infiltra, una vez que haya pasado los procesos de capacidad de infiltración del suelo y evapotranspiración (ETP).

El orden de magnitud del coeficiente de infiltración por lluvia se obtuvo a través de un balance de agua superficial, para el cual se aplicó la siguiente expresión:

Infiltración = P – ETR – Ve

Dónde:

P (Precipitación)

ETR (Evapotranspiración)

Ve=Volumen de escurrimiento

Los cálculos completos se pueden consultar en los anexos del capítulo 4, en la carpeta de servicios ambientales (**Infiltración_SA.xls** e **Infiltración_CUSTF.xls**).

- **P (Precipitación)**

La precipitación total anual registrada en la estación Playa del Carmen es de 1,436 mm/m^2. El régimen de lluvias es en verano, en los meses de septiembre y octubre, siendo octubre el mes más lluvioso; mientras que los meses de menor precipitación corresponden a febrero, marzo y abril.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Playa del Carmen	73.6	54.9	33.5	42.2	83.8	210.7	93.2	118.5	180.5	296	159.8	89.4	1,436.00

- **ETR (Evapotranspiración)**

Siguiendo el mismo método que en precipitación, se utilizaron los datos de precipitación y temperatura de las estaciones cercanas al área de CUSTF, para su cálculo se utilizó el Método de Coutagne (Ordoñez, 2011). Para la estimación de la evapotranspiración real (ETR) de un área, se dispone de varias ecuaciones empíricas que son función de las características climáticas de más fácil obtención, siendo tres los parámetros que influyen de manera especial o preponderante: la temperatura, la precipitación y la radiación incidente. En base a ello, las fórmulas se pueden clasificar en tres grupos (Campos, 1998):

- Fórmulas en función de la temperatura media anual (T); estas ecuaciones son válidas solo para grandes cuencas, relativamente homogéneas y con precipitaciones abundantes para que su distribución en el tiempo pueda ser despreciada.

- Fórmulas en función de la temperatura (T) y la precipitación (P) medias anuales. Se ha observado que, si la precipitación anual es reducida, no existe escurrimiento y la evapotranspiración real es igual a la precipitación. En cambio, si P es muy grande, el déficit de escurrimiento tiende a un valor límite correspondiente a la saturación y para interpolar entre estos dos casos extremos, se emplean expresiones exponenciales de la precipitación

- Fórmulas en función de la radiación y otros parámetros climáticos como la precipitación anual.

Para el cálculo de ETR, se utilizará la fórmula de Coutagne de tipo II, basada en las características meteorológicas de la cuenca, debido a que se dispone de los datos de temperatura y precipitación de la zona. Además, la fórmula es aplicable para valores de la precipitación media anual (P) comprendidos entre 1/8x y 1/2x, estando ETR y P en metros, y T en °C. Si P es menor que 1/8x la ETR es igual a la precipitación, es decir, no existe escurrimiento; si la precipitación es mayor que 1/2x la ETR es prácticamente independiente de P. el cual utiliza la siguiente fórmula La fórmula se describe a continuación:

ETR=P-xP^2

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

P = precipitación en m/año

X= 1/(0.8+0.14 t)

t = temperatura en °C

- **Volumen de escurrimiento (Ve)**

Para la obtención del volumen de escurrimiento presente en la zona se tomó en cuenta la siguiente fórmula, la cual lo define de la siguiente manera:

Ve = (P) (At) (Ce)

Dónde:

Ve = Volumen medio anual de escurrimiento (m3)

P = Precipitación anual en m^3

At = Área total sujeta a cambio de uso de suelo en m2

Ce = Coeficiente de escurrimiento anual

Obtención del Ce (coeficiente de escurrimiento anual)

El coeficiente de escurrimiento (Ce) se calculó por medio del método de la NOM-011-CONAGUA-2000, la cual utiliza las siguientes fórmulas:

Cuando $K \leq 0.15$ $Ce=K(P-250)/2000$

Cuando $K > 0.15$ $Ce=K(P-250)/2000+(K-0.15)/1.5$

Para la aplicación se tuvo que identificar primeramente el tipo de suelo y sus características de permeabilidad:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

Una vez teniendo el tipo de permeabilidad del suelo en el sitio se obtiene el valor de K en función al tipo y uso de suelo de acuerdo la siguiente tabla:

Tabla IX.17. Valor K del tipo de suelo.

