BANCO DE YESO AZUL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

1. Introducción y objetivo

La presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, corresponde al proyecto denominado "**BANCO DE YESO AZUL",** cuyo objetivo es la explotación de yeso para su utilización como materia prima para la industria del cemento. El proyecto contempla la extracción del mineral mediante una operación a cielo abierto y el uso de medios mecánicos, así como actividades de trituración y posterior transporte del material fuera del sitio para su transformación.

El proyecto se localiza en el municipio de Calakmul, estado de Campeche, y se plantea con una duración aproximada de 6 años, durante los cuales se estima un aprovechamiento máximo de aproximadamente 1,047,405.00 m³ de mineral de yeso. Una vez concluida la vida útil del banco se contempla el retiro de maquinaria y residuos, la restauración del área y la ejecución de actividades de reforestación.

La Manifestación de Impacto Ambiental tiene como finalidad identificar, describir y evaluar los posibles efectos ambientales derivados de las actividades de preparación del sitio, extracción, transporte, manejo de residuos y abandono, así como establecer las medidas preventivas, de mitigación, compensación, restauración y vigilancia necesarias para reducir los efectos adversos y favorecer la conservación de los componentes ambientales del área.

2. Descripción general del proyecto

El proyecto contempla un polígono general con una superficie reportada de 55-22-79 hectáreas, de las cuales se pretende aprovechar una superficie de aproximadamente 20 hectáreas, además de un área de amortiguamiento y una superficie destinada a conservación. El documento también reporta una superficie de 552,279 m² para el polígono total, 200,000 m² para la superficie a explotar y 99,440.35 m² para el área de conservación.

Las principales actividades comprenden la delimitación del área, rescate y reubicación de flora y fauna cuando resulte necesario, desmonte y despalme, extracción del yeso, trituración, acarreo y transporte del material, manejo de residuos y, al término de la explotación, limpieza, conformación y estabilización del terreno y reforestación.

La extracción se plantea principalmente mediante excavadoras. El material en greña será cargado en vehículos de volteo de 14 m³, trasladado a la trituradora y posteriormente cargado en unidades tipo góndola de 30 m³ para su transporte fuera del banco. El proyecto señala que en el predio únicamente se realizará la extracción y trituración del material, sin llevar a cabo el proceso de transformación industrial del yeso.

Se contempla la utilización de maquinaria y equipo que incluye excavadoras, barrenadora, trituradora, cargadores frontales, vehículos de volteo, generador eléctrico y tanque de diésel. Asimismo, se prevé la participación de personal operativo, técnico y de vigilancia durante las distintas etapas del proyecto.

3. Situación y diagnóstico ambiental

El área de influencia corresponde al entorno inmediato del polígono destinado al aprovechamiento de yeso. Se encuentra vinculada con una vía de comunicación y con el núcleo de población de El Carmen II, además de zonas agrícolas y áreas previamente intervenidas. El documento identifica como

factores susceptibles de recibir efectos del proyecto la cobertura vegetal, fauna, partículas suspendidas, ruido, suelo, agua, paisaje y componentes socioeconómicos.

El Sistema Ambiental se delimitó mediante el análisis de información cartográfica de INEGI, el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Calakmul y SIGEIA. El sitio se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas federales, estatales y municipales. La Reserva de la Biosfera de Calakmul se ubica, de acuerdo con el documento, a aproximadamente 5 kilómetros del sitio del proyecto.

El Sistema Ambiental forma parte de la plataforma kárstica de la Península de Yucatán, con predominio de rocas calizas y depósitos evaporíticos asociados al yeso. El relieve es predominantemente plano a ligeramente ondulado y existen suelos someros y pedregosos. Debido a las características kársticas de la región, el drenaje superficial es escaso y predomina la infiltración hacia el acuífero subterráneo.

El clima es cálido subhúmedo, con lluvias en verano. La información de la estación climatológica Xpujil reporta una temperatura media anual de 26.2 °C, temperaturas máximas medias mensuales de 36-38 °C durante abril y mayo, temperaturas mínimas de 17-20 °C durante diciembre y enero y una precipitación media anual aproximada de 1,200 mm, con temporada de lluvias de mayo a octubre.

