COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

RESUMEN EJECUTIVO

Tabla de contenido

Datos generales del proyecto 3
Justificación 4
Ubicación del proyecto 5
Características geométricas del proyecto 6
Sistema Ambiental Regional 7
Criterio de delimitación del SAR 7
Características generales bióticas y abióticas 9
Medio abiótico 9
Fisiografía 9
Clima 10
Geomorfología 11
Edafología 11
Hidrología superficial 12
Medio Biótico 13
Regiones florísticas 13
Uso de suelo y vegetación del SAR 14
Especies registradas en la zona del proyecto 15
Fauna silvestre del área de proyecto 19
Áreas de importancia ecológica 21
Áreas naturales protegidas 21
Áreas de importancia para la conservación de las aves 21
Regiones terrestres prioritarias 22
Regiones hidrológicas prioritarias 23
Sitios Ramsar 23
Anillo de cenotes 24
Ordenamiento ecológico aplicable 25
Impactos ambientales 27
Medidas de prevención y mitigación 37
Autorización en Materia de Impacto Ambiental 37
Preparación ambiental del personal 38
Etapa de preparación del sitio y construcción 39
Prevención 39

Mitigación 42
Restauración 46
Compensación 46
Control 48
Etapa de operación y mantenimiento 48
Pronostico ambiental 49
Conclusión 50

Resumen ejecutivo

Datos generales del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un camino entre las localidades de Chemax (km 0+000) y Chechmil (km 12+927.76) con características de una carretera tipo D pavimentada, cabe mencionar, que el proyecto se desarrollará en parte en la infraestructura vial existente, superficies agrícolas, pecuarias y vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

El proyecto carretero tendrá una longitud de 12.927.76 km y cumplirá con las características técnicas de un camino tipo D, con un ancho de corona de 7.0 metros, 6.0 metros de calzada (3.0 metros para cada sentido de circulación) y 0.5 metros de acotamientos, una pendiente gobernadora de 8.0%, una curvatura máxima de 40° y una velocidad promedio de 30- 40 km/hr; cabe mencionar, que la construcción del proyecto se ubica dentro de las zonas urbanas de las localidades y vegetación forestal (vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia) de Chemax y Chechmil.

La construcción de este nuevo tramo carretero es un proyecto integral que pretende mejorar la comunicación entre las localidades de Chemax y Chechmil, ya que actualmente no se cuenta con una vía de comunicación entre ambas localidades y mejorar la conectividad hacia los polos de desarrollo económico de manera segura y rápida. Así mismo, se pretende mejorar el estilo de vida de los habitantes de estas localidades, haciendo más fácil el acceso de materias primas que satisfagan las necesidades básicas de los pobladores, además de contar con una vía de comunicación que les permita el traslado más seguro y rápido de personas, productos, bienes y servicios.

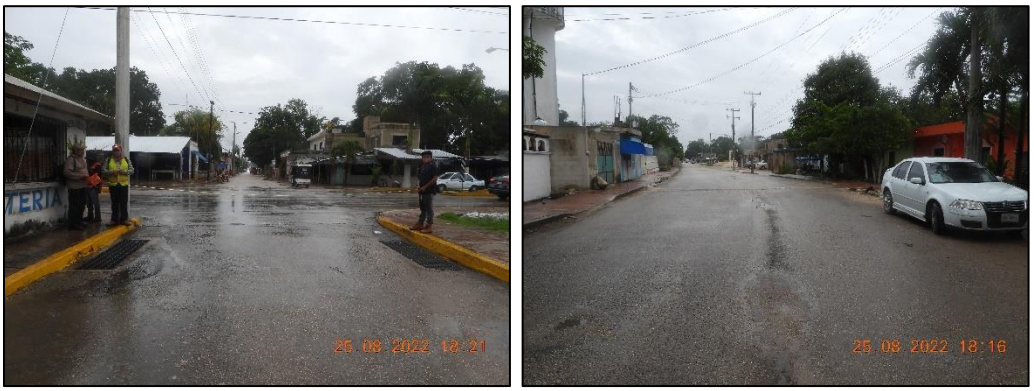

Figura 1. Punto de inicio del tramo a modernizar (KM 0+000).



Figura 2. Punto de término del camino a modernizar (KM 12+927.76).

La región de la península de Yucatán (específicamente el estado de Yucatán) cuentan con numerosos sitios de ecoturismo y desarrollo tecnificado de las actividades agropecuarias, pero la falta de vías de comunicación a limitado el desarrollo de estos proyectos y a su vez el desarrollo económico de la región; por lo que al contar con una vía de comunicación segura y en excelentes condiciones de tránsito, se favorecerá el desarrollo de proyectos productivos en la región y que generarán mayores ingresos a las localidades de Chemax y Chechmil, así como localidades cercanas, y por consecuencia la reducción del rezago social que actualmente vive la región.

Justificación

La construcción de este tramo carretero es indispensable para los pobladores de las localidades de Chemax y Chechmil, ya que actualmente, no se cuenta con una vía de comunicación, lo cual lo ha limitado considerablemente en cuanto a desarrollo social y económico; además las vías de comunicación existentes para llegar a la localidad de Chechmil, se encuentran en mal estado y la distancia entre ambas localidades es más del cuádruple que con la propuesta del proyecto. La dificultad de tránsito entre las localidades ubicadas en la trayectoria del proyecto, además, los puntos de desarrollo económico, como lo son, las actividades del sector turístico y de servicios (hoteles, zonas arqueológicas, cenotes, reservas naturales, restaurantes, etc.) se encuentran a distancias muy lejanas, por lo cual el costo y tiempo es demasiado; actualmente los sitios de desarrollo y construcción de la infraestructura del Tren Maya, las cuales brindan opciones de trabajo para las localidades cercanas se encuentra a distancias muy lejanas, por lo cual los pobladores de dichas localidades no es una opción viable; por lo que al contar con una vía de comunicación que haga el transito más rápido y sencillo, de las localidades de Chemax y Chechmil hacia los puntos de desarrollo económico, se potencializará el crecimiento socioeconómico y nivel de vida de los pobladores de Chemax y Chechmil, así como de localidades cercanas.

El proyecto se encuentra dentro de los planes de desarrollo integral para potencializar el crecimiento económico del sureste de la república mexicana, en este caso del estado de Yucatán, que proporcionará el funcionamiento del Tren Maya y el cual permitirá el flujo de

visitantes que podrán desplazarse a los sitios de interés natural y arqueológico, por medio de vías de comunicación que cumplan con las condiciones técnicas y de seguridad actualizadas.

El proyecto propone la apertura del camino entre la localidades de Chemax y Chechmil, afectando vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, así como áreas agrícolas, pecuarias y en parte, ocupar la infraestructura vial existente, por lo que se reduce significativamente la afectación a la cobertura forestal, reduciendo el impacto en los sitios de desplazamiento de fauna silvestre, disminuyendo la perdida de suelo y reduciendo la disminución de la infiltración, además la implementación de las acciones de prevención, mitigación y compensación, la afectación al factor biótico será mínima.



Figura 3. Vista de las condiciones actuales del camino Chemax - Chechmil.

Ubicación del proyecto

El proyecto inicia en el km 0+000 que se ubica en la cabecera municipal de Chemax y terminando en el km 12+927.76 en la localidad de Chechmil, todo el proyecto se ubica dentro del municipio de Chemax en el estado de Yucatán; el proyecto tiene una longitud de 12+927.76 km; el proyecto considera ocupar la infraestructura vial existente, así como afectar áreas agrícolas, pecuarias y vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

Tabla 1. Coordenadas UTM de ubicación del inicio y fin del proyecto.

Estación	Coordenadas UTM			Longitud
	Zona	X	Y	
0+000	16 Q	402284	2284800	12+927.76 km
12+927.76	16 Q	399635	2297310	

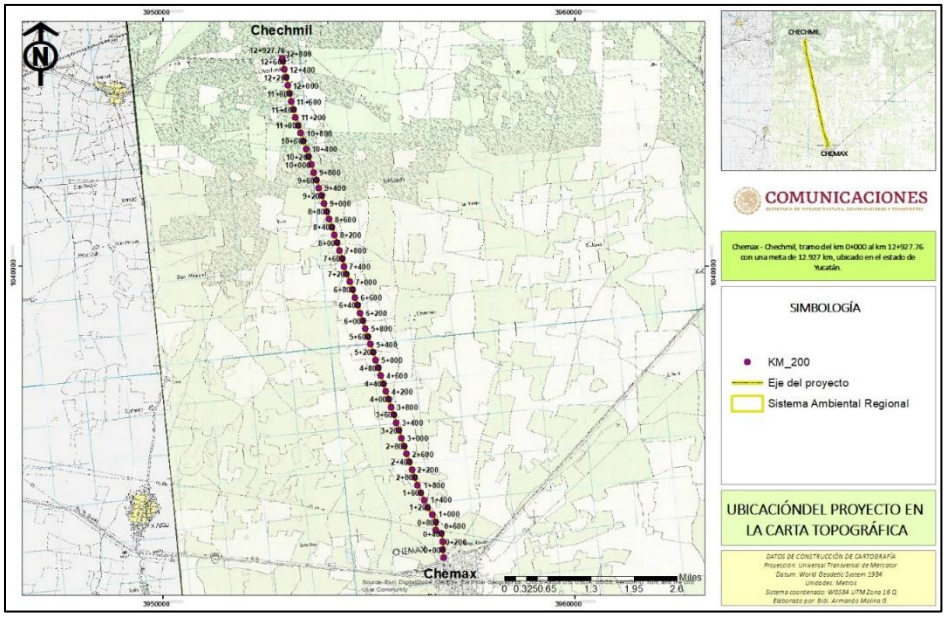

Figura 4. Ubicación particular del proyecto.

Características geométricas del proyecto

El proyecto de construcción de una carretera tipo D con 6.0 metros de ancho de calzada, 7.0 metros de ancho de corona y acotamientos de 0.50 metros a cada lado, de acuerdo a la normatividad de servicios técnicos de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), el proyecto tendrá una longitud de 12.729 km, con una pendiente gobernadora de 8.0%, una curvatura máxima de 60 % y una velocidad promedio de 30- 40 km/hr para todo el tramo.

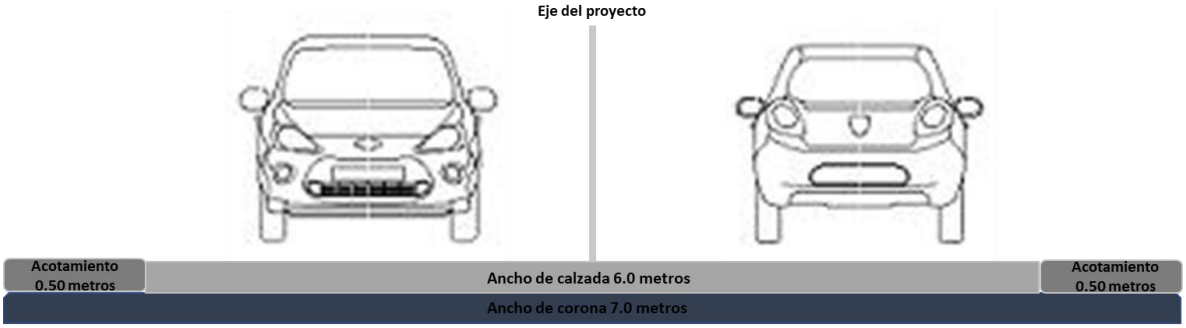

Figura 5. Sección tipo propuesta para el proyecto.

Tabla 2. Características geométricas del proyecto.

Concepto	Camino actual (Terracería)	Proyecto (carretera tipo D)
Longitud del proyecto	2.780 km	12.927 km
Diseño tipo	Terracería	D
Velocidad del proyecto	Menor a 10 km/h	30- 40 Km/h
Derecho de vía	Inexistente	40.0 m
Ancho de corona	Inexistente	7.0 m
Ancho de calzada	Inexistente	6.0 m
Ancho de acotamientos	Inexistente	0.50 m
Espesor de sub-base más base	Inexistente	0.25 m
Curvatura máxima	Inexistente	60 %
Pendiente máxima	Inexistente	12 %
Pendiente gobernadora	Inexistente	8 %

Como se ha mencionado, el proyecto pretende construcción del camino que une a las localidades de Chemax y Chechmil, para llevar a cabo el proyecto se requiere afectar áreas agrícolas, pecuarias, vías actuales de comunicación (calles) y vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

Sistema Ambiental Regional

Criterio de delimitación del SAR

El sistema ambiental regional se encuentra comprendido en las subcuencas denominadas “Mérida” y “Quintana Roo”, pertenecientes a las cuencas denominadas “Yucatán” y “Quintana Roo”, en la región hidrológica RH-32 “Yucatán norte” (INEGI, 2016); es importante mencionar, que el proyecto se ubica en su tota subcuenca Mérida perteneciente a la cuenca Yucatán en la región hidrológica Yucatán norte.

Por la magnitud del proyecto en comparación de la subcuenca es preciso delimitar el SAR con el fin de caracterizar las condiciones ambientales específicas en relación al proyecto.

La delimitación del SAR se realizó considerando los siguientes parámetros:

- Curvas de nivel
- Uso de suelo y vegetación (serie VII de INEGI)
- Limites geopolíticos
- Microcuencas hidrológicas
- Vías de comunicación (carreteras y caminos)
- Cartas topográficas.

Es importante mencionar, que dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto se encuentran representados todos los factores biológicos, ecológicos, físicos, sociales y económicos, que pudieran verse afectados de manera positiva y negativa por el desarrollo del proyecto y que, a su vez prevenidos y mitigados, para evitar el deterioro ambiental del SAR.

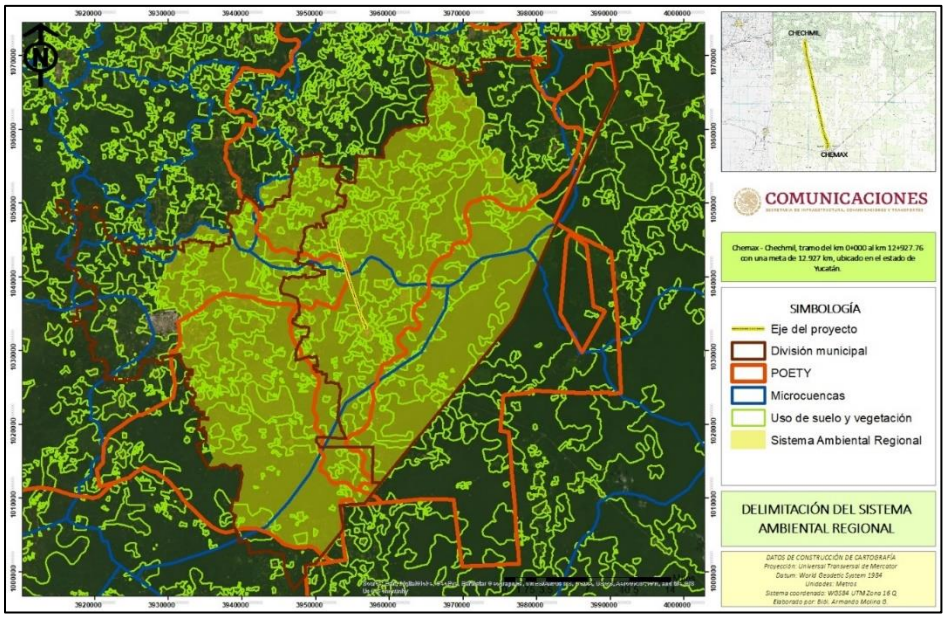

Figura 6. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto.

De cada factor, se tomaron los elementos más relevantes que representaran a los vectores afectados de manera positiva y negativa por el desarrollo del proyecto.