Uso de suelo	**Tipo de suelo**		
	A	**B**	**C**
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	**0.28**	0.3
Cultivos:			
En Hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% - Regular -	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% - Excesivo -	0.24	0.28	0.3
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

aplicó la siguiente fórmula:

I=P-ETR-Ve

Los resultados de los cálculos se presentan en el apartado de servicios ambientales en el capítulo IV.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B PARTICULAR.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (SAE) CHEMUYIL

RESUMEN EJECUTIVO

ABRIL 2026

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Almacenamiento de Energía (SAE) eléctrica el cual consiste en infraestructura para la acumulación de energía eléctrica, la cual será captada de la Red Nacional de Transmisión, con la intención de aprovechar la energía que es disipada y perdida de manera habitual, de manera que esta pueda mantenerse disponible para su utilización posterior en el caso de emergencias por la necesidad del incremento de su provisión, por ejemplo, en periodos de alta demanda (v.g. periodos vacacionales).

Principales obras y actividades.

El proyecto constará de una única obra, consistente en un Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE), por lo que será denominado **SAE Chemuyil**, siendo sus características las siguientes:

Tabla 1. Características técnicas del proyecto.

SAE Chemuyil	
Característica	**Descripción**
Superficie total:	20,000 m^2 (2.005 ha).
Capacidad nominal:	Relación de transformación 20 MW/72 MWh.
Transformador principal:	16/21/27 MVA, ONAN/ONAF/ONAF2. 115Y/34.5Y-13.2Δ kV
Power Conversión System (PCS) Skids	3 x 8 MVA (Sineng), 0.690 V/34.5 kV con 4 módulos de 2,000 MVA c/u.
Contenedores Battery Energy Storage System (BESS)	12 x CATL EnerS, 6,017 kWh c/u.
Capacidad de almacenamiento	72 MWh
Energía útil entregada en el punto de interconexión	20 MW
Tasa máxima de Carga/Descarga	0.33 C
Potencia auxiliar estimada	900 kW a 480 VAC
Sistemas de control y SCADA	Incluye RTAC, protecciones, comunicación Modbus TCP/Fiber

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

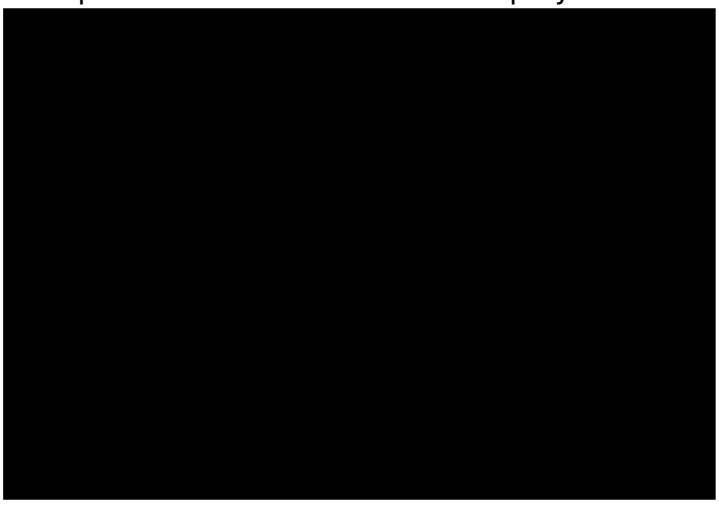
Obras del proyecto que involucran la remoción de vegetación forestal.

Obra	No. Polígono Forestal	Superficie	
		m^2	Ha
SAE Chemuyil	Polígono 1	20,076.00	2.0076
	TOTAL =	**20,076.00**	**2.0076**

El proyecto requerirá de actividades de preparación del sitio, así como construcción de obra civil y electromecánica en un plazo de aproximado de **12 meses**, los cuales incluyen su puesta en servicio, a partir de la cual iniciará su etapa operativa, la cual se considera que ocurrirá por un **tiempo indeterminado**.

Área y/o región donde se ubica el proyecto.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas del proyecto:



Incidencia y congruencia con los principales instrumentos regulatorios ambientales que aplican para la región.

El proyecto, dada su ubicación, coincide con una serie de instrumentos regulatorios regionales que permiten determinar el uso del suelo y las actividades permitidas en el territorio, siendo los principales los siguientes:

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Respecto a este instrumento, el proyecto coincide con la **UAB 62** *Karst de Yucatán y Quintana Roo*.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

independientemente de la obligación que, en términos del Reglamento en materia de ordenamiento ecológico, los cuales tienen que observar el POEGT en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública, por lo que no se observan estrategias que se opongan al proyecto.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMMC). Del análisis de este ordenamiento se tiene que el proyecto coincide únicamente con la **UAB 139** *Solidaridad*. Se menciona que el proyecto no afectará zona litoral ni marina alguna ni coincide con el polígono de alguna ANP de ninguna índole, sin embargo, como parte de la medidas de mitigación se realizará el manejo integral de los residuos que sean generados, incluyendo las aguas residuales, recurriéndose, de acuerdo con su categoría, a empresas autorizadas para su manejo específico; por otro lado, se realizará el mantenimiento periódico de la maquinaria, vehículo y equipos que sean utilizados, de manera que estos operen en condiciones óptimas y se disminuya las emisiones fugitivas. Dada la naturaleza del proyecto, no se vislumbra que su realización contravenga alguno de los criterios.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum (POERCT) vigente en aquellas zonas donde no exista un ordenamiento local. El proyecto coincide con la **UGA Ff-1** *Norponiente de Tulum y Puerto Morelos* de este ordenamiento cuya política ambiental es de Conservación siendo la vocación principal del suelo flora y fauna, sin embargo, la *Infraestructura*, uso que corresponde al proyecto pretendido, es permitido, si bien, de manera condicionada, es decir, se considera viable apegándose a ciertas directrices. Al pertenecer a esta categoría de uso de suelo, los criterios que resultan aplicables al proyecto señalan que sólo la superficie mínima indispensable para el proyecto constructivo podrá ser despalmada, haciéndose notar que para el caso de un proyecto eléctrico como el pretendido no es posible mantener superficies con vegetación en el Área del Proyecto, sin embargo, se vislumbra que cualquier restricción específica para el este sería indicada en la licencia de construcción que se obtenga. Habiendo analizado los criterios aplicables al proyecto, de acuerdo con el uso de suelo correspondiente, no se atisba que existan prohibiciones que impidan su realización.

Programas de Desarrollo Urbano. El proyecto no coincide con instrumentos de este tipo por encontrarse fuera de un centro de población constituido.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

señala en su programa de manejo, por lo cual no le son aplicables sus reglas administrativas.

En cuanto a otros instrumentos que no son vinculantes, sino, únicamente indicativos relacionados con las condiciones ambientales de la zona el proyecto coincide con los siguientes:

Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICA). El proyecto no coincide con este tipo de instrumento.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). El proyecto coincide con la RHP 105 Corredor Cancún – Tulum, la cual presenta suelos que se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza, lo que le confiere buena permeabilidad. Siendo una de las principales problemáticas la contaminación de los recursos hídricos por la descarga de aguas residuales, se implementarán medidas como la realización del mantenimiento de automóviles y maquinaria, instalación de sanitarios portátiles, manejo integral de residuos y atención de derrames.

Regiones Marinas Prioritarias (RMP). El proyecto coincide con la RMP 64 Tulum – Xpuha, la cual es la zona con mayor aporte de agua dulce al mar. Entre sus problemáticas se encuentran la modificación del entorno por obras de dragado y el relleno de áreas inundables, acciones que no serán realizadas como parte del proyecto; de manera similar a lo mencionado para las RHP´s, otra de sus principales problemáticas la contaminación de los recursos hídricos por la descarga de aguas residuales, la cual será evitada mediante la implementación de medidas como la realización del mantenimiento de automóviles y maquinaria, instalación de sanitarios portátiles, manejo integral de residuos y atención de derrames.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). El proyecto no coincide con este tipo de instrumento.

Sitios RAMSAR. El proyecto no coincide con este tipo de instrumento.

Principales impactos.

Dada la naturaleza del proyecto, se considera que las afectaciones más significas serán las relacionadas con la remoción de la vegetación, así como por el sellamiento del suelo debido a su implantación. De manera general, se identificaron impactos

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

vegetal/denudación del suelo), contaminación del suelo (por mala disposición de residuos, derrames), disminución en la captación de agua (asociado a la remoción de vegetación), contaminación del agua (por mala disposición de residuos, derrames, generación de aguas residuales), modificación de la abundancia y distribución de especies de flora y disminución en su riqueza (asociado a la remoción de vegetación), modificación de la abundancia y distribución de especies de fauna y disminución en su riqueza (asociado a la remoción de vegetación proveedora de recursos para la fauna).

Estos impactos fueron identificados con base a la elaboración de una matriz de interacciones de la que puede apreciarse que existen impactos repetitivos, resultando inane describirlos más de una vez.

Medidas de prevención y mitigación.

A continuación, en la tabla siguiente, se sintetizan las medidas preventivas y de mitigación que se proponen, agrupándolas por componente:

Medidas de prevención y mitigación por componente ambiental.