Desde el punto de vista hidrológico, no se identifican ríos, arroyos o lagunas permanentes dentro del polígono del proyecto. El área forma parte de una zona donde predomina la infiltración y constituye una zona de recarga natural del acuífero, por lo que la prevención de derrames de combustibles, lubricantes y residuos constituye uno de los aspectos ambientales relevantes.

En materia biótica, el Sistema Ambiental presenta vegetación característica de la región de la Selva Maya, incluyendo selva mediana subperennifolia y selva baja, además de áreas agrícolas y zonas previamente perturbadas. Para el sitio específico del proyecto, el documento señala, con base en la Serie VII del INEGI, una clasificación de agricultura de temporal anual, indicando que no habrá derribo de vegetación forestal ni cambio de uso de suelo.

La región posee importancia ecológica por la presencia potencial de fauna silvestre y por encontrarse dentro de la Región Terrestre Prioritaria 151, Silvituc-Calakmul, así como en una región hidrológica prioritaria. El estudio identifica especies representativas de mamíferos, aves, reptiles y anfibios y contempla medidas específicas de protección para especies que pudieran encontrarse bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

4. Identificación y evaluación de los impactos ambientales

La evaluación se realizó mediante una modificación de la Matriz de Leopold, considerando las actividades del proyecto y los factores ambientales susceptibles de modificación. Los componentes analizados fueron aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje y socioeconómico.

La evaluación identificó 169 impactos ambientales, de los cuales 85 son negativos y 84 positivos. Los factores con mayor número de impactos negativos son aire, agua y suelo, mientras que el componente socioeconómico presenta el mayor número de impactos positivos.

Por etapa, se identificaron 50 impactos durante la preparación del sitio, de los cuales 33 son negativos y 17 positivos; 59 durante la operación, con 41 negativos y 18 positivos; y 60 durante el abandono, de los cuales 11 son negativos y 49 positivos.

Los principales efectos sobre el aire se relacionan con la generación de polvo, emisiones de maquinaria y ruido. Se consideran impactos localizados, temporales y mitigables mediante riego de caminos y áreas de trabajo, mantenimiento preventivo, control de velocidad, horarios de operación y utilización de equipo de protección personal.

Sobre el agua, los principales efectos potenciales derivan de la modificación temporal de la infiltración, compactación del suelo y riesgo de contaminación por derrames accidentales de combustibles, aceites o lubricantes. El estudio considera estos impactos localizados y mitigables mediante medidas preventivas y de restauración.

En flora y fauna se identifican efectos asociados principalmente al desmonte, despalme, pérdida temporal de hábitat, desplazamiento de fauna, perturbación por ruido y tránsito de maquinaria, así como generación de polvo. Se prevén acciones de rescate y reubicación cuando sean necesarias y, en su caso, para especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El paisaje será modificado por la preparación del sitio, excavación, presencia de maquinaria, caminos, montículos y tránsito de vehículos; sin embargo, se prevé una recuperación progresiva mediante estabilización de taludes, limpieza, restauración y reforestación.

En contraste, los principales beneficios socioeconómicos se relacionan con la generación de empleos temporales y permanentes, preferentemente para habitantes de localidades cercanas, así como con la demanda de bienes y servicios, transporte, mantenimiento, alimentación e insumos. Como efectos adversos se identifica principalmente el incremento del tránsito vehicular y el posible riesgo de accidentes o molestias temporales a la población.

RESUMEN EJECUTIVO

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

LGTAIP

- se pretende dar continuidad a la explotación de yeso, conformado por áreas ambientalmente perturbadas, que se encuentra cercano a una carretera federal.
- Por las características del tipo de suelo es un sitio con potencial para la extracción y aprovechamiento de yeso de manera sustentable.
- No posee atributos ambientales significativos, tales como corredores biológicos o hábitats críticos para especies en estatus de protección.
- No se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida Federal, Estatal o Municipal.
- Diversas pruebas de laboratorio al material del predio arrojan un alto porcentaje de pureza en una pequeña extensión, por lo que no se requieren grandes extensiones de terreno para obtener el material deseado.
- Ya existen caminos de acceso, por lo que no es necesario abrir caminos nuevos.
- La explotación se efectuará a cielo abierto, por lo cual se consideró la ausencia de localidades cercanas que pudieran verse afectadas por las diversas actividades.
- Facilidad de transporte de materiales por su cercanía con la carretera Villahermosa–Chetumal.
- No se afectará la vegetación que se encuentre en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- El proyecto generará fuentes de empleo directo e indirecto que beneficiará a los habitantes más cercanos al sitio.
- La oferta de material será mayor en la zona.
- se beneficiarán las actividades económicas secundarias y terciarias.