- Curvas de nivel. Se tomo en cuenta las variaciones de altitud presentes en el área de estudio, ya que estas funcionan como barreras físicas en la distribución de flora y fauna silvestre.
- Uso de Suelo y Vegetación. El tipo de uso que se le da al suelo en un área determinada, es un factor relevante en la distribución de los recursos bióticos y abióticos de un área, por lo cual para, este fue un vector importante en la delimitación del área de estudio del proyecto.
- Microcuencas hidrológicas. Este factor hidrológico, se utilizó para determinar la influencia positiva y negativa del desarrollo del proyecto de manera particular en el ciclo hidrológico, vegetación, fauna y procesos ecológicos.
- Vías de comunicación. Este factor toma relevancia, ya son una barrera física que limita el desplazamiento de fauna silvestre, fragmenta la continuidad de las comunidades florísticas, además de favorecer el desarrollo socioeconómico de las regiones

- **Límites geopolíticos**. Este factor socioeconómico, se utilizó para determinar la influencia positiva y negativa del desarrollo del proyecto en las poblaciones involucradas directa e indirectamente.

Derivado de la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto se obtuvo que el SAR tiene una superficie de 194,303.36 hectáreas.

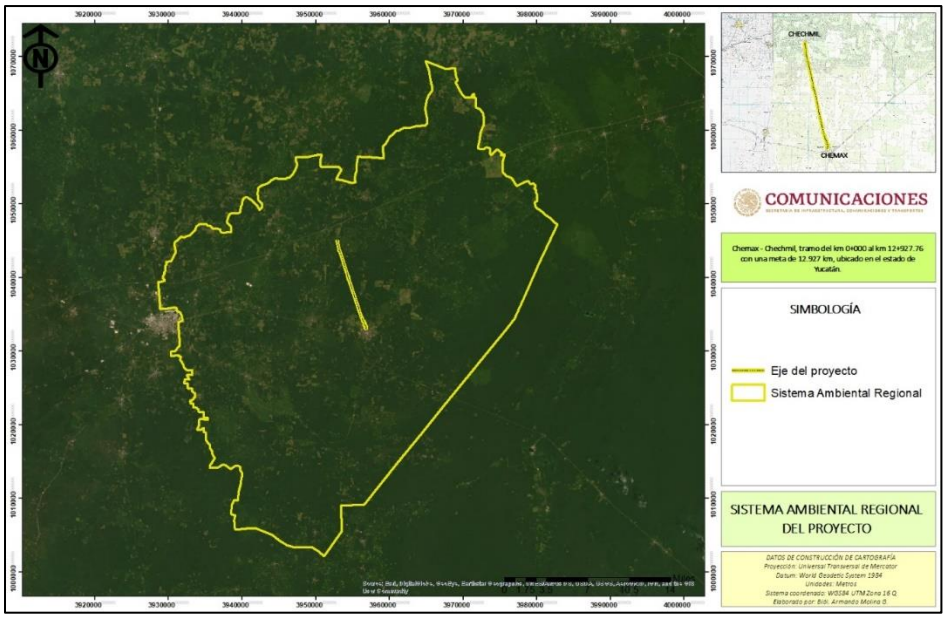

Figura 7. Sistema Ambiental Regional del proyecto.

Características generales bióticas y abióticas

Medio abiótico

Fisiografía

El sistema ambiental regional y área del proyecto se encuentran dentro de la provincia fisiográfica denominada “Península de Yucatán”.

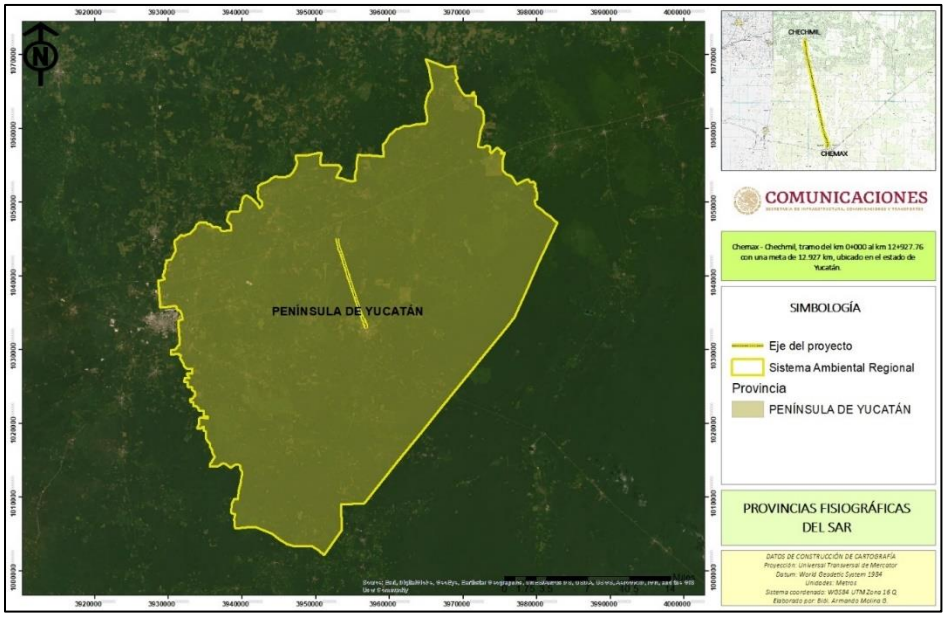

Figura 8. Provincia fisiográfica en la que se ubica el sistema ambiental regional y área del proyecto.

Clima

Para el estado de Yucatán el clima dominante es el cálido subhúmedo, por lo cual este tipo de clima de encuentra presente dentro del sistema ambiental regional y área del proyecto. Este tipo de clima presenta una temperatura media anual de 26.1 °C con una variación de la media mensual, entre el mes más frío y el más caliente entre 5 y 7°C o sea de poca oscilación térmica (isotermal) y una precipitación anual de 1 058.3 mm.

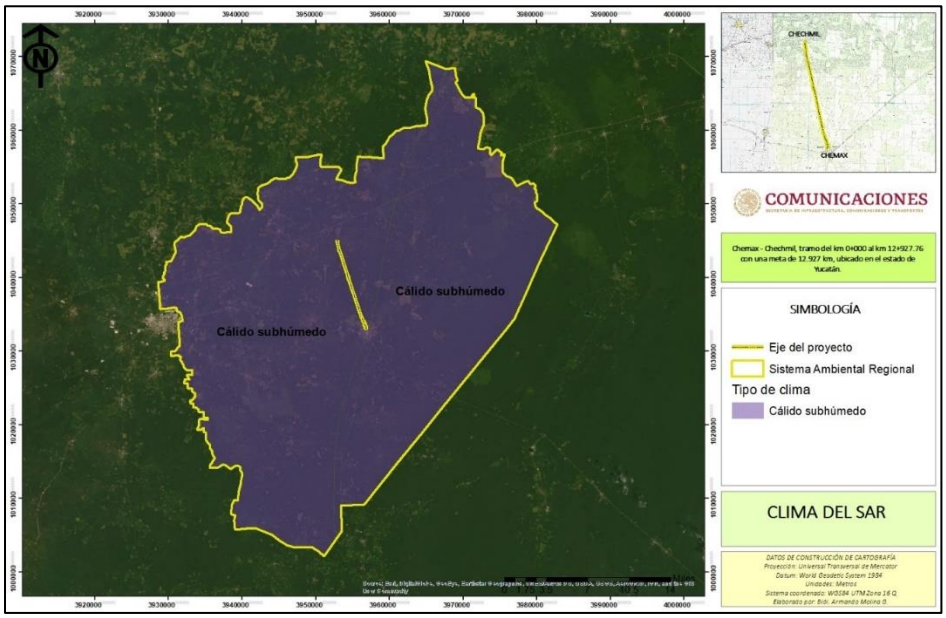

Figura 9. Clima presente en el sistema ambiental regional y área del proyecto.

Geomorfología

El sistema ambiental regional y área del proyecto, estos se encuentran en una zona de llanura.

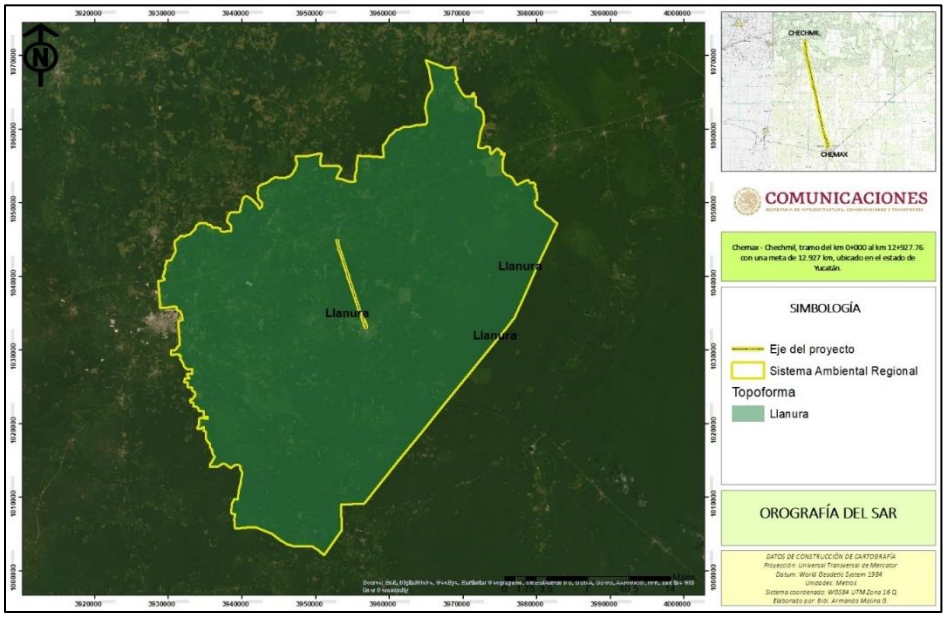

Figura 10. Sistema de topoformas presentes en el sistema ambiental regional y área del proyecto.

Edafología

Para el caso específico del sistema ambiental regional y área del proyecto, presenta 3 unidades edafológicas; (1) Luvisol, (2) Litosol y (3) Rendzina, siendo este el más abundante dentro del sistema ambiental regional y en el que se ubica la totalidad del proyecto. A continuación, se describen las características de los suelos presentes en el sistema ambiental regional.

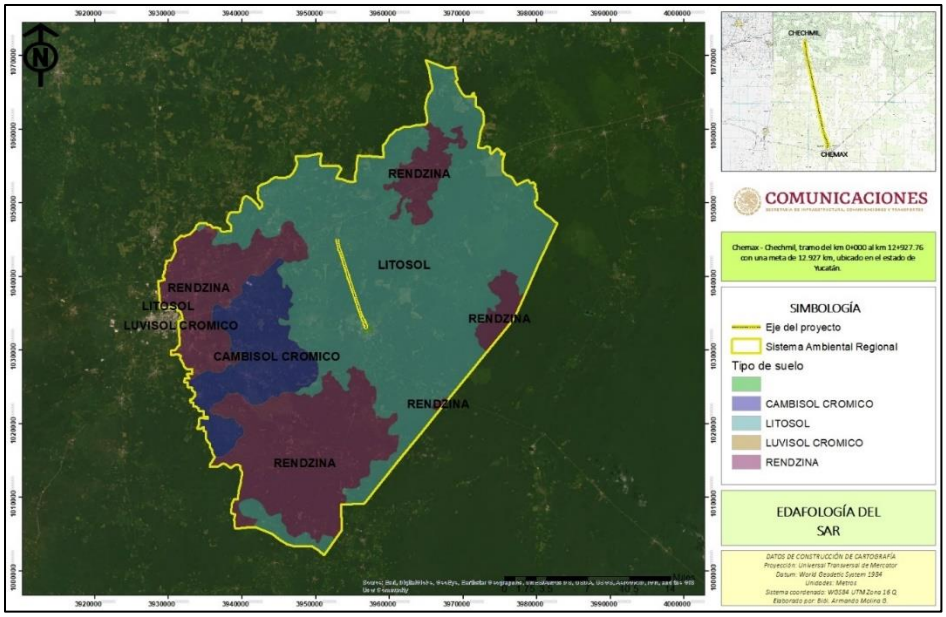

Figura 11. Edafología presente en el sistema ambiental regional y área del proyecto.

Hidrología superficial

El sistema ambiental regional se encuentra comprendido en las subcuencas denominadas "Mérida" y "Quintana Roo", pertenecientes a las cuencas denominadas "Yucatán" y "Quintana Roo", en la región hidrológica RH-32 "Yucatán norte" (INEGI, 2016); es importante mencionar, que el proyecto se ubica en su tota subcuenca Mérida perteneciente a la cuenca Yucatán en la región hidrológica Yucatán norte.

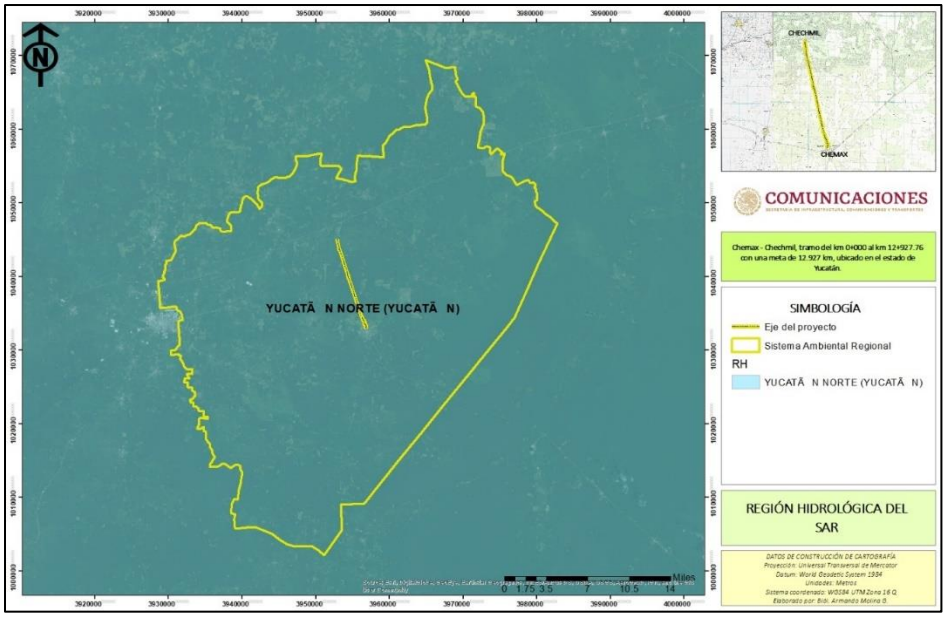

Figura 12. Región hidrológica en la que se encuentra el sistema ambiental regional y área del proyecto.

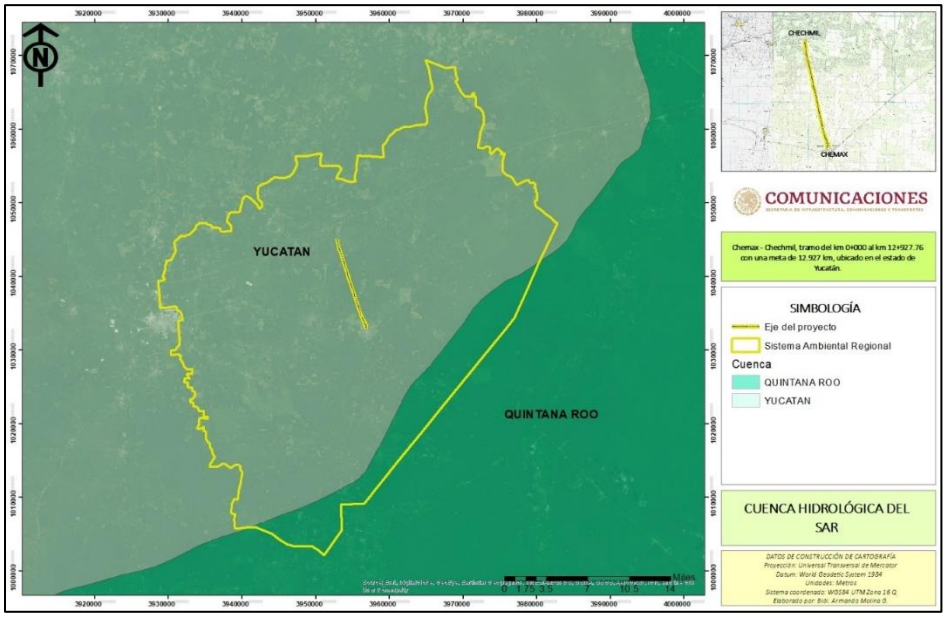

Figura 13. Cuenca hidrológica en la que se encuentra el sistema ambiental regional y área del proyecto.