No.	Medidas	Componente					
		Aire	Suelo	Hidrologí	Flora	Fauna	Paisaje
1	Mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, maquinaria y herramienta.	X	X	X			
2	Realización de riegos periódicos en frentes de trabajo.	X					
3	Tapado de camiones de transporte de materiales pétreos.	X					
4	Manejo integral de residuos.	X	X	X		X	X
5	Instalación de letrinas portátiles.			X			
6	Adquisición de pipas de agua (de fuentes autorizadas).			X			
7	Utilización de colores neutros y acabados no reflectantes en instalaciones.					X	X
8	Delimitación de las áreas sujetas a derribo y despalme.	X	X	X	X	X	X
9	Derribo dirigido de vegetación de forma paulatina	X	X	X	X	X	X
10	Recuperación de tierra fértil y revegetación natural.		X	X	X		
11	Utilización de caminos de acceso, brechas y derechos de vía para el acceso a las áreas de trabajo.			X	X	X	
12	Rescate y reubicación de fauna silvestre.					X	
13	Ahuyentamiento de especies de especies faunísticas.					X	
14	Establecimiento de límite de velocidad (20 km/h) para circulación de vehículos y maquinaria.					X	
15	Tapado de cepas.					X	
16	Colocación de letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.					X	

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

No.	Medidas	Aire	Suelo	Hidrología	Flora	Fauna	Paisaje
17	Rescate y reubicación de flora silvestre.	X	X	X	X	X	X
18	Reforestación con especies de la región.	X	X	X	X	X	X
19	Impartición de pláticas de concienciación sobre temas ambientales (importancia del cuidado de la flora y la fauna, disposición adecuada de residuos, etc.).	X	X	X	X	X	
20	Implementación del reglamento interno	X	X	X	X	X	
21	Supervisión ambiental	X	X	X	X	X	X

Se considera que las medidas propuestas son proporcionales a los impactos identificados.

Específicamente, para el caso de los criterios de excepcionalidad respecto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales que se pretende como parte del proyecto, se tiene que las medidas específicas para estos mitigarán los impactos asociados.

En el caso de la biodiversidad, realizando la comparación entre los datos obtenidos para el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental, en cuanto a la flora definido se tiene lo siguiente:

Área estudiada	Riqueza especifica (S)	Abundancia	Diversidad (H')
AP	88	611	3.76
SA	91	1,128	3.60

De manera similar, en el caso de la fauna, se obtuvo lo siguiente:

Grupo	AP		SA	
	Riqueza	%	Riqueza	%
Herpetofauna	4	7.41	7	6.80
Avifauna	42	77.78	82	79.61
Mastofauna	8	14.81	14	13.59
Total	54	100.00	103	100.00

Grupo	AP		SA	
	Abundancia	%	Abundancia	%
Herpetofauna	4	3.39	25	4.96
Avifauna	99	83.90	418	82.94
Mastofauna	15	12.71	61	12.10
Total	118	100.00	504	100.00

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

H'	1.242	1.689	3.374	3.871	1.859	2.168

Como puede apreciarse, en general, se presentaron indicadores con valores mayores en el SA con relación al AP y, adicionalmente, se consideran medidas como el Rescate y reubicación de fauna silvestre y Ahuyentamiento de especies de especies faunísticas para mitigar los impactos negativos sobre el componente fauna y Rescate y reubicación de flora silvestre y Reforestación con especies de la región para el caso de la flora, con lo cual se considera que la biodiversidad será mantenida.

En lo que respecta a la erosión se tiene que, para la superficie del Área del Proyecto, la cual es un polígono de 2.0076 ha en el cual se realizará la remoción de vegetación forestal, los cálculos relativos a la erosión potencial dieron los siguientes resultados:

Volumen total de erosión Área del Proyecto (ton/año)		**Volumen total de erosión por mitigar (ton/año)**
Escenario 1 actual	**Escenario 2 con CUSTF**	
26.8487	59.6639	32.8151

Como se puede apreciar, con la implantación del proyecto será necesario mitigar una erosión de 32.8151 ton/año, que sería la que sería incrementada con respecto a la que ocurre de manera natural.