II.1.4. Coordenadas del proyecto

Coordenadas de la superficie total

Coordenadas UTM DATUM WGS 84, zona 16Q.

Coordenadas del área de explotación

P7	P7 - P1	86.46	N 48°30'39.6" E	243583.281	2009032.862		
Vértice	**Distancia (m)**	**Rumbo**	**X (Este)**	**Y (Norte)**	**Zona UTM**	**Datum**	**Superficie**
P1	384.28	N 3°31'52.1" W	243231.892	2008754.072	16Q	WGS84	20-00-9.3 ha
P2	358.36	N 83°7'48.1" E	243208.224	2009137.618	16Q	WGS84	20-00-9.3 ha
P3	352.91	N 82°44'48.7" E	243564.013	2009180.484	16Q	WGS84	20-00-9.3 ha
P4	159.03	S 48°21'47.3" E	243914.102	2009225.041	16Q	WGS84	20-00-9.3 ha

P5	880.43	S 65°29'8.2" W	244032.956	2009119.381	16Q	WGS84	20-00-9.3 ha
P1	25.83	N 83°19'12.9" E	243230.719	2008691.907	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P2	369.31	N 72°14'43.7" E	243256.378	2008694.912	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P3	75.28	N 30°31'57.9" E	243608.103	2008807.530	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P4	150.03	S 79°30'53.1" E	243646.348	2008872.372	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P5	240.69	S 10°29'6.9" W	243793.867	2008845.070	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P6	513.25	S 87°6'58.6" W	243750.065	2008608.395	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P7	109.54	N 3°31'52.1" W	243237.466	2008582.574	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P1	47.11	N 41°58'41.6" W	243648.045	2009090.138	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha
P2	51.66	N 6°24'8.0" W	243616.537	2009125.158	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha
P3	135.14	S 82°43'19.3" W	243610.776	2009176.497	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha
P4	83.21	S 6°33'34.4" E	243476.725	2009159.377	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha
P5	48.90	N 83°15'56.9" E	243486.231	2009076.714	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha
P6	69.35	S 44°21'25.0" E	243534.795	2009082.448	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha
P7	86.46	N 48°30'39.6" E	243583.281	2009032.862	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha

Volumen de extracción:

Volumen total: 1,047,405.00 m3

Años					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
174,567.60 m^3	**174,567.60 m^3**	**174,567.60 m^3**	**174,567.60 m^3**	**174,567.60 m^3**	**174,567.60 m^3**

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

El sitio del proyecto se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Calakmul, se encuentra en la 01_ZAT Ley de Fomento Agropecuario_25 (Aprovechamiento Sustentable), en donde la actividad Minera se encuentra condicionada, derivado de esto el proyecto cuenta con el uso compatible para ser autorizado, los cuales sin lugar a duda serán cumplidos en este proyecto.

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

El predio se encuentra en una zona rural donde no se cuenta aún con servicio de telefonía, televisión por cable, agua de la red y suministro de energía eléctrica, sin embargo, en caso de ser necesario se instalarán lo necesario para contar de manera puntual con los servicios, en el caso de la maquinaria y equipos funciona con su propio combustible y si se requiere se instalará generadores de energía. Con respecto a la urbanización del área se tiene la siguiente tabla.

Se indica las comunidades o localidades más cercanas al sitio del proyecto que cuentan con servicios básicos, por lo que en caso de requerir de algún servicio se acudirá a dichas localidades.

II.2. Características particulares del proyecto.