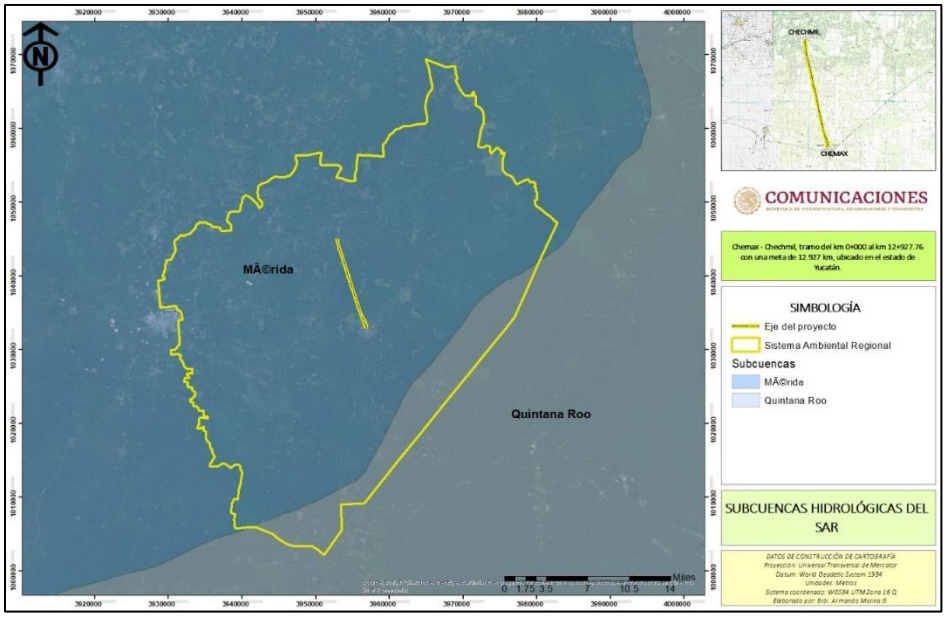

Figura 14. Subcuenca hidrológica en la que se encuentra el sistema ambiental regional y área del proyecto.

Medio Biótico

Regiones florísticas

El estado de Yucatán se ubica en su totalidad en la región florística del mismo nombre; por lo cual, el sistema ambiental regional y área del proyecto se encuentran dentro de la provincia florística denominada "Península de Yucatán". La Provincia de la Península de Yucatán, comprende probablemente el territorio íntegro de esta unidad fisiográfica, pero sus límites meridionales no se pueden determinar aún con exactitud. Incluye también al menos una parte de Belice y el Departamento de Petén en Guatemala. El clima es cálido y húmedo en la base de la Península y existe un gradiente de aumento de sequedad en dirección sureste-noroeste. La vegetación consiste primordialmente de bosques tropicales caducifolios, subcaducifolios y perennifolios. La flora, en general, presenta una gran similitud con la de la provincia anterior, pero destaca un número considerable de endemismos y, además, sus relaciones con las Antillas son más acentuadas que en cualquier otra parte de la República. Al igual que en las provincias de la Costa Pacífica y de la Costa del Golfo de México es notable el empobrecimiento de la flora hacia el noroeste. Los géneros de plantas vasculares sólo conocidos en la Península de Yucatán son los siguientes: *Asemnanthe, Beltrania, Goldmanella, Harleya, Plagiolophus*.

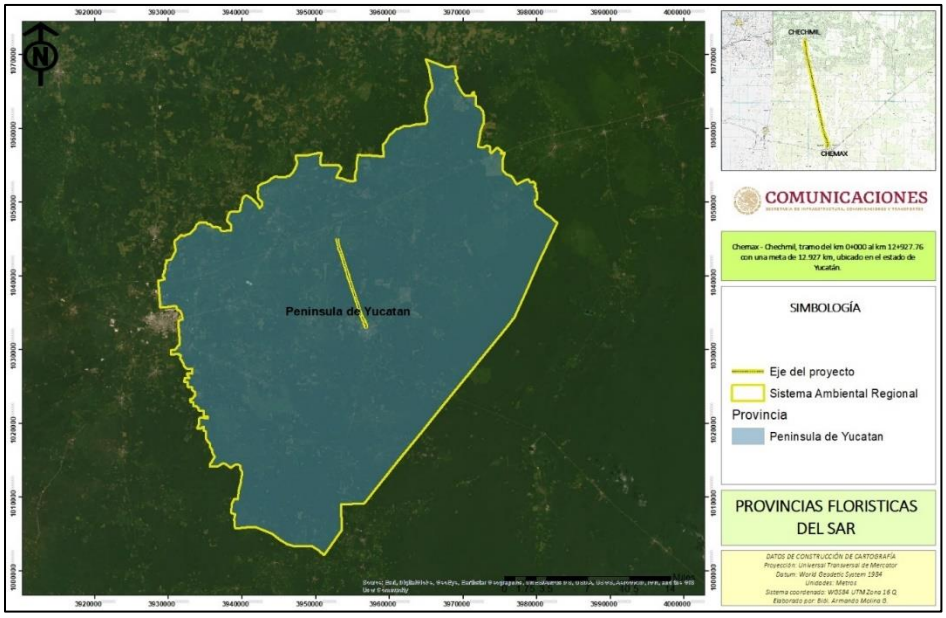

Figura 15. Provincia florística en que se encuentra el sistema ambiental regional y área del proyecto.

Uso de suelo y vegetación del SAR

De acuerdo INEGI se registran 7 usos de suelo y vegetación en base a la serie VII dentro del sistema ambiental regional, los cuales son;

ADV	Desprovisto de vegetación
AH	Asentamientos humanos
PC	Pastizal cultivado
SMQ	Selva mediana subperennifolia
TA	Agricultura de temporal
Vs/SMQ	Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
Vs/SMS	Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia

Durante los trabajos de campo realizados en la zona del proyecto, se identificó que en las colindancias del proyecto se presentan 3 tipos de uso de suelo y vegetación, (1) Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia (Vs/SMSc), agricultura de temporal anual (TAP) y asentamientos humanos (AH) pertenecientes a las localidades de Chemax y Chechmil.

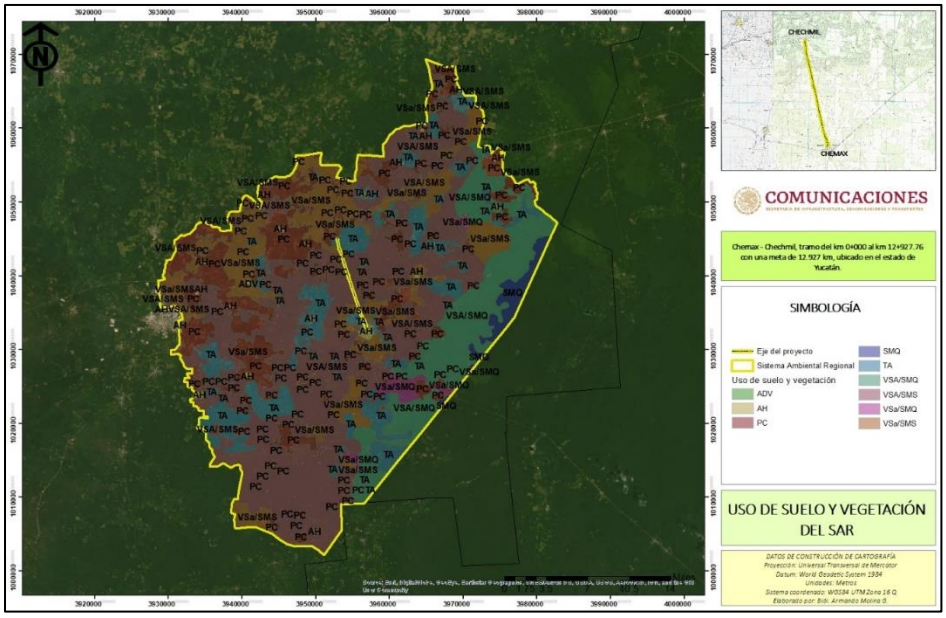

Figura 16. Uso de suelo y vegetación del sistema ambiental regional del proyecto.

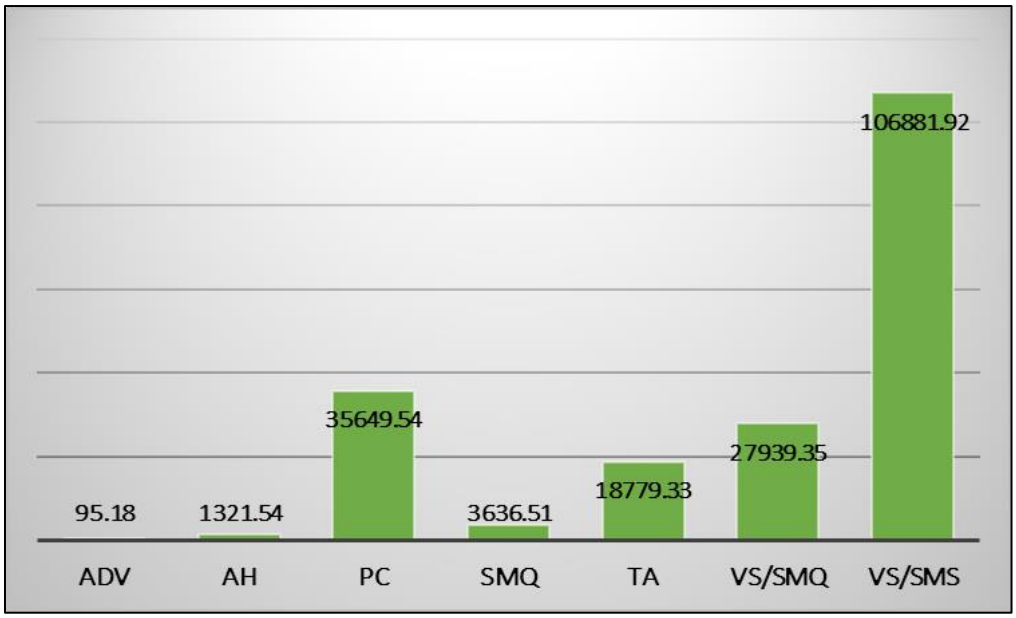

Figura 17. Comparativo de los usos de suelo y vegetación dentro del sistema ambiental regional.

Especies registradas en la zona del proyecto

Para el área del proyecto (AP) se realizaron 15 unidades muestrales en vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, los cuales se ubican en las siguientes coordenadas.

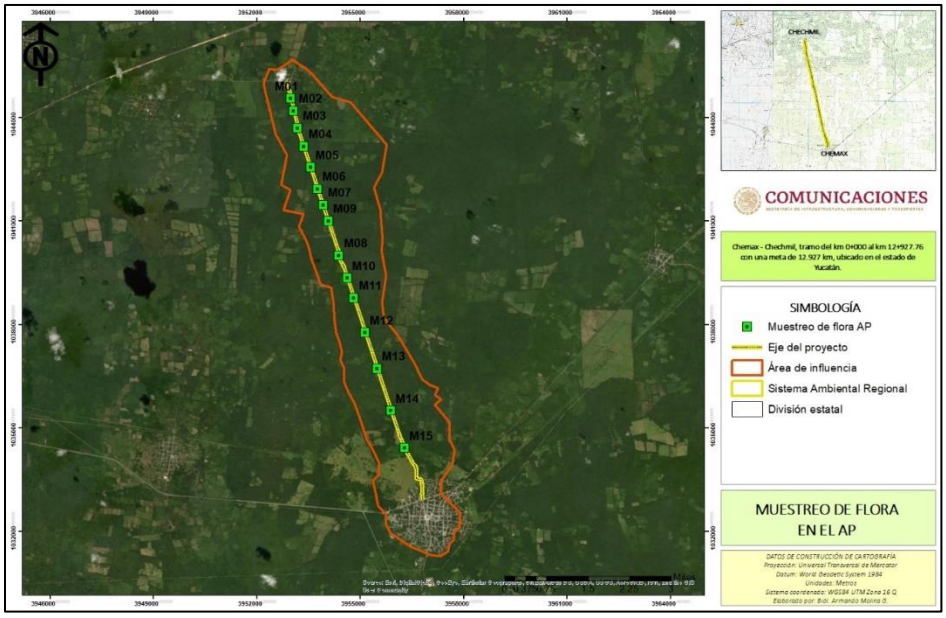

Figura 18. Ubicación de los sitios de muestreo dentro del AP.

Tabla 3. Listado de flora registradas en el AP.

Familia	Especie	Nombre común	Autoridad	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen prieto	(Jacq.) Urb.	Árbol	-
Annonaceae	*Annona reticulata*	Chirimoya corazón de buey	L.	Árbol	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	(L.) Sarg.	Árbol	-
Ehretiaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke	(Millsp.) Millsp.	Árbol	-
Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	Lunan	Árbol	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia schlechtendalii*	Cigarrillo	Boiss.	Árbol	-
Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	(Greenm.) Gagnon & G.P. Lewis	Árbol	-
Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	Palo fierro	(Jacq.) Britton & Rose	Árbol	-
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Canasín	Benth.	Árbol	-
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	(L.) Benth.	Árbol	-
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Barbasco	(L.) Sarg.	Árbol	-
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	Standl.	Árbol	-
Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Catzin negro	(S.F. Blake) Britton & Rose	Árbol	-
Fabaceae	*Senna atomaria*	Palo zorrillo	(L.) H.S. Irwin & Barneby	Árbol	-
Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Tepame	(Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger	Árbol	-
Malvaceae	*Ceiba schottii*	Ceiba yucateca	Britten & Baker f.	Árbol	-
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	Lam.	Árbol	-
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua	Standl.	Árbol	-
Malvaceae	*Luehea speciosa*	Algodoncillo	Willd.	Árbol	-
Malvaceae	*Thespesia populnea*	Clemón	(L.) Sol. ex Corrêa	Árbol	-
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	L.	Árbol	Pr

Familia	Especie	Nombre común	Autoridad	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Meliaceae	*Melia azedarach*	Árbol del paraíso	L.	Árbol	-
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Acahuite	L.	Árbol	-
Myrtaceae	*Pimenta dioica*	Pimienta gorda	(L.) Merr.	Árbol	-
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayán	(O. Berg) Nied.	Árbol	-
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	Liebm.	Árbol	-
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*	-	(H. Gross) S.F. Blake	Árbol	-
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Anisillo	Urb.	Árbol	-
Rubiaceae	*Randia longiloba*	Xkaax	Hemsl.	Árbol	-
Salicaceae	*Casearia thamnia*	-	(L.) T. Samar. & M.H. Alford	Árbol	-
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	L.	Árbol	-
Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Negrito	DC.	Árbol	-
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	L.	Árbol	-
Apocynaceae	*Cascabela thevetia*	Venenillo	(L.) Lippold	Arbusto	-
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Palma bambú	Burret	Arbusto	-
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Piñuela	L.	Arbusto	-
Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	(Jacq.) Sarg.	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Acalypha leptopoda*	Palo blanco	Müll. Arg.	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus souzae*	Chaya silvestre	McVaugh	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Croton cortesianus*	Palillo	Kunth	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Croton humilis*	Palillo	L.	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Croton malvaviscifolius*	-	Millsp.	Arbusto	-
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Calzoncillo	L.	Arbusto	-
Fabaceae	*Cajanus cajan*	Frijol de palo	(L.) Huth	Arbusto	-
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Motita morada	Benth.	Arbusto	-
Fabaceae	*Senna pallida*	Abejón	(Vahl) H.S. Irwin & Barneby	Arbusto	-
Fabaceae	*Senna villosa*	Sal-ché	(Mill.) H.S. Irwin & Barneby	Arbusto	-
Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Cornezuelo	(L.) Seigler & Ebinger	Arbusto	-
Malvaceae	*Sida rhombifolia*	Tlalamate	L.	Arbusto	-
Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	Kunth	Arbusto	-
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Coma de uña	L.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Chiococca alba*	Perlilla	(L.) Hitchc.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo	Jacq.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Retamo	Sw.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	L.	Arbusto	-
Solanaceae	*Solanum dasyanthum*	-	Brandegee	Arbusto	-
Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	L.	Arbusto	-
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de faisán	Kunth	Hierba	-
Araceae	*Monstera deliciosa*	Mano de léon	Liebm.	Hierba	-
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	(Cav.) Spreng.	Hierba	-