Como medida de mitigación principal, se propone la reforestación de una superficie equivalente a aquella en la que se realizaría el CUSTF, es decir, de 2.00 ha. Dado que no es posible implementar la medida en la misma Área del Proyecto, se buscó otra área con una superficie equivalente, realizándose un cálculo similar para la erosión potencial, pues la condiciones podrían variar al encontrarse en una ubicación diferente, obteniéndose lo siguiente:

Volumen total de erosión Polígono Reforestación (2.00 ha) (ton/año)		**Volumen total de erosión mitigada (ton/año)**
Escenario 1 actual	**Escenario 2 con CUSTF**	
86.4376	38.8969	47.5407

Como puede observarse, con la medida principal propuesta, *la Reforestación con especies de la región* de una superficie de 2.00 ha se mitigará con suficiencia la erosión que sería provocada por la implantación del proyecto, con un superávit de 14.7256

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

consideradas como "buenas *prácticas*", que se agrupan en un programa de conservación, a saber: *Delimitación de las áreas sujetas a derribo y despalme*, *Derribo dirigido de vegetación de forma paulatina*, *Recuperación de tierra fértil y revegetación natural* y *Utilización de caminos de acceso, brechas y derechos de vía para el acceso a las áreas de trabajo*, con los que se asegurará que la remoción de vegetación sea realizada únicamente en la superficie de 2.00 ha destinada para la implantación del proyecto, así como fomentar el desarrollo de una cubierta vegetal en zonas circundantes donde esta sea escasa.

Con respecto al componente agua, específicamente, a la disminución en su captación, se tiene que, para la superficie del Área del Proyecto, la cual es un polígono de 2.00 ha en el cual se realizará la remoción de vegetación forestal, los cálculos relativos a la erosión potencial dieron los siguientes resultados:

Volumen total de Infiltración Área del Proyecto (m^3/año)		**Volumen de infiltración por mitigar (m^3/año)**
Escenario 1 actual	**Escenario 2 con CUSTF**	
7,127.81	2,620.28	4,507.53

Como se puede apreciar, con la implantación del proyecto será necesario mitigar una disminución en la infiltración equivalente a un volumen de 4,507.53 ton/año, que sería la que se perdería con respecto a la que ocurre de manera natural.

Como medida de mitigación principal, se propone la reforestación de una superficie equivalente a aquella en la que se realizaría el CUSTF, es decir, de 2.00 ha. Dado que no es posible implementar la medida en la misma Área del Proyecto, se buscó otra área con una superficie equivalente, realizándose un cálculo similar para la erosión potencial, pues la condiciones podrían variar al encontrarse en una ubicación diferente, obteniéndose lo siguiente:

Volumen total de Infiltración Polígono Reforestación (2.00 ha) (ton/año)		**Volumen total de infiltración mitigado (ton/año)**
Escenario 1 Polígono Reforestación	**Escenario 3 con CUSTF más medidas**	
7,504.23	12,569.10	5,064.8707

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

3

m³/año:

Volumen total de erosión Polígono Reforestación (2.00 ha) (ton/año)		Volumen total de infiltración mitigada (ton/año)
Escenario 1 - Escenario 2	Escenario 1 (Polígono reforestación) - Escenario 3 (con medidas)	
- 4,507.53	12,569.10	557.34

Como puede observarse, con la medida principal propuesta, *la Reforestación con especies de la región* de una superficie de 2.00 ha se mitigará con suficiencia la disminución en la infiltración que sería provocada por la implantación del proyecto. Se menciona que parte de los individuos que se utilicen para la realización de esta medida serán lo que se obtengan de la medida *Rescate y reubicación de flora silvestre*.

En cuanto al deterioro de la calidad del agua, se realizarán medidas como el *Manejo integral de residuos* y la *Instalación de letrinas portátiles* para evitar la descarga de sustancias contaminantes que pudieran infiltrarse hacia el subsuelo, o bien, directamente a cuerpos de agua.

Ahor bien, con relación a la pérdida en la capacidad de almacenamiento de carbono, se tiene que, para la superficie del Área del Proyecto, la cual es un polígono de 2.00 ha en el cual se realizará la remoción de vegetación forestal, los cálculos realizados para esta, así como de la superficie necesaria para reforestación como medida principal propuesta, son los que se muestran a continuación:

Superficie sujeta a CUSTF				Establecimiento de la reforestación protectora			
2.0076				2.0000 ha			
IND/ha	Total de Ind	Biomasa (t)	tC Almacenado	Total de individuos	Biomasa (t)	tC Almacenado	Periodo de almacenamiento
1,860	3,812	29.263	203.711	1,885	2.511	36.033	6 años

Así, para mitigar la pérdida ilustrada se propone *la Reforestación con especies de la región* de una superficie de 2.00 ha, con lo cual se mitigará con suficiencia, en un periodo de 6 años, la pérdida en la capacidad de almacenamiento de carbono que provocaría la remoción de vegetación forestal en el Área del Proyecto. Se menciona que parte de los individuos que se utilicen para la realización de esta medida serán lo que se obtengan de la medida *Rescate y reubicación de flora silvestre*, mientras que

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.