Se despalmán las zonas con vegetación mediante medios mecánicos, con una excavadora, dejando el área libre de contaminación orgánica para el aprovechamiento de yeso; la extracción de acuerdo con la dureza y conformación del área, se realizará por medios mecánicos, con excavadora, para obtener material en greña. Considerado a futuro se instalará un equipo de trituración montado en chasis semi fijo, con motor de combustión a diésel, y motores eléctricos para la banda transportadora, los cuales se alimentarán de generador eléctrico portátil, por lo que no se requerirán líneas de media o alta tensión para el funcionamiento de los equipos. El mismo equipo de trituración tiene integrado el despolve, para dar el material requerido, siendo este yeso triturado de 2” a finos.

II.2.1. Descripción de la obra o actividad y sus características.

El tipo de actividad que se pretende desarrollar se refiere a la extracción de un mineral que es el yeso, la industria de la minería y su cadena productiva, tienen una contribución importante en México y geológicamente la geografía es importante por su riqueza mineral.

II.2.2. Programa general de trabajo

Se pretende aprovechar el banco de yeso por 6 años.

Actividades a realizar en el proyecto: "**Banco De Yeso Azul**”

	Años					
Actividad	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL TERRENO.	X					
Traslado de especies a sitios de acopio y cuidado en caso de encontrarse fauna de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	X					
Desmonte y retiro de material orgánico del área	X					
Retiro del material orgánico áreas asignadas.	X					

Mantenimiento del camino existente	X					
Limpieza general del área	X					
ETAPA DE OPERACIÓN						
Proceso de extracción de yeso.	X	X	X	X	X	X
Trituración		X	X	X	X	X
Acarreo y transporte	X	X	X	X	X	X
Reforestación					X	X
Acarreo de suelo vegetal y tendido en la superficie explotada.	X	X	X	X	X	X
Plantación de especies para su reproducción.				X	X	X
Evaluación de la reforestación.					X	X
ETAPA DE ABANDONO						X

II.2.3. Preparación del sitio

Con respecto a esta etapa, la cual consistirá en el retiro de la vegetación existente con el fin de optimizar el terreno para posteriormente poder ejecutar las actividades programadas. Cabe mencionar que el retiro de esta vegetación del tipo arbustiva y secundaria se realizará de manera paulatina conforme vaya avanzando el proyecto.

II.2.4. Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto.

No se realizarán obras complementarias para el resguardo de herramientas, ya que todas las herramientas a usar para el proyecto, al final de la Jornada serán llevadas a un lugar fuera del sitio del proyecto.

Se realizará la instalación de baños portátiles con referencia de 1 por cada 10 trabajadores. se les dará mantenimiento periódico por medio de empresas autorizadas para su manejo, manejo y disposición final a estos residuos.

II.2.5. Etapa de construcción.

No hay etapa de construcción ya que no se construirá nada en el sitio del proyecto.

II.2.6. Etapa de operación y mantenimiento

Proceso de Extracción.

La extracción de acuerdo con la dureza y conformación del área, se realizará por medios mecánicos, con excavadora, obteniendo greña. A la par en este proceso, se instalará un equipo de trituración montado en chasis semi fijo, con motor de combustión a diésel, y motores eléctricos para la banda transportadora, los cuales se alimentarán de generador eléctrico portátil, por lo que no se requerirán líneas de media o alta tensión para el funcionamiento de los equipos. El mismo equipo de trituración tiene integrado el despolve, para dar el material requerido, siendo este yeso triturado de 2" a finos.

II.2.7. Insumos

En este apartado se describen el equipo que se requiere para el presente proyecto.

CANTIDAD	EQUIPO
2	Excavadora
1	Barrenadora
1	Trituradora
2	Cargador frontal
2	Volteo de 14 m^3
1	Generador 300 kva
1	Tanque diésel 7,000 L

II.2.7.1. Personal.

En este apartado se describen el personal que se requiere para el presente proyecto.

II.2.8. Otros insumos

II.2.8.1. Sustancias no peligrosas

Adicionalmente a los aceites para la maquinaria, no se utilizarán sustancias peligrosas, corrosivas, tóxicas; los volúmenes a utilizar no son significativos; los aceites gastados, las estopas, cartones y otras sustancias que pudieran representar algún riesgo ambiental, serán tratados acorde a lo establecido en la normatividad ambiental, para su disposición final, desde los que alguna empresa recolectora, se encargue de retirar del sitio, hasta los que por su volumen pudieran ser riesgosos para el área natural protegida, serán tratados en la forma mencionada; de ser necesario por su volumen acorde a lo que se señale en el resolutivo se tomarán las medidas de mitigación que se estimen convenientes.