Familia	Especie	Nombre común	Autoridad	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	Burm. f.	Hierba	-
Cyperaceae	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	(L.) Sw.	Hierba	-
Iridaceae	*Cipura paludosa*	Chautillo	Aubl.	Hierba	-
Marantaceae	*Maranta arundinacea*	Azafrán	L.	Hierba	-
Orchidaceae	*Eulophia maculata*	Orquídea monja africana	(Lindl.) Rchb. f.	Hierba	-
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Bambú silvestre	(L.) Hitchc.	Hierba	-
Poaceae	*Paspalum fimbriatum*	-	Kunth	Hierba	-
Poaceae	*Urochloa fusca*	Piojillo granadilla	(Sw.) B.F. Hansen & Wunderlin	Hierba	-
Convolvulaceae	*Ipomoea steerei*	-	(Standl.) L.O. Williams	Planta escandente	-
Araceae	*Philodendron hederaceum*	Camote de sargotín	(Jacq.) Schott	Planta escandente	-
Araceae	*Syngonium podophyllum*	Chapiso	Schott	Planta escandente	-
Sapindaceae	*Cardiospermum halicacabum*	Bejuco tronador	L.	Planta escandente	-
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuco de costilla	L.	Planta escandente	-
Orchidaceae	*Catasetum integerrimum*	Cola de pato	Hook.	Epífita	-
Orchidaceae	*Trichocentrum oerstedii*	-	(Rchb. f.) R. Jiménez & Carnevali	Epífita	-
Cactaceae	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	(A. Schott) D.R. Hunt	Cactácea	-

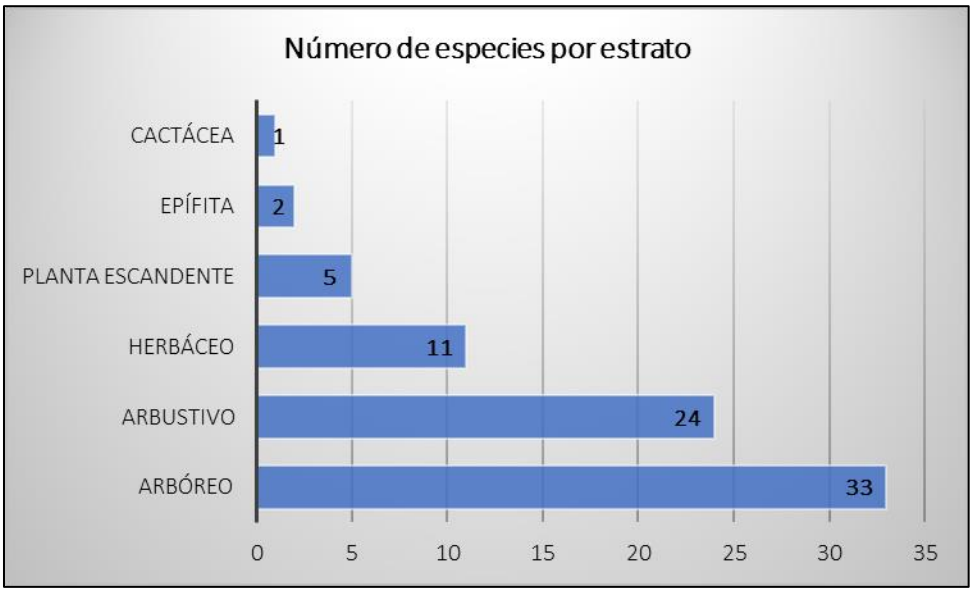

Figura 19. Grafico comparativo del número de especies registradas por estrato en el AP.

De las 76 especies registradas en el área del proyecto (AP) 33 pertenecen al estrato arbóreo, 24 al estrato arbustivo, 11 al estrato herbáceo, 5 son plantas escandentes, 2 epífitas y solo se identificó 1 cactácea, de las cuales solo 1 especies (*Cedrela odorata*) se encuentra en la categoría de protección especial (Pr) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo cual

se implementarán las acciones de prevención, mitigación y compensación para evitar causar desequilibrios en la población de esta especie.

Fauna silvestre del área de proyecto

Dentro del área del proyecto se colocaron 6 cámaras-trampa para las actividades de foto-trampeo y se realizaron 5 transectos con una longitud de 200 metros lineales.

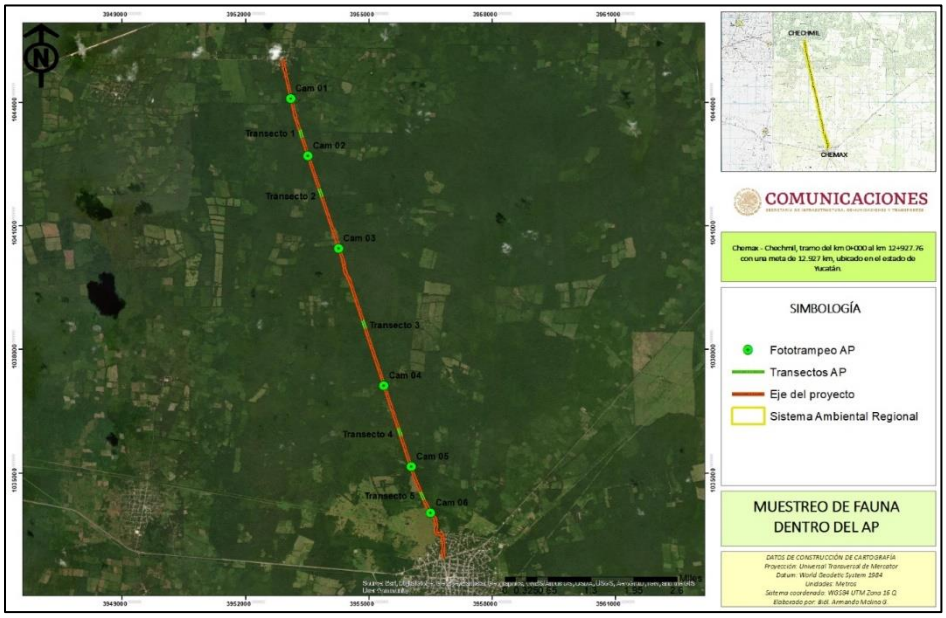

Figura 20. Ubicación de los sitios de muestreo de fauna dentro del AP.

Tabla 4. Listado de la fauna que se desplaza dentro del AP.

Grupo	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Mamíferos	*Sciurus deppei*	Ardilla tripocal	
	Didelphis virginiana	Tlacuache	
	Nasua narica	Coatí	
	Sylvilagus floridanus	Conejo de florida	
	Handleyomys rostratus	Raton hocicón	
Anfibios	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de hojarasca	
	Smilisca baudinii	Rana arboricola	
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Iguana cola negra	A
	Iguana iguana	Iguana verde	Pr
	Rhinoclemmys areolata	Tortuga de monte mojina	A
	Sceloporus chrysostictus	Lagartija espinoza pintas amarillas	
	Holcosus undulatus	Lajartija arcoiris	
	Anolis lemurinus	Anolis fantasma	
	Scincella cherriei	Eslizón pardo	
	Mesoscincus schwartzei	Eslizón yucateco	
Aves	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón de cejas	

Grupo	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
	Piranga rubra	Tángara roja	
	Saltator grandis	Pepitero	
	Zenaida asiatica	Tortola aliblanca	
	Mimus gilvus	Cenzontle	
	Amazona albifrons	Loro frente blanca	
	Archilochus colubris	Colibrí garganta roja	
	Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	
	Vermivora chrysoptera	Chipe alas amarillas	
	Mionectes oleagineus	Mosquero acanelado	
	Icterus mesomelas	Turpial de cola amarilla	
	Icteria virens	Chipe grande	
	Myiozetetes similis	Mosquero	
	Quiscalus mexicanus	Zanate	
	Streptopelia decaocto	Tortola turca	
	Tolmomyias sulphurescens	Pico chato grande	
	Empidonax minimus	Mosquero mínimo	
	Coragyps atratus	Zopilote cabeza negra	
	Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	
	Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	
	Crotophaga sulcirostris	Garrapateri pijuy	
	Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	
	Tyrannus couchii	Tirano cuir	

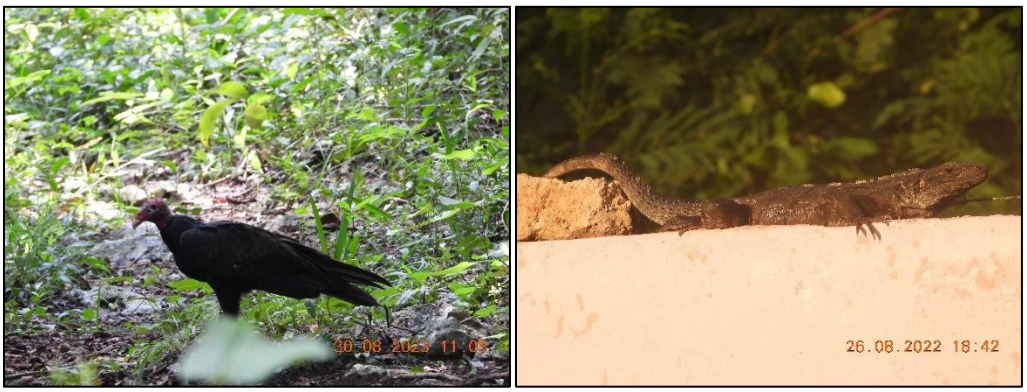

Figura 21. Evidencia de la fauna registrada en el AP.

De las 38 especies registradas en el sistema ambiental regional, 5 son del grupo de los mamíferos, 2 al grupo de los anfibios, 8 al grupo de los reptiles y 23 al grupo de las aves, de las cuales *Ctenosaura similis* (A), *Iguana iguana* (Pr) y *Rhinoclemmys areolata* (A) se encuentran dentro de la NOM – 059 – SEMARNAT – 2010, para lo cual, se implementarán las acciones de prevención, mitigación y compensación adecuadas para no causar desequilibrio en las poblaciones de estas especies.

Áreas de importancia ecológica

Áreas naturales protegidas

El Sistema Ambiental Regional ni el proyecto se encuentra dentro de alguna ANP federal, estatal o municipal, por lo que no se pondrá en riesgo la biodiversidad ni especies de interés ecológico; sin embargo, se establecerán las acciones de prevención y mitigación para evitar causar desequilibrios ambientales dentro del SAR.

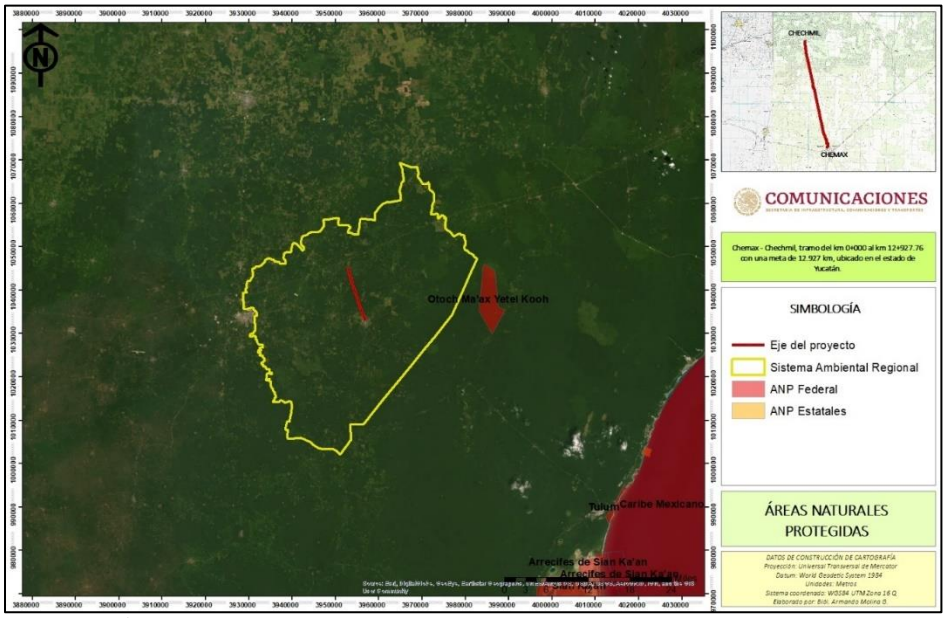

Figura 22. Áreas naturales protegidas de carácter federal y estatal cercanas al proyecto.

Áreas de importancia para la conservación de las aves

El proyecto no se encuentra dentro de alguna AICA, pero el Sistema Ambiental Regional limita con la AICA “Corredor central Vallarta – Punta laguna”, la cual se localiza entre los estados de Quintana Roo y Yucatán. Es una región muy aislada, de alto endemismo y riqueza en todos los grupos y presencia de especies de distribución restringida. A pesar de que el Sistema Ambiental Regional no se encuentra dentro de la AICA, sin embargo, el proyecto implementará las acciones de prevención y mitigación para evitar causar desequilibrios ambientales en la avifauna del área del proyecto.

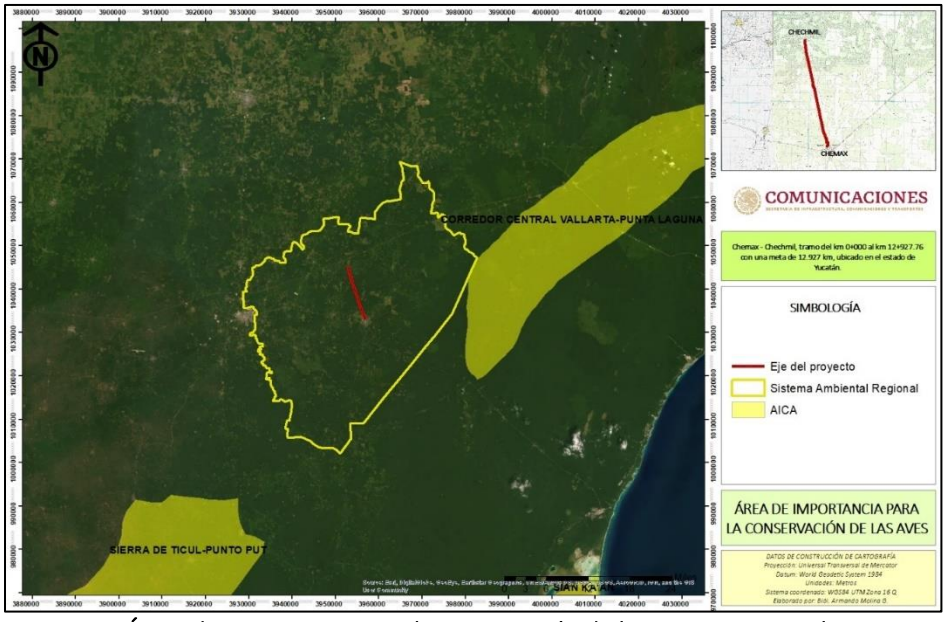

Figura 23. Áreas de importancia para la conservación de las aves cercanas al proyecto.

Regiones terrestres prioritarias

El SAR ni el área del proyecto se encuentran dentro de laguna RTP, sin embargo, se implementarán las acciones de prevención y mitigación para evitar causar desequilibrios ambientales en el área del proyecto.

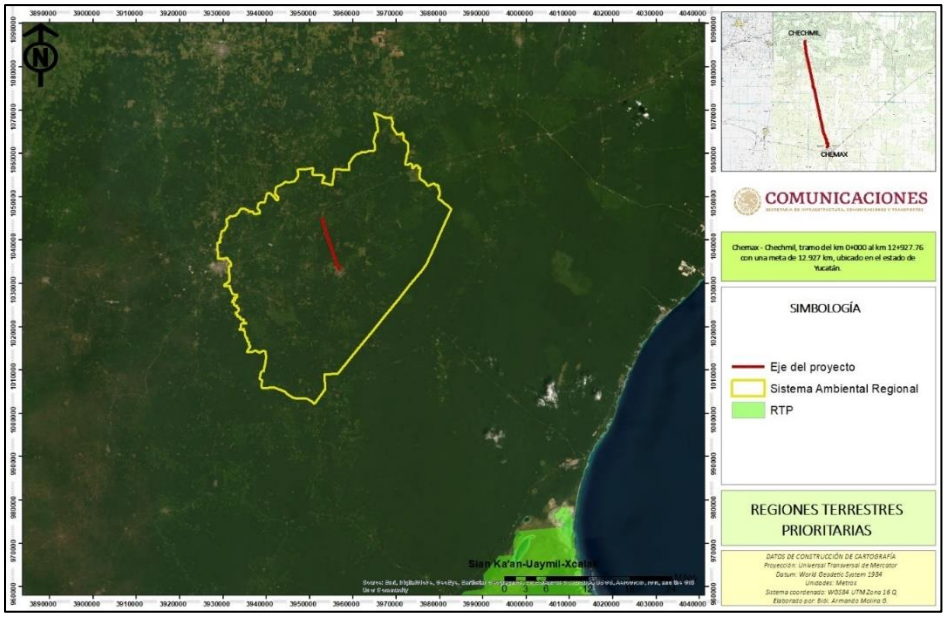

Figura 24. Regiones terrestres prioritarias cercanas al proyecto.

Regiones hidrológicas prioritarias

El SAR y área del proyecto no se encuentran dentro de alguna RHP, sin embargo, se implementarán las acciones de prevención y mitigación para evitar causar desequilibrios en las aguas subterráneas en el área del proyecto.

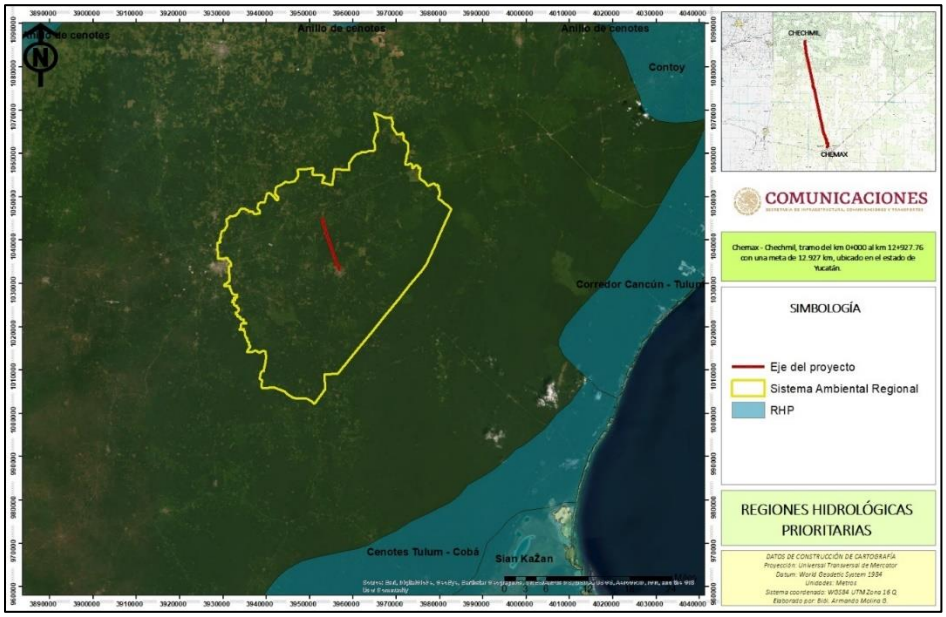

Figura 25. Regiones hidrológicas prioritarias en las que se ubica el SAR y proyecto.

Sitios Ramsar

El Sistema Ambiental ni el área del proyecto no se encuentran cercanos a algún Sitio Ramsar, por lo que no se pondrá en riesgo el estado de conservación de estos sitios, sin embargo, se implementarán las acciones de prevención y mitigación para evitar causar desequilibrios ambientales en el área del proyecto.

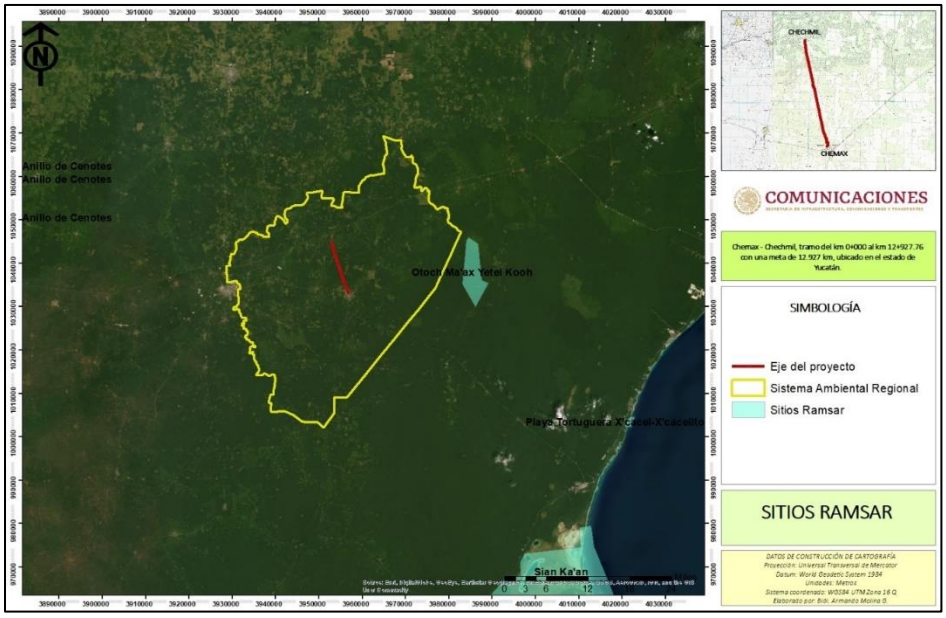

Figura 26. Sitios Ramsar cercanos al SAR y proyecto.

Anillo de cenotes

El sistema ambiental regional y el proyecto no cruza ningún cenote, el más cercano se ubica a 667 metros del eje del proyecto, por lo cual se encuentra fuera de la línea de ceros y del derecho de vía, por lo que este cenote no será afectado por el proyecto.

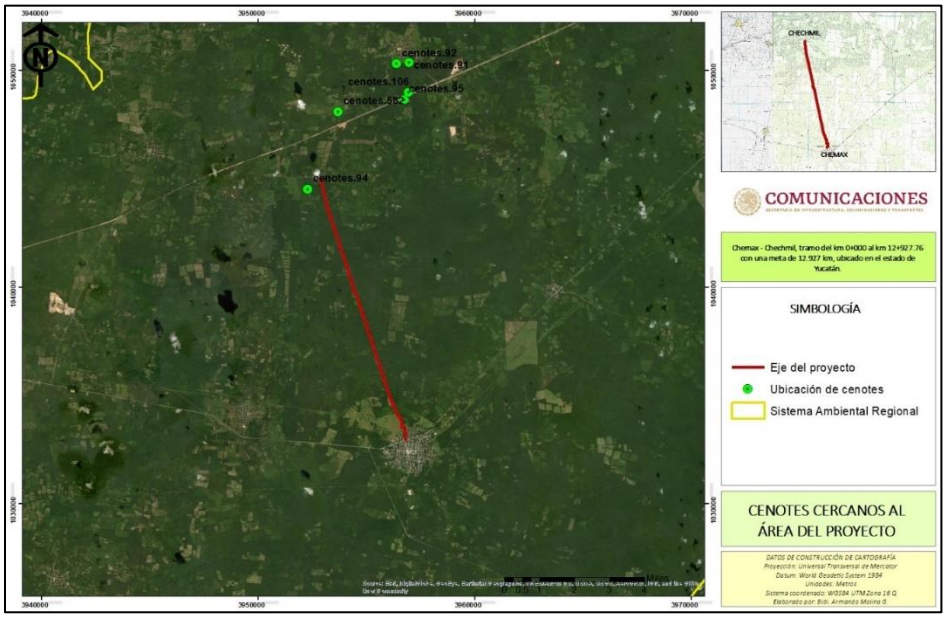

Figura 27. Cenotes cercanos al proyecto.

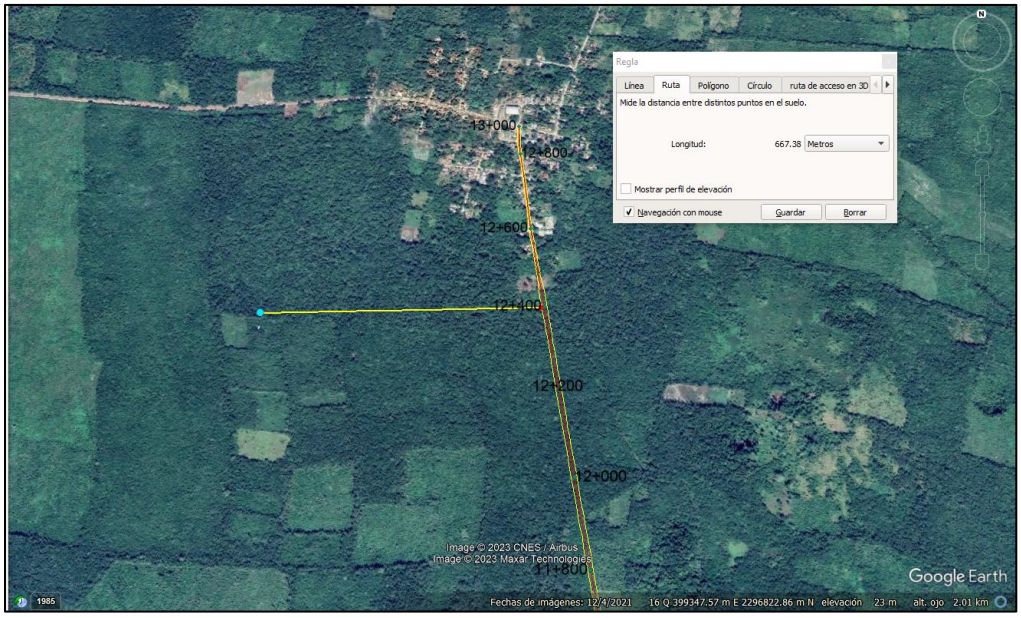

Figura 28. Distancia del cenote con la línea de ceros del proyecto. Fuente: CONABIO-CONAGUA.

Ordenamiento ecológico aplicable

Una UGA es la unidad mínima territorial en la que se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales de política territorial, aunados con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos del manejo de estos recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad. Este concepto tiene sus orígenes en la identificación de unidades homogéneas que compartan características naturales, sociales y productivas, así como una problemática ambiental actual. Esto con la finalidad de orientarlas hacia una aplicación de la política territorial. La identificación de unidades territoriales homogéneas enfocadas hacia la planeación territorial y el manejo de recursos naturales tienen su antecedente más directo en el proceso de regionalización (ambiental o ecológica) y en la ecología del paisaje. Las unidades resultantes pueden ser segmentadas en función de las características económicas que encontremos en las comunidades, las características sociales y culturales de la población que ahí habita, o bien por la presencia de conflictos o problemas ambientales. También pueden ser subdivididas por cuestiones de competencias en la aplicación de la administración. La construcción de este tipo de unidades parte de la identificación de unidades homogéneas y la vinculación con sus características socioeconómicas y culturales; por lo que el proyecto se ubica en las UGAs 1.2F "*Planicie Chemax - Oriente*" y 1.2E "*Planicie Sotuta – Valladolid – Calotmul*" de acuerdo al POET del estado de Yucatán.

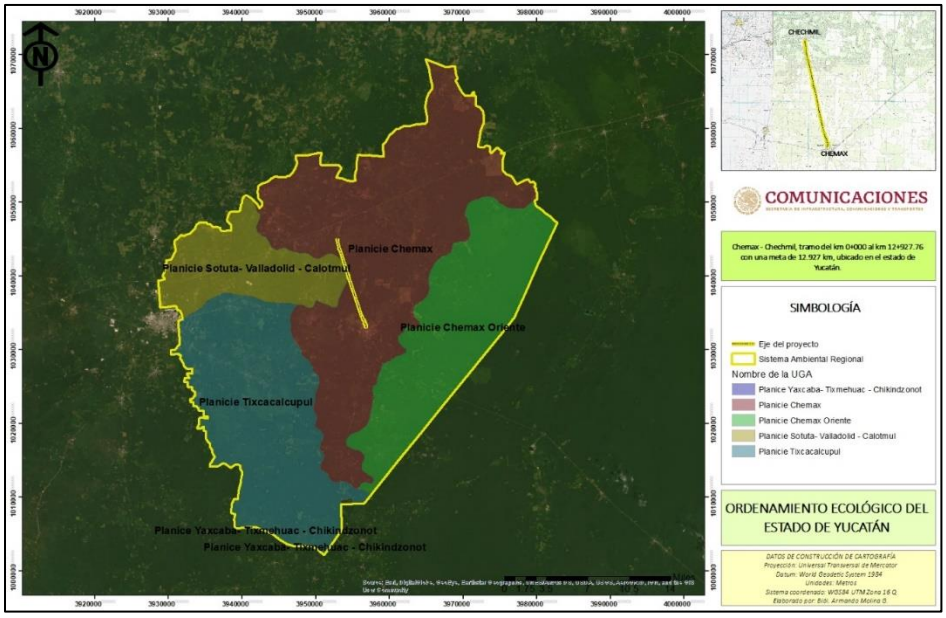

Figura 29. Ubicación del proyecto dentro del OET del estado de Yucatán.

Tabla 5. Descripción de las UGAs en la que se encuentra el proyecto de acuerdo al POET del estado de Yucatán.

UGA	Nombre de la UGA	Política	Uso principal	Usos	Criterios ecológicos
1.2E	Planicie Sotuta-Valladolid - Calotmul	Aprovechamiento	Agricultura	Predominante Agricultura. Compatible Asentamientos humanos, turismo alternativo, actividades cinegéticas y agroforestería. Condicionado Industria y ganadería extensiva. Incompatible Bancos de extracción de materiales pétreos y porcicultura.	**P** – 1, 2, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16. **C** – 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13. **A** – 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, **R** – 1, 5, 6, 8, 9.
1.2F	Planicie Chemax Oriente	Conservación	Conservación y manejo de ecosistemas	Predominante Conservación y manejo de ecosistemas. Compatible Apicultura, silvicultura, actividades cinegéticas y agroforestería. Condicionado Agricultura tecnificada. Incompatible Industria y ganadería extensiva o semi-extensiva, bancos de extracción de materiales pétreos y campos de golf.	**P** – 1, 2, 3, 5, 9, 12, 13, 14, 16. **C** – 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 13. **A** – 1, 2, 3, 4, 5, 13, 14, 21. **R** – 1, 5, 6, 11, 16.

Impactos ambientales

Las fuentes de cambio que constituyen básicamente las actividades del proyecto por etapas, y también algunos aspectos derivados de tales actividades como son la generación de aguas residuales, residuos sólidos y emisiones a la atmósfera.

1. Etapa de Preparación del sitio:

- Desmonte.
- Despalme.
- Nivelación y compactación del suelo.
- Generación de residuos sólidos no peligrosos.
- Generación de aguas residuales.
- Movimientos y operación de equipo y maquinaria.
- Transporte y uso de combustibles.
- Operación de plantas eléctricas de energía.
- Uso de diésel y otros combustibles.
- Generación de ruido.



Figura 30. Ejemplos de la desmonte y despalme del sitio del proyecto.

2. Etapa de Construcción de la obra:

- Operación de maquinaria de construcción.
- Uso de diésel y otros combustibles.
- Revestimiento.
- Asfaltado.
- Obtención de agua de servicios.
- Generación de residuos sólidos y aguas residuales.
- Terminados y acabados.
- Generación de ruido.



Figura 31. Terminado de terracerías y pavimentación de un camino similar.

3. Etapa de Operación y mantenimiento

- Uso de diésel y otros combustibles.
- Bacheo.
- Generación de residuos.
- Generación de ruido.



Figura 32. Actividades de mantenimiento correctivo.