II.2.8.2. Sustancias peligrosas.

Por las características del proyecto no se utilizarán sustancias peligrosas.

II.2.9. Descripción de las obras asociadas al proyecto.

Con la finalidad de contar con todas las herramientas necesarias, se considera colocar un remolque

II.2.10. Etapa de abandono del sitio

Se calcula que el proyecto tendrá una duración aproximada de 6 años, durante este periodo de tiempo se calcula un volumen máximo del aprovechamiento será de aproximadamente 1,047,405.00 m3 de mineral de yeso. Una vez terminado este tiempo útil del banco, se procederá a realizar las siguientes actividades:

1. Retiro de manera definitiva de toda la maquinaria y su traslado a un almacén y oficinas según designe el representante legal de la empresa.
2. Retiro de material, residuos (por empresas autorizadas para su manejo) y equipo del sitio.
3. El material sobrante útil será trasladado al almacén temporal de la empresa.

II.2.11. Programa de Reforestación.

Con el objeto de cumplir con las medidas de restauración y compensación de los daños ocasionados por las obras y/o actividades realizadas en el sitio del proyecto, el proyecto: **"Banco De Yeso Azul**", se implementará el presente programa de reforestación con la finalidad de dar cumplimiento como parte fundamental del compromiso inherente de la promovente a la restauración ambiental.

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

Considerando los instrumentos de regulación que inciden en el sitio del proyecto y por la actividad a desarrollar, la vinculación con los instrumentos jurídicos está relacionado con la descripción del sitio del proyecto y del proyecto mismo, de los impactos ambientales y de las propuestas de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados en el capítulo IV de la Manifestación de impacto ambiental.

III.1. Vinculación con las Políticas e Instrumentos de Planeación del Desarrollo en la Región.

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad. A través de este documento, enriquecido con el diálogo y la consulta ciudadana, se reafirma el compromiso del Gobierno con el pueblo de México de gobernar con honestidad, democracia, eficiencia y con una visión humanista.

Se trata de un cambio de régimen político, al separar el poder político del poder económico; acabando con las capturas del gobierno por parte de intereses privados y extranjeros. Asimismo, el establecimiento de un gobierno democrático al servicio del pueblo y del interés público, recuperando la rectoría del Estado y la procuración del progreso general, cambiando la subordinación al exterior con la defensa firme de la soberanía nacional, sin descartar el diálogo y la coordinación internacional.

Vinculación:

El Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030 (PND) constituye el instrumento rector de la planeación nacional y establece las prioridades, objetivos y estrategias que orientan la actuación de la Administración Pública Federal. Dentro de su estructura se encuentra el Eje General 4 “Desarrollo sustentable”, mediante el cual se plantea alcanzar un equilibrio entre el desarrollo económico, social y ambiental, procurando la conservación del medio ambiente, la prevención de daños irreversibles y el aprovechamiento responsable de los recursos naturales.

III.1.2. Programa Nacional de Desarrollo Minero.

El Programa Nacional de Desarrollo Minero plasma las estrategias y líneas de acción que el Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría de Economía, propone para incrementar las inversiones mineras y ofrecer opciones de crecimiento y desarrollo a las empresas que cuentan con el potencial geológico, humano y económico, para aprovechar los recursos minerales nacionales en condiciones óptimas.

En este sentido, el proyecto es compatible con los objetivos del Programa Nacional de Desarrollo Minero existente, en virtud de que integran en su concepción los principios de competitividad, productividad, equidad y desarrollo regional equilibrado; se desarrolla en un contexto favorable para la inversión; y contribuye a mejorar el mercado interno de minerales y la competitividad nacional en el escenario internacional.

Vinculación:

El proyecto es compatible con los principios rectores del Programa Nacional de Desarrollo Minero, particularmente en lo relativo a la competitividad, productividad, equidad y desarrollo regional equilibrado, toda vez que promueve la utilización de un recurso mineral con potencial económico en una región con oportunidades de desarrollo, favoreciendo la generación de actividad económica local y la integración del territorio a dinámicas productivas del sector minero.