Los componentes del ambiente son todos aquellos elementos que forman parte del SAR, como factores físicos, biológicos y socioeconómicos. De acuerdo con Garmendia *et al*. (2006) los factores que pudieran ser afectados por las fuentes de cambio del proyecto son las siguientes:

Tabla 6. Componentes ambientales posibles a afectar

COMPONETES AMBIENTALES		
MACROFACTOR	FACTOR	COMPONENTE
Factores Físicos	Atmosférico	Microclima.
		Temperatura.
		Humedad relativa.
		Calidad de aire.
	Geomorfológicos	Bancos de material.
		Relieve.
	Suelos	Tipo de suelo, calidad y uso.
		Cambio de uso de suelo.
		Erosión.
		Compactación del suelo.
	Agua	Disponibilidad.

COMPONETES AMBIENTALES		
MACROFACTOR	FACTOR	COMPONENTE
		Afectación del nivel freático.
		Alteración de los cause.
		Pozos.
		Calidad.
Factores Biológicos	Vegetación	Tipo de vegetación.
		Zona y tipo de cultivo.
		Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
		Especies de interés ecológico
		Especies de interés comercial y turístico.
		Corredores biológicos.
		Cobertura de la vegetación.
	Fauna	Tipo de fauna (mamíferos, reptiles, anfibios y aves).
		Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
		Especies de interés ecológico.
		Especies de interés comercial y turístico.
		Corredores biológicos.
	Procesos ecológicos	Aspectos reproductivos.
		Comportamiento.
		Cadenas tróficas.
		Hábitat.
		Diversidad y abundancia.
Factores estéticos y de interés humano	Paisaje	Vista panorámica agradable.
	Áreas Protegidas	Áreas Naturales Protegidas.
	Poblaciones	Asentamientos humanos.
		Densidad.
		Migración.
		Patrones culturales.
		Salud y seguridad
		Medios de comunicación y transporte
	Económicos	Sistemas productivos
		Empleo.
		Vivienda.
		Servicios.
		Plusvalía.

Todos los factores mencionados en la tabla anterior se encuentran englobados en el Sistema Ambiental Regional y ninguno de ellos sobrepasará este límite, por lo que podrán ser prevenidos, mitigados y compensados por las obras y actividades descritas en el capítulo VI de esta MIA-R.

En la siguiente tabla se muestran las afectaciones a la estructura del SAR para cada etapa del proyecto; en la primera columna se incluye la fuente de cambio (acciones del proyecto), en la segunda columna se incluye el impacto sobre el componente ambiental y en la tercera columna es señalada la afectación de cada impacto en la estructura del sistema ambiental; por lo que para el proyecto se consideran las siguientes afectaciones que se encuentran relacionadas con las obras y actividades del capítulo II de esta MIA-R.

Tabla 7. Afectaciones a las estructuras y funciones del sistema regional ambiental

AFECTACIÓN A LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Fuente de cambio (Acción del proyecto)	**Impacto**	**Afectaciones a la estructura del sistema Ambiental.**
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO		
Factores atmosféricos		
Despalme	Pérdida de la cobertura vegetal y la capa superficial del suelo, modificaciones en los ciclos microambientales.	Microclima, temperatura, humedad relativa y calidad del aire.
Terraplenes.	Movimiento de material de suelo y emisión de partículas suspendidas (polvo).	
Nivelación y compactación del suelo.	Compactación y pérdida de la productividad del suelo, además de emisiones a la atmósfera y ruido.	Relieve y afectará el desarrollo de la cobertura vegetal en la trayectoria del trazo, además del incremento de la temperatura y afectar la calidad del aire.
Generación de residuos sólidos no peligrosos.	Contaminación atmosférica y afectación al paisaje.	Calidad del aire y contaminación visual.
Movimiento y operación de maquinaria.	Emisiones a la atmósfera de gases y partículas suspendidas, además del ruido ambiental y la alteración a los factores geomorfológicos.	Incremento en la temperatura y disminución en la calidad del aire, además de la generación de ruido influyendo en el comportamiento de la fauna de la zona.
Operación de plantas generadoras de energía eléctrica.	Emisiones de gases y ruido a la atmosfera.	
Uso de diésel y otros combustibles.	Emisión de gases tóxicos a la atmosfera	
Generación de ruido.	Contaminación del aire.	
Factores asociados al suelo		
Limpieza del sitio.	Pérdida del suelo y modificaciones de los ciclos biogeoquímicos.	Erosión y compactación del suelo modificando la cobertura vegetal y estructura del suelo además del tipo de relieve
Terraplenes.	Modificación en la estructura y estabilización del suelo.	
Nivelación y compactación del suelo.	Modificaciones de los ciclos biogeoquímicos.	
Generación de residuos sólidos no peligrosos.	Amontonamiento de materiales al aire libre y basura.	Contaminación del suelo y afectación al paisaje.
Generación de aguas residuales.	Sobre la contaminación de cuerpos de agua.	Posible contaminación de cuerpos de agua por la generación de aguas grises.
Movimiento y operación de maquinaria.	Modificaciones de los ciclos biogeoquímicos.	Compactación del suelo.
Uso de Diesel y otros combustibles.	Posibles derrames.	Contaminación del suelo.
Factores asociados con el agua		
Deshierbe.	Recarga del manto freático y contaminación del agua.	Disponibilidad y nivel del manto freático, alteración de los cauces.
Terraplenes.	Posible modificación de las escorrentías naturales.	Erosión y arrastre de material de suelo a los escurrimientos naturales.

AFECTACIÓN A LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Fuente de cambio (Acción del proyecto)	**Impacto**	**Afectaciones a la estructura del sistema Ambiental.**
Nivelación y compactación del suelo.	Pérdida de la infiltración del agua al subsuelo y aumento de los escurrimientos.	Afectación en cuanto a la captura y retención del agua.
Generación de residuos no peligrosos y aguas residuales.	Obtención de agua para los servicios que podrá ser contaminada y generación de aguas residuales mediante las necesidades fisiológicas de los trabajadores.	Posible contaminación de los escurrimientos y cuerpos de agua superficiales o subterráneos deteriorando la calidad del agua.
Transporte de combustible.	Posibles derrames de combustible.	
Factores asociados a la vegetación		
Despalme y desmonte	Pérdida de la vegetación en el área de ceros del proyecto.	Pérdida de la cobertura vegetal y modificación en cuanto a su composición.
Terraplenes.	Modificación de la estructura y relieve del suelo que promoverá la regeneración de la vegetación pionera en la revegetación de la zona.	
Nivelación y compactación del suelo.	Pérdida de la fertilidad del suelo.	Dificultad para el establecimiento de la vegetación pionera en la revegetación.
Factores asociados a la fauna		
Despalme, desmonte y limpieza del sitio	Eliminación de la vegetación herbácea del área de ceros del proyecto.	Eliminación de los hábitats aledaños al proyecto y desplazamiento de las especies faunísticas a zonas no alteradas.
Movimientos y operación de maquinaria.	Ahuyentamiento de las especies faunísticas.	
Transporte y uso de combustible.	Durante el transporte de combustible se pueden producir atropellamientos de la fauna de la zona, además de que descuidos en el uso del combustible pueden ocasionar intoxicación de las especies faunísticas expuestas.	Podría ocasionar muerte y pérdida de la diversidad faunística de la zona, sin embargo, es importante mencionar que la fauna ha estado sujeta a la alteración por la apertura de la carretera.
Generación de ruido.	Provocará estrés y modificaciones en las conductas de la fauna cercana al proyecto.	Desplazamiento a zonas sin perturbación.
Factores asociados a los procesos ecológicos		
Despalme y desmonte	Reducción de la cobertura vegetal.	Disminución de los componentes ambientales de la zona.
Terraplenes.	Cambio en la estructura del suelo y el relieve de la zona.	Nivelación del terreno para llevar a cabo la modernización del camino.
Generación de residuos sólidos no peligrosos y aguas residuales.	Contaminación del ambiente.	Afectación en el comportamiento de los componentes ambientales (fauna y vegetación), además del decremento de las condiciones naturales de la zona.
Factores asociados al paisaje		
Preparación en general del sitio.	Alteración del paisaje.	Afectación a la vista panorámica de la zona, durante la

AFECTACIÓN A LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Fuente de cambio (Acción del proyecto)	**Impacto**	**Afectaciones a la estructura del sistema Ambiental.**
		construcción sin olvidar que el paisaje corresponde a una zona plana, una zona impactada por las actividades antropogénicas.
Factores asociados a la población		
Preparación en general del sitio.	Incremento y formación de empleos temporales para los habitantes de la zona.	Generación de oportunidades diferentes a las cotidianas de la zona, además de la obtención de nuevas alternativas para obtener bienes y servicios.
Generación de todo tipo de residuos.	Factores asociados a los procesos socioeconómicos mediante la sustentabilidad.	Servicios municipales y locales.
ETAPA: CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA		
Factores atmosféricos		
Operación de maquinaria de construcción.	Emisión de gases y la incorporación de partículas suspendidas.	
Uso de diésel y otros combustibles.	Generación de CO_2.	
Revestimiento.	Incorporación de partículas suspendidas.	
Asfaltado.	Generación de gases tóxicos procedentes del calentamiento del chapopote.	Emisión de gases al ambiente, además de incrementar la temperatura a nivel local.
Terminado y acabado.	Emisión de gases de aerosol mediante el uso de pinturas para la señalización de la carretera.	Contaminación del aire por gases de aerosol CO_2, SO_3 y NO_3 y algunos hidrocarburos.
Uso de diesel y otros combustibles.	Emisión de gases procedentes de hidrocarburos.	
Generación de ruido.	Los trabajos en su mayoría generarán ruido.	Contaminación del ambiente por ruido.
Factores geomorfológicos		
Cimentación de obras de drenaje menor.	Modificación en la conformación del suelo e incorporación de agentes externos (Cemento, cal, arena, rocas).	Compactación del suelo y la pérdida total de la productividad del mismo.
Operación de maquinaria de construcción.	Compactación del suelo.	
Revestimiento.	Incorporación de materiales como grava o granzón.	
Asfaltado.	Incorporación del asfaltado de 7 m correspondientes a la construcción de una carretera tipo D.	
Factores asociados al suelo		
Cimentación de obras de drenaje menor.	Modificación de los componentes naturales del suelo, además de la incorporación de agentes externos como lo son los materiales de cementación y asfaltado. Y la Compactación del suelo.	Compactación y pérdida total de la productividad del suelo.
Operación de maquinaria de construcción		
Revestimiento.		
Asfaltado.		

AFECTACIÓN A LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Fuente de cambio (Acción del proyecto)	Impacto	Afectaciones a la estructura del sistema Ambiental.
Uso de diésel y otros combustibles.	Contaminación del suelo, en caso de un posible derrame accidental.	Contaminación del suelo.
Generación de residuos sólidos.	Contaminación del suelo por medio de basura y materiales ajenos a los naturales.	
Factores asociados al agua		
Cimentación de obras de drenaje menor.	Compactación del suelo.	Disminución de la infiltración del agua al subsuelo.
Obtención de agua de servicios.	Disponibilidad del agua.	Disponibilidad de agua superficial o subterránea.
Revestimiento y asfaltado.	Aumento de la escorrentía.	Aumento de la escorrentía y poca retención del agua causando erosión.
Generación de aguas residuales.	Contaminación del agua por aguas grises y la posible contaminación del agua en caso de derrame de combustible.	Disminución en la calidad del agua.
Uso de diésel y otros combustibles.		
Factores asociados a la vegetación		
Construcción del tramo carretero	Modificación del suelo.	Compactación y pérdida de la capacidad productiva del suelo en el área de ceros.
Factores asociados a la fauna		
Construcción del tramo carretero	Pérdida y modificación de los hábitats en la trayectoria del proyecto, adema de la generación de ruidos por los trabajos a realizar.	Desplazamiento de la fauna a zonas no perturbadas.
Factores asociados a los procesos ecológicos		
Construcción del tramo carretero.	Disminución de la biodiversidad y abundancia de las especies faunísticas y la alteración de los procesos ecológicos de la zona.	Modificación de los procesos ecológicos durante los trabajos de modernización.
Factores asociados al paisaje		
Construcción del tramo carretero.	Alteración visual al paisaje.	Cambio en el paisaje, mediante la modernización del tramo carretero.
Factores asociados a la población		
Construcción del tramo carretero.	Mejora de las vías de comunicación, además de la creación de fuentes de empleo.	Mejora en la calidad de vida de los habitantes y elevar la plusvalía a los terrenos aledaños a la carretera.
ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
Factores atmosféricos		
Limpieza y mantenimiento de la carretera tipo D.	Emisiones contaminantes y partículas suspendidas al aire.	Disminución en la calidad del aire.
Uso de diésel y otros combustibles.		
Generación de ruido.	Contaminación por ruido.	

AFECTACIÓN A LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Fuente de cambio (Acción del proyecto)	**Impacto**	**Afectaciones a la estructura del sistema Ambiental.**
Factores asociados al suelo		
Generación de residuos de todo tipo.	Contaminación del suelo por basura y residuos del asfalto.	Contaminación del suelo.
Uso de combustibles.		
Limpieza y mantenimiento de la carretera.		
Factores asociados con el agua		
Uso de combustibles.	Contaminación del agua por posibles derrames de combustible y aumento de escurrimientos impidiendo la retención del agua.	Contaminación del agua y disminución en la cantidad y calidad del agua.
Generación de residuos de todo tipo.	Contaminación del agua.	
Factores asociados a la vegetación		
Uso de combustibles.	Daños a la vegetación aledaña.	Disminución de la biodiversidad de la vegetación en las inmediaciones del camino.
Limpieza y mantenimiento del camino.	Deshierbe.	
Factores asociados a la fauna		
Uso de combustibles.	Desplazamiento de sus hábitats.	Disminución local de la biodiversidad mediante el desplazamiento de las comunidades faunísticas a zonas sin perturbación.
Generación de residuos de todo tipo.	Alteración de los patrones naturales de comportamientos.	
Limpieza y mantenimiento del camino.	Desplazamiento de sus hábitats y/o captura de especies exóticas.	
Factores asociados a los procesos ecológicos		
Generación de residuos de todo tipo.	Alteración de los patrones naturales de comportamiento.	Disminución local de la biodiversidad.
Generación de ruido.		
Limpieza y mantenimiento de la carretera.	Desplazamiento de sus hábitats naturales.	
Factores asociados al paisaje		
Presencia física de la carretera tipo D.	Alteración visual del paisaje.	Vista panorámica del paisaje mediante la ampliación de la vía de comunicación.
Factores asociados a la población		
Uso de combustibles y generación de todo tipo de residuos.	Riesgos en la salud y seguridad de los trabajadores y usuarios.	Salud y seguridad.
Factores asociados a los procesos económicos		
Generación de todo tipo de residuos.	Abastecimiento de los servicios municipales.	Servicios municipales.
Presencia física de la carretera tipo D.	Valor adicional a las propiedades aledañas.	Plusvalía a los terrenos cercanos.

Para la valoración de los impactos ambientales, se aplicó una fórmula de las más comunes para calcular la importancia de los impactos, (*Garmendia et. al. 2006*).