III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio fue expedido mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012. Este instrumento tiene por objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, así como establecer lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Vinculación:

De la revisión de la política ambiental y las estrategias establecidas para la UAB 137 se advierte que el POEGT no establece una prohibición expresa para el desarrollo de actividades de aprovechamiento de recursos minerales dentro de esta Unidad Ambiental Biofísica.

Por el contrario, la política ambiental asignada a la UAB 137 incorpora expresamente el "Aprovechamiento sustentable", conjuntamente con la preservación y restauración, reconociendo además a la minería como uno de los sectores asociados del desarrollo y señalando una importancia media de dicha actividad dentro de la UAB.

III.1.4. Regionalización Ecológica.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2, 000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT Unidades Ambientales Biofísicas de México.

III.1.5. Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027 (H. Ayuntamiento de Calakmul).

Visión Municipal 2021. Lograr un municipio próspero y equitativo, ejemplo mundial por sus buenas prácticas en materia de desarrollo sustentable, donde sus habitantes cuentan con crecientes niveles de bienestar y mayor calidad de vida, en un marco de paz, seguridad, inclusión y de convivencia social fraterna.

Vinculación:

El proyecto se ubica dentro del Eje Estratégico 2. Calakmul Productivo, Sustentable y Resiliente que a la letra dice: Es el Eje que atiende el fomento de las actividades productivas en armonía con el medio ambiente, promoviendo acciones para el desarrollo sustentable de los diversos sectores económicos del municipio y facilitando el asiento de inversiones públicas y privadas, a fin de fortalecer el bienestar y la capacidad económica de las familias.

III.1.6. Regiones prioritarias.

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), que se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Así, Conabio ha impulsado la identificación, además de las RTP, de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y de las Regiones Prioritarias Marinas (RPM, ámbitos costeros y oceánicos). Una regionalización complementaria, desarrollada por Cipamex, corresponde a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

III.1.7. Región hidrológica Prioritaria (RHT) 95 Calakmul.

La región Hidrológico Prioritaria de Calakmul tiene una extensión de 4,171.03 km2, cuyos recursos hídricos principales son lenticos (charcas temporales) lóticos (pozos, corrientes subterráneas). Los tipos de suelo son Regosol y Rendzina; y el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28º C. Las principales actividades económicas es la agrícola, ganadera, forestal y chiclera.

III.1.8. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)-171.

La zona está cimentada en la parte más elevada de la planicie del estado, presentando una inclinación de sur a norte. Encontrándose una cadena montañosa llamada sierrita de X'pujil de 100 km. de longitud que se extiende hasta la frontera con Guatemala. En la zona no existen escurrimientos importantes, encontrándose solamente cuerpos de agua superficiales, conocidos localmente como aguadas que se forman en depresiones naturales del terreno. El clima es cálido subhúmedo. La región donde se ubica la reserva se encuentra en la zona arqueológica más grande del país, siendo la segunda del Imperio Maya después de Tikal en Guatemala (zona arqueológica de Calakmul). Es la reserva más grande del trópico mexicano, no existiendo asentamientos humanos en la reserva.

III.1.9. Programa De Ordenamiento Territorial Del Municipio De Calakmul.

Las políticas de manejo del ordenamiento ecológico del territorio quedaron de la siguiente manera:

- Aprovechamiento
- Restauración
- Conservación
- Protección

La unidad de gestión es la “unidad mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales de política territorial aunado con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos finos del manejo de estos recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad (Rosete, 2003). Favoreciendo la aplicación de instrumentos que proporcionen la posibilidad de la evaluación y monitoreo de las estrategias y acciones que se lleven a cabo dentro de esta UGA.

CONDICIONADO.

Minero (Mi)

Criterios de Control aplicables:

M1. Se prohíbe cualquier autorización para el establecimiento de minería extractiva metalúrgica a cielo o tajo abierto, así como de tierras raras y el fracking.

M3. La extracción de material pétreo por ningún motivo podrá afectar nocivamente los cuerpos de agua,k ni a las especies animales y vegetales, particularmente las que se encuentren enlistadas en la NOM-059-2010.

M4. No se permite el uso de bancos de material pétreo o de la instalación de rellenos satinarios o tiraderos cuando los terrenos cuenten con afloramiento o se encuentren cercanos a cuerpos de agua.