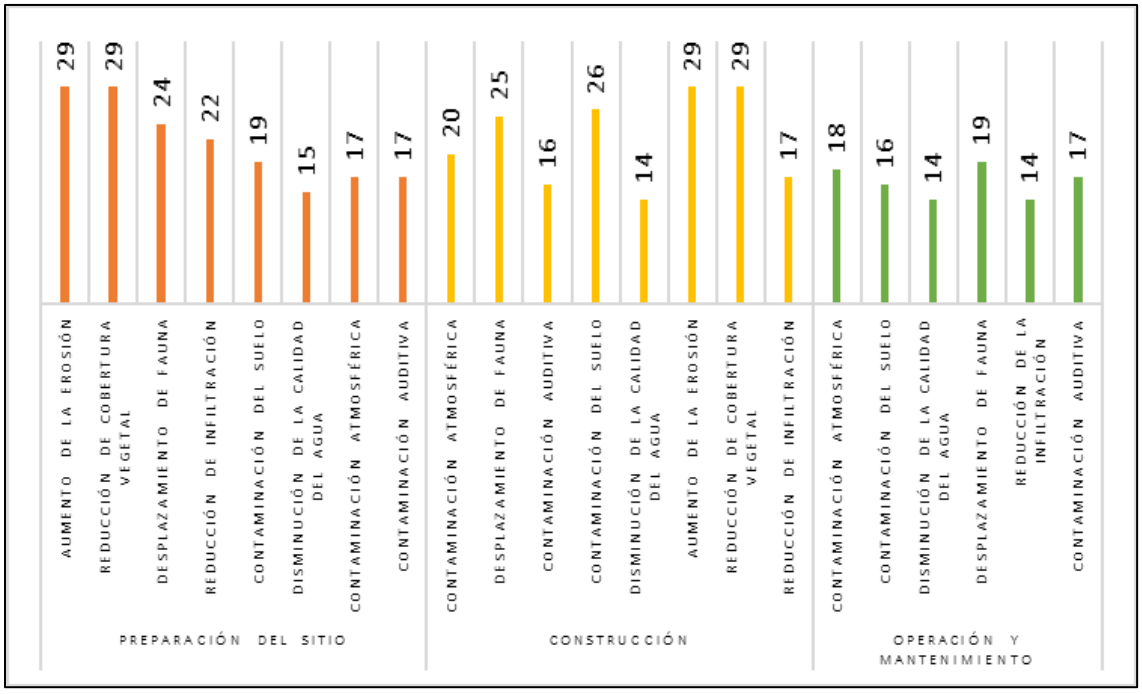

Figura 33. Grafico comparativo de la valoración de los impactos ambientales generados en la etapa de preparación del sitio.

El impacto ambiental más significativos a la calidad ambiental durante la etapa de preparación del sitio para el proyecto de construcción del es el despalme, desmonte, nivelación y compactación de área del camino, que ocasionará los mayores impactos ambientales, como la reducción de la cobertura vegetal, aumento de la erosión y desplazamiento de la fauna silvestre, aunque es importante mencionar, que el actual camino recibe constante mantenimiento, por lo cual ya se encuentra compactado y el área del camino actual ha perdido la mayor parte de su capacidad natural, como recurso no renovable, sin embargo, al realizar la nivelación y compactación, las características naturales del suelo quedarán minimizadas al verter materiales solidos ajenos al suelo. Sin embargo, los impactos ambientales generados en esta etapa pueden ser controladas o mitigadas con buenas prácticas, ya que se encuentran en una valoración de irrelevantes a moderados, siguiendo la normatividad en cuento a la protección del medio ambiente y restituyendo esta superficie afectada permanentemente por medio de una superficie de reforestación igual o mayor a la superficie de afectación del camino.

En etapa de construcción se caracteriza por presentar impactos ambientales de irrelevantes a moderados, ya que las actividades de pavimentación, revestimiento representan los impactos más significativos, como; reducción de la capa vegetal, aumento de la erosión y desplazamiento de la fauna silvestre, ya que las actividades de esta etapa serán de manera permanente y causaran la perdida natural del suelo y modificarán de manera evidente el paisaje del SAR, ya que se estará colocando una carretera pavimentada en un entorno natural,

como es bien sabido, durante esta etapa la generación de ruido y operación de maquinaria serán también de las actividades más evidentes, las buenas prácticas ambientales, el seguimiento de las normas oficiales y las medidas de compensación (reforestación) minimizarán estos impactos ambientales.

Los impactos ambientales generados durante la etapa de operación y mantenimiento, se encuentran en la valoración de irrelevantes, ya que, la actividad más significativa es la de control de bacheo, ya que esta estará afectada continuamente durante la vida del proyecto y que causará desplazamiento de la fauna silvestre (principalmente aves) y contaminación atmosférica. Siendo esta etapa la que menor impacto al ambiente generará, ya que la mayor afectación ambiental se realizó al llevar a cabo la apertura del camino, el seguimiento de las normas oficiales y buenas prácticas durante la operación y mantenimiento de la carretera evitarán el deterioro del entorno cercano a la carretera y consecuentemente del SAR.

Impactos ambientales negativos

- Alteración del paisaje. La presencia de una carretera tipo D pavimentada que comunique a las localidades de Chemax y Chechmil.
- Afectación. En 11.67 ha. de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.
- Modificación de la calidad del aire por ruido. Por el tiempo que tarde la obra de 8:00 am hasta 6:00 pm.
- Modificación de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera. Modificación de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera.
- Modificación de la calidad ambiental por la generación de residuos sólidos. Generación de 0.5 kg al día por persona, durante la obra.

Impactos positivos

- Aumento de la plusvalía. Mayor costo de los predios aledaños a la carretera por tener una vía de comunicación pavimentada.
- Generación de empleos. 40 empleos directos y aproximadamente 35 empleos indirectos.
- Vía de comunicación segura y moderna. Las localidades de Chemax y Chechmil contarán con una vía de comunicación eficiente y segura, que permitirá reducir los tiempos y costos de traslado hacia los polos de desarrollo económico y demás localidades vecinas.

Medidas de prevención y mitigación

Las medidas de prevención, mitigación y compensación se buscan moderar, restituir o disminuir el efecto negativo de las obras realizadas por la construcción del proyecto; por lo que estas medidas se refieren a lo siguiente:

- Prevención. - Aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- Mitigación. - Aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la inicial.
- Compensación. - Acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.
- Control. - Su propósito es asegurar el cumplimiento de acciones correctivas sobre ciertos factores ambientales y/o acciones del proyecto.

Hay que recordar que la construcción del proyecto (carretera tipo D) afectará 11.67 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, para alcanzar las especificaciones técnicas de 6.0 metros de calzada, 7.0 metros de corona y 0.50 metros de acotamientos. La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos; las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias no obstante las medidas de mitigación son de gran importancia para tratar de minimizar los impactos producidos por las acciones que propicien los impactos más significativos. En este capítulo se presentan las principales medidas que se deberán practicar a fin de maximizar la compatibilidad del proyecto en su ambiente biótico, físico y socioeconómico.

Autorización en Materia de Impacto Ambiental

Este estudio corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad regional, por lo cual se llevaron a cabo una serie de trabajos de campo y gabinete, para obtener la información necesaria para la integración técnica del documento para su respectiva evaluación y posterior autorización, y así dar cumplimiento a todos los reglamentos y leyes establecidas para la zona del proyecto en cuestión ambiental.



Figura 34. Recolección de datos para la elaboración de la MIA-R.

Preparación ambiental del personal

Con estas acciones se pretende hacer conciencia de la importancia de mantener las condiciones ambientales en buen estado, promoviendo un desarrollo del proyecto socialmente aceptable y ecológicamente viable.

Los mecanismos para la comunicación de los procedimientos y la concientización sobre el medio ambiente se realizarán de acuerdo a lo siguiente:

1. Lograr acuerdos con el encargado de la obra, residente de obra, supervisor o responsable de la modernización del proyecto y prestadores de servicios, para organizar sesiones de capacitación sobre los procedimientos a utilizar durante el desarrollo del proyecto.
2. Asignar responsabilidades en diferentes niveles, para la realización de las medidas de prevención y conservación ambiental (particularmente en las acciones de reforestación y acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre).
3. Considerando la moderada rotación del personal en este tipo de obras, es necesario de por lo menos una campaña de concientización ambiental cada tres meses durante el tiempo que dure la obra, incluyendo al personal nuevo al inicio de cada etapa, como herreros, carpinteros, soldadores, etc., y en atención a la actividad que desarrollan dentro de la obra.
4. Considerar un lugar y las fechas para llevar a cabo las pláticas de concientización sobre la protección de flora, fauna, suelo y agua, así como de residuos generados por los trabajadores involucrados en la etapa de construcción del proyecto.
5. Determinar el número de sesiones de capacitación para presentar los diferentes procedimientos de acuerdo al nivel de conocimiento de los involucrados.
6. Definir los medios de comunicación precisos para una mejor comprensión de cada programa, por parte de los involucrados.
7. Distribuir material impreso (folletos, trípticos carteles, catalogo ilustrado de las especies que se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, etc.) sobre la

importancia del cuidado del medio ambiente entre el personal que participe en la ejecución de las distintas etapas del proyecto, así como a la gente de las comunidades o poblados aledaños al proyecto.

8. Establecer los controles posibles sobre las actividades que se realizaran para la comunicación de los planes (listas de asistencias, notificación, conocimiento de los procedimientos, etc.)
9. Se recomienda la contratación de un especialista en fauna (sobre todo durante las etapas iniciales de construcción del camino), con la finalidad de dirigir y ejecutar las medidas propuestas, llevara a cabo una mejor aplicación y obtener buenos resultados.
10. Negociar y establecer los controles sobre las amonestaciones por el No cumplimiento de una actividad entre los trabajadores en las diferentes etapas del proyecto.
11. Se deberán registrar todas las actividades de rescate, conservación y buenas prácticas ambientales en una bitácora y tomar evidencias fotográficas, con la finalidad de comprobar el cumplimiento ambiental que haya establecido la autoridad competente.



Figura 35. Equipo de Supervisión Ambiental aplicando la concientización y sensibilización al personal de obra.

Etapa de preparación del sitio y construcción

En esta etapa se presentan los impactos ambientales más significativos por lo que se proponen las siguientes medidas de mitigación.

Prevención

1. La empresa constructora deberá realizar campañas de capacitación y concientización ambiental, para los trabajadores antes de iniciar la obra. Estas acciones generaran buenas prácticas ambientales en lo referente a manejo de residuos y uso de

sanitarios, así como dar conocimiento de la presencia de especies animales y vegetales que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que tengan alguna importancia regional (mediante folletos informativos), y que por lo mismo deban ser protegidas.



Figura 36. Ejemplo de carteles informativos en inmediaciones de un proyecto similar.

2. La empresa constructora deberá realizar un reglamento de comportamiento ecológico, que regule las actividades del personal e incluya sanciones y medidas de auto-regulación, con las que se asegure su cumplimiento.
3. Se debe planear y prever adecuadamente el manejo de residuos sólidos (urbanos y de construcción), líquido y peligroso, el manejo de combustibles y planes de contingencia, ya que, de no ser así, se ocasionan importantes impactos en suelo, agua, vegetación, fauna y el bienestar social. Por ello se debe elaborar un Plan de Manejo de Residuos para toda la obra.
4. La ubicación de instalaciones provisionales como oficinas, almacenes, patios de maquinaria, campamentos y/o comedores que requiera el proyecto obedece a las necesidades de proximidad y acceso que tiene la obra. No obstante, la empresa contratista debe cumplir además con ciertos criterios ambientales para seleccionar los sitios de ubicación de estas instalaciones:
    - Se deben elegir prioritariamente sitios ya perturbados, desmontados, compactados.
    - Los sitios deben localizarse por lo menos a 100 m de cuerpos de agua perennes.
    - Verificar con el CENAPRED las condiciones de riesgo en los sitios elegidos, particularmente ante la incidencia de tormentas y fuertes crecientes.
    - Seleccionar en lo posible sitios que cuenten con instalaciones de servicios de gas, luz, drenaje y agua potable. En este sentido se pone de manifiesto que

este proyecto se ubica en una zona totalmente urbana en donde podrán abastecerse de los servicios básicos, como son gas, luz, hospedaje, etc.

5. Es preferible evitar la instalación de campamentos y se deberá procurar el aprovechamiento de la infraestructura urbana de las localidades de Chemax y Chechmil, ya que esta cuenta con los servicios básicos que requiere la obra. Por otra parte, se hace mención de que la empresa constructora deberá emplear en su mayoría a gente de las localidades cercanas con la finalidad de que los trabajadores puedan trasladarse de la obra a sus hogares reduciendo el número de empleados que requieran hospedaje en los campamentos. De ser el caso, la selección del sitio para campamentos se debe dar preferencia a lugares perturbados como áreas agrícolas o pecuarias.

   Los campamentos deberán ser construidos con panel aislado para asegurar un carácter temporal, con pisos de concreto e instalaciones sanitarias adecuadas, preferentemente conectados a la red de drenaje municipal. De no ser posible, se deben incluir sanitarios portátiles en número suficiente (no menos de 2 sanitario por cada 20 trabajadores) con servicio periódico de mantenimiento por parte del proveedor. Deberán de abastecer de agua a partir de la red municipal o en caso de no ser posible la conexión, a través de pipas y su almacenamiento en tinacos. Para ello deben de contar con la autorización del municipio o en su caso de las delegaciones correspondientes.

   Se deberá evitar la proliferación de puestos de vendedores ambulantes en las inmediaciones del campamento ya que éste deberá tener su servicio de comedor con controles de higiene apropiados. El servicio de comedor debe de prever los alimentos en las horas fijadas a los frentes de trabajo. Los campamentos deberán tener su zona de regaderas y área para baño de los trabajadores, con pisos de concreto y drenaje conectado a la red municipal o a fosas de desecación. Se deberá vigilar que solamente sean aguas grises las que se viertan en estas fosas.

6. Los almacenes de herramientas y equipo deben ser construidos en sitios previamente perturbados, con materiales provisionales como madera o lámina, con firme de concreto. Con señalamientos y disposición ordenada del equipo y material. Con accesos libres de obstrucción y ventilación apropiada. Los equipos deben colocarse de forma clasificada y con un administrador del almacén fijo.

7. Las oficinas centrales se deberán ubicar en zonas pobladas y con instalaciones sanitarias, electrificación y agua potable adecuadas. Las oficinas o casetas de campo deberán construirse con materiales temporales como panel aislante con pisos de concreto que posteriormente sea removido. De ser factible será preferente el uso de

casas rodantes conectados a las redes de electrificación y servicio sanitario y de agua potable municipales, o cisternas y plantas generadoras.

Se deben seleccionar sitios perturbados con escasa vegetación en los que se pueda conformar el terreno para nivelarlo. La caseta de vigilancia deberá ser de panel aislado para poder removerla al final de la obra.

Mitigación

Los residuos sólidos no peligrosos deberán disponerse en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos para el permiso del depósito de basura en el Reglamento Municipal para el Servicio Público de Limpieza, Manejo de los Residuos Sólidos No peligrosos y Sanidad del municipio de Halachó, dependiendo de la ubicación del frente de obra.

Se deberán colocar para su uso en diferentes sitios de la obra, contenedores adecuados y rotulados. A fin de reducir el volumen de residuos por manejar, se deben prever mecanismos de reaprovechamiento de los residuos de obra y urbanos, por lo que su clasificación y separación son importantes.



Figura 37. Contenedores de residuos en obras similares.

Se debe definir anticipadamente el sitio hacia donde serán llevados estos, en estricto apego a la autorización que emita para el efecto las autoridades correspondientes.

Se deberá contar con una recolección periódica de los residuos de toda índole de los frentes de trabajo y su transporte a un sitio determinado de acopio, de donde serán recolectados para su disposición final por el servicio de limpia municipal. Este acopio temporal deberá realizarse en instalaciones y contenedores adecuados según se señala en la legislación correspondiente.



Figura 38. Ejemplo de la recolección de residuos.

Se deberá establecer con la autoridad competente la recolección periódica de los residuos en estos sitios de acopio estratégicos.

Los residuos clasificados como peligrosos son aquellos que se señalan en la NOM-052-SEMARNAT-2005. Para su manejo y disposición temporal y final se deberán tomar en consideración las medidas señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Se deberá contar con la autorización correspondiente como generador de residuos peligrosos, en caso de generar este tipo de residuos. Además, presentar ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para su autorización, un Programa de Mantenimiento Periódico de Equipo y Maquinaria de Obra en el que se incluya el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos en los términos señalados por la legislación.

Asimismo, deberá elaborarse para su autorización y ejecución un programa de manejo de residuos peligrosos y tóxicos. Estos Programas deberán considerar como mínimo el manejo y maniobra de estos residuos al realizar labores de carga de combustible y reparación mecánica. Su recolección temporal y su almacenamiento en sitio de confinamiento. Asimismo, deberá incluir el contrato correspondiente con alguna empresa autorizada para la recolección y disposición final de estos residuos o en su defecto contar con las autorizaciones correspondientes por las delegaciones o municipios involucrados.

La empresa constructora deberá seleccionar un sitio para el acopio y almacenamiento temporal de los residuos peligrosos. Este sitio deberá ser techado, ventilado, con piso de cemento y contenedores adecuados para cada tipo de residuo (estopas con combustible y aceite gastado, baterías y acumuladores). Deberá contar con señalamientos correspondientes y dispositivos para atención a contingencias (derrame e incendios).

Las reparaciones de maquinaria y equipo que deban hacerse *in situ*; así como las maniobras de carga de combustible, deberán contemplar la colocación de lonas impermeables bajo el equipo por reparar o cargar, y la limpieza y recolección total de los residuos generados sobre esta superficie una vez concluidas las acciones, de tal forma que se garantice que no habrá contaminación del suelo o agua durante las mismas.

En caso de accidente o derrame, se deberán seguir los señalamientos establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

El manejo de aguas residuales requiere en la construcción de instalaciones provisionales de infraestructura sanitaria. Por ello la ubicación de los sitios deberá considerar espacios en zonas pobladas, en donde se brinden este tipo de servicios. No obstante, ello no será posible en todos los sitios, por lo que, en caso de no existir posibilidades de conexión a la red sanitaria municipal, se deberá dotar a las instalaciones provisionales, con servicios sanitarios portátiles.

Aunque en varios Reglamentos de Construcción a nivel nacional se considera la colocación de 1 sanitario portátil por cada 20 trabajadores, se estima que este número de sanitarios es reducido para las condiciones en que se realizan este tipo de obras; lo que implica mayores problemas para mantenerlo aseado y para hacer obligatorio su uso. Por ello se sugiere la colocación de por lo menos 2 sanitarios portátiles por cada 20 trabajadores en todas las instalaciones provisionales y frentes de obra.

El contrato con el prestador de servicio de sanitarios portátiles deberá considerar acciones de limpieza y recolección periódica de los mismos, papel necesario y aseo continuo, para que estos sanitarios se encuentren en condiciones adecuadas de uso, a fin de evitar problemas de propagación de enfermedades, además de mantener condiciones que promuevan su utilización.

Para la recarga de combustible de vehículos automotores, se deberá procurar el uso de estaciones de servicio franquicias PEMEX en los centros urbanos más próximos.

En frentes e instalaciones localizadas alejadas de estaciones de servicio, se utilizarán vehículos proveedores de combustibles (orquesta) siempre que cumplan con las regulaciones para el almacenamiento y manejo de combustibles establecidas por la autoridad. Estos vehículos deberán además contar con señalamientos y aditamentos adecuados para el despacho de combustible y atención a contingencias.

El sitio de carga de combustible deberá ser fijado con atención dentro del área considerada para la construcción de instalaciones provisionales, y deberá ser el mismo sitio a lo largo de la vida útil de dichas instalaciones.

En caso de abastecimiento de combustibles in situ, previo al mismo se deberá colocar un geotextil o lona resistente e impermeable bajo el vehículo por abastecer para proteger el suelo de cualquier derrame accidental.

Asimismo, antes de realizar el despacho de combustible se debe asegurar que existan aditamentos para atención a contingencias.

En caso de derrame accidental sobre el suelo, éste se deberá recoger inmediatamente y se deberán seguir las indicaciones señaladas en la Normatividad Oficial correspondiente.

En lo referente a la construcción de instalaciones provisionales para almacenamiento de combustibles, éstas deberán seguir las normas establecidas por PEMEX en función del volumen por almacenar. Dentro del almacén de combustibles, los contenedores deben estar claramente rotulados y cerrados. El piso con un firme de concreto y barreras de contención en caso de derrames. Se deberá contar con aditamentos para control de incendios, tales como palas, baldes, extintores y arena, entre otros.

El manejo, trasporte, control y disposición final de los residuos contaminantes se deberá realizar conforme al reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y normas oficiales mexicanas.

Se deberán contemplar en un Plan de seguridad e higiene, las medidas a realizar ante un accidente. En cuanto a la seguridad y atención a emergencias del personal, en los frentes de trabajo e instalaciones deberá existir un botiquín de primeros auxilios con un manual y personal capacitado en la aplicación de éstos. Se deberá tener ubicado el hospital o centro de salud más cercano y forma de contacto o comunicación con algún vehículo disponible para transporte en caso de accidente. Todos los trabajadores deberán portar chalecos distintivos y membretes de identificación, así como equipo de seguridad y ropa adecuada al tipo de trabajo. Si el trabajador no tiene los medios para proveerse de ésta, la contratista deberá suministrarla.

Para evitar la propagación de enfermedades contagiosas, una medida de mitigación es el control de servicios para el personal. En donde la contratista deberá tener control y supervisión de los alimentos que ingiera el personal. Para ello, la empresa podrá proveer de este servicio de forma directa, o bien se puede recurrir a la contratación de algún servicio de apoyo local, con instalaciones limpias y comida preparada bajo condiciones higiénicas. Este servicio deberá además contemplar el suministro de alimentos y agua a los frentes de trabajo en las horas de descanso de los trabajadores, y la recolección de los residuos generados por su ingesta.

La contratación de servicios de comedor de instalaciones locales, además traerá beneficios económicos por el tiempo que duren las obras, y forma parte de la aceptación social del

proyecto. Sea cual fuere la opción optada por la empresa contratista, ésta deberá asegurarse de que las instalaciones de comedor establecidas sean removidas en su totalidad al finalizar la construcción del proyecto, y que los sitios sean descompactados y restaurados con una cobertura vegetal como se indica en otras medidas más adelante.

En cuanto a la mitigación de los impactos ambientales se pone de manifiesto que los impactos más significativos son sobre los factores biológicos, entre los cuales se encuentran la vegetación y fauna. Sin embargo, hay que recordar que en la zona del proyecto hay un camino de terracería existente por lo que su modernización a una carretera tipo D continuará con la transformación del paisaje. Más sin en cambio se tomarán en cuenta las medidas correspondientes para que el impacto al ambiente sea el mínimo.

Restauración

Una vez concluido el uso provisional del sitio para el emplazamiento de oficinas, almacenes, patios de maquinarias, campamentos y corredores (en zonas perturbadas, sin vegetación como áreas agrícolas), deberán aplicar medidas de restauración consistentes en la descompactación, y se deberá de reforestar el lugar con especies nativas. No obstante, la vegetación reforestada no será igual a la existente al inicio, lo que implicara un impacto residual en el paisaje y la vegetación; impacto que eventualmente se irá reduciendo al ocurrir la colonización y restauración de una comunidad secundaria que cada vez incluya un mayor número de especies de la comunidad existente a lo largo del tiempo (proceso de sucesión natural de especies en comunidades).

Compensación

Se realizará la reforestación de zonas aledañas al sitio, que se encuentren susceptibles a degradación, además de realizar una restauración ecológica al lado de la carretera que se modernizará. Se recomienda implementar un proyecto de rehabilitación de la vegetación, que incluya la reforestación con especies nativas de la región y que este enfocado en recuperar algunas de las funciones del ecosistema, como mejorar las condiciones del suelo y recuperar parte de la diversidad que originalmente había en la región. La reforestación con especies arbóreas y arbustivas con adaptaciones a condiciones de perturbación es una alternativa viable para rehabilitar zonas perturbadas, ya que con el tiempo la biomasa que producen estas especies permitirá la recuperación de la fertilidad del suelo, generando un microclima similar al original y restablecerán al menos parte de la flora y fauna de la región.

Las especies que se utilicen en el proyecto de rehabilitación deberán presentar las siguientes características:

1. Fácil propagación.
2. Resistir condiciones limitantes como baja fertilidad, sequía y suelos compactados.

3. Tener crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica, de preferencia la hojarasca debe tener una alta relación C/N.
4. No debe propagarse excesivamente ni incontrolablemente como las malezas.
5. Presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas para mejorar la fertilidad de los suelos perturbados.
6. Que favorezcan el restablecimiento de la flora y fauna nativa proporcionándoles un hábitat y alimento.

Las plantas requeridas para el proyecto de rehabilitación se pueden propagar en un vivero cercano al área de modernización del proyecto el empleo de un vivero para propagar especies nativas permite controlar el vigor y la calidad de las plantas, controlar y prevenir efectos nocivos de plagas y enfermedades, y facilitar los cuidados y las labores culturales. El desarrollo adecuado de plantas en vivero genera mayores posibilidades de supervivencia cuando son trasplantadas a su lugar definitivo. La propagación exitosa de especies nativas puede lograrse si se conocen las técnicas de propagación y el ciclo de vida de las especies, en particular, la época en que maduran la mayor cantidad de semillas, el porcentaje de germinación y los periodos de latencia y crecimiento (*Landis, 2001*). Utilizar el germoplasma local (semillas, esquejes, etc.) es relevante porque una misma especie puede distribuirse en ambientes muy heterogéneos generando variedades.



Figura 39. Las plantas propagadas a partir de semillas contribuyen a conservar la diversidad genética de una población.

Las especies que se recomiendan para reforestar en la zona de afectación del proyecto son las siguientes:

- Bursera simaruba
- *Casearia thamnia*
- Lysiloma latisiliquum

Control

El control de las medidas de mitigación se realizará mediante un seguimiento de cada una de estas actividades propuestas en todo el transcurso de la obra. Dicho seguimiento de condicionantes será reportado a las autoridades correspondientes conforme a lo dispuesto por esa dependencia.

Etapa de operación y mantenimiento

Durante esta etapa las principales actividades generadoras de posibles impactos ambientales serán las realizadas durante las actividades de mantenimiento del cuerpo de la carretera, la señalización y limpieza del derecho de vía; por lo que estas actividades estarán guiadas por el manual de conservación de carreteras de la SICT. Por lo que la empresa encargada de dichas actividades tendrá que cumplir con las siguientes actividades

- La empresa constructora deberá realizar campañas de capacitación y concientización ambiental, para los trabajadores de las actividades de operación y mantenimiento. Estas acciones generaran buenas prácticas ambientales en lo referente a manejo de residuos y uso de sanitarios, así como dar conocimiento de la presencia de especies animales y vegetales que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que tengan alguna importancia regional (mediante folletos informativos), y que por lo mismo deban ser protegidas.
- La empresa constructora deberá realizar un reglamento de comportamiento ecológico, que regule las actividades del personal e incluya sanciones y medidas de auto-regulación, con las que se asegure su cumplimiento.
- Se debe planear y prever adecuadamente el manejo de residuos sólidos, líquido y peligroso, el manejo de combustibles y planes de contingencia, para evitar afectaciones ambientales a la vegetación circundante a la vía de comunicación.

Cabe mencionar, que para las diversas etapas del proyecto se proponen las mejores acciones de prevención, mitigación y compensación, con el objetivo de no alterar la estructura natural del sistema ambiental regional del proyecto.

Las estrategias de prevención y mitigación que a continuación se describen se enfocarán en preservar la diversidad biológica y ecológica de la zona, por lo que su adecuada implementación conservará la naturalidad del ecosistema. Las estrategias de prevención y mitigación son las siguientes;

- Acciones de rescate y reubicación de fauna
- Acciones de rescate y reubicación de flora
- Acciones de reforestación
- Pasos de fauna
- Plan de restauración integral

Pronostico ambiental

Sobre la base del escenario ambiental obtenido en la sección del capítulo V, y con el objeto de conformar el escenario resultante del desarrollo del proyecto integral, se construyeron las medidas de mitigación (descritas en el capítulo VI) para la descripción del escenario final.

Para tal efecto se consideró el análisis del escenario final y la dinámica ambiental regional en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales (remanentes a pesar de la aplicación de la medida de mitigación), de los no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

Asimismo, se estimó la modificación de la calidad ambiental del sitio durante la vida útil del proyecto, con respecto a las tendencias de desarrollo y/o deterioro de los ecosistemas. A partir de los resultados obtenidos, se desarrollaron programas de seguimiento y valoración del comportamiento ambiental.

El presente proyecto se desarrollará en el municipio de Chemax (Edo. de Yucatán), tiene la finalidad de eficientar el traslado de productos, bienes y servicios, mediante la construcción de una carretera tipo D de 6.0 m de ancho de calzada, 7.0 m de ancho de corona y 0.50 m de acotamiento a cada lado del camino. Este proyecto beneficiará a los pobladores de las localidades de Chemax y Chechmil, ya que contarán con una vía de acceso que les permitirá optimizar sus actividades económicas y la obtención de bienes y servicios con lo que se combatirá de alguna manera el rezago económico existente en la localidad, además de optimizar el acceso a productos, bienes y servicios de manera más sencilla.

En este sentido, dentro de las estrategias federales y estatales, el mejoramiento de la infraestructura carretera en el Estado de Yucatán y Campeche es primordial, debido a que la región representa un polo de desarrollo económico (turístico, comercial y productivo); así pues, la creciente producción en infraestructura requiere que los sistemas de comunicación permitan un traslado más eficaz conveniente para el desarrollo de las actividades turísticas propias de la región.

Para ello, la construcción y modernización de carreteras deben cumplir con las normas técnicas en materia de seguridad impulsadas por la SCT, pero tomando en cuenta la conservación del ambiente, minimizando en la medida de lo posible, los impactos generados. La construcción de infraestructura y el mejoramiento de caminos como el objeto de este estudio, está contemplado dentro de los programas de desarrollo estatal, puesto que la modernización de esta carretera existente va a minimizar los traslados en tiempo y costo dentro del camino rural existente en el área circundante.

Dentro del plan estatal de desarrollo de Yucatán, se considera que la modernización de carreteras es un factor determinante para la detonación del desarrollo económico y social de

sus poblaciones; puesto que la presencia de vías de comunicación permite a las poblaciones beneficiadas acceder a más y mejores servicios de infraestructura básica, que, en su conjunto, elevarán la calidad de vida de esta zona del país.

Los objetivos de este proyecto son:

- Comunicar de una manera más eficiente a las localidades situadas en las inmediaciones y en los alrededores del trazo del proyecto.
- Permitir el paso de vehículos motorizados que puedan llevar los artículos básicos, como los productos de la canasta alimenticia básica.
- Minimizar los impactos al ambiente al realizar la modernización de una carretera existente y así no afectar zonas nuevas.
- Detonar el crecimiento socio-económico de la región.
- Incrementar las condiciones de seguridad al transitar por un camino con infraestructura que cumple con especificaciones técnicas necesarias para su óptimo funcionamiento.

Conclusión

El proyecto de construcción del camino entre las localidades de Chemax y Chechmil, se ubica en una zona altamente perturbada por la presencia de zonas agrícolas y asentamientos humanos, por lo que ha perdido notablemente su naturalidad con el entorno que lo rodea, aunado a esto la fauna silvestre se ha desplazado a zonas con mejores condiciones de naturalidad y la vegetación presente corresponde a especies secundarias de selva mediana subcaducifolia, por lo que no se registraron especies de flora en riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; y de fauna se registraron 3 especies en algún estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, es importante llevar a cabo la implementación de todas las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo VI es este documento, para evitar el desequilibrio ambiental que pudiera ocasionar la modernización del camino.

La trayectoria seleccionada es la más adecuada, ya que se trazara un camino en línea recta el cual minimiza el impacto ambiental y la afectación a los propietarios de los predios aledaños al camino, requiriendo una superficie de 14.73 hectáreas, de las cuales, solo 11.67 hectáreas presentan vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, ya que en las zonas cercanas a las localidades de Chemax y Chechmil, el estado de conservación de las áreas forestales es regular; sin embargo, como medida compensatoria se estará llevando a cabo la reforestación de una superficie 23.34 hectáreas dentro del Sistema Ambiental Regional con especies nativas de la comunidad vegetal de selva mediana subcaducifolia, por lo que el proyecto se considera ecológicamente viable y socialmente aceptable.

Es importante mencionar, que la modernización del camino no implicará la modificación del medio ambiente del SAR, ya que el cambio lleva tiempo desarrollándose como parte del crecimiento poblacional y demanda de recursos, la modernización del camino permitirá el desarrollo económico y social de la región, pero principalmente la comunicación de manera segura y rápida hacia la capital del estado.

La implementación de las acciones de prevención, mitigación y compensación propuestas en el capítulo VI de este documento, permitirá que el proyecto no cauce desequilibrios ambientales dentro del SAR, pero principalmente creando un proyecto viable con el medio ambiente, que respete a la flora y fauna que se encuentra y desplaza por el área del proyecto.