M5. Se permite la extracción tipo microempresa de material pétreo, siempre que no se utilicen explosivos ni maquinaria pesada y se cuenten con la previa aprobación y emisión de licencias por parte del Ayuntamiento de acuerdo con las regulaciones del POELC. Los bancos de préstamo de arena o material pétreo deberán restaurarse mediante la reforestación con especies arbóreas y arbustivas nativas. Se aplica un programa de reforestación con especies nativas.

M6. La ubicación, operación, establecimiento y extracción de material para la construcción de infraestructura u de servicios deberá contar con el permiso de la autoridad municipal, y dicho permiso deberá contener el volumen de extracción máximo. Esta actividad deberá estar vigilada y regulada por el Ayuntamiento de acuerdo con las regulaciones del POELC.

M7. En. La extracción de materiales pétreos con fines comerciales, además de contar con la autorización competente, deberá establecerse un área de exlusión como bancos de germoplasma donde se reubiquen las especies vegetales en los casos que por su importancia o estatus de protección sean susceptibles de trasplantarse, en sitios con condiciones ambientales similares a los sitios de explotación, siempre tomando en cuenta lo establecido por el órgano técnico.

Vinculación:

De conformidad con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Calakmul, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Campeche el 17 de junio de 2025, el uso Minero (Mi) se encuentra sujeto a diversos criterios de control ambiental, cuya finalidad consiste en prevenir impactos significativos sobre los componentes físicos y biológicos del territorio y asegurar que el aprovechamiento de materiales se realice bajo condiciones de sustentabilidad.

LEYES FEDERALES

III.1.10. Ley General De Equilibrio Ecológico y Protección Al Ambiente.

En disposición a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente en referencia a la Evaluación de Impacto Ambiental aplica el Artículo 28, el cual establece lo siguiente:

Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables

para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

III.1.11. Reglamento De La LGEEPA.

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

III.1.12. Ley Minera.

A finales de la década de 1980, México experimentó un cambio radical en su estrategia de desarrollo económico, orientándose la política a fortalecer los mecanismos de mercado como asignadores de recursos, a través de, entre otras medidas, una desregulación económica, la cual pretende eliminar reglamentaciones federales excesivas y reducir obstáculos a la entrada de la inversión extrajera. La ley minera s reglamentaria del artículo 27 constitucional, el cual establece que la nación tendrá el dominio directo de todos los minerales que se encuentren en territorio mexicano.

Este dominio es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de dichos recursos, solo podrá realizarse mediante concesión que otorgue el Ejecutivo Federal a particulares o a sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, excepto tratándose del petróleo y de los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos o de minerales radioactivos, los cuales serán explotados directamente por la nación.

III.1.13. Ley General de Cambio Climático y su Reglamento.

Artículo 1o. La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Reglamento de la Ley

Artículo 1. El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones; su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal.

Vinculación

Con el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, equipos y vehículos utilizados en el proyecto, se disminuirán las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, con esto se contribuye a la mitigación de dichos gases como se señala en la Ley de Cambio Climático y de su reglamento en materia de registro nacional de emisiones.

III.1.14. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

se refiere a la protección del ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado y a propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención, de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

III.1.15. Ley General de Vida Silvestre.

(publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000 - Última reforma publicada DOF 16 de julio de 2025). La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Vinculación.

De acuerdo con las condiciones presentes en el sitio, cuyo el tipo de vegetación presente corresponde al del tipo secundaria., derivada de los asentamientos humanos cercanos, hacen que la presencia de fauna sea inapreciable (listado de especies presentado en la MIA), por lo que durante los recorridos, no se identificaron especie alguna incluida en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, que establece la protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestre-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista de especies en riesgo. Sin embargo, aunque no se ha encontrado en los recorridos realizados fauna incluida dentro de la normativa ambiental, el promovente realizará recorridos de supervisión antes y durante la realización de los trabajos, en tramos donde se estén llevando a cabo las actividades (de esta manera se cumple con lo establecido en el Artículo 19 de la presente Ley).

III.1.16. Áreas Naturales Protegidas, Regiones Prioritarias y Áreas De Importancia Para La Conservación.

El presente proyecto se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas.

III.1.17. Criterio Ecológico Particular CEP-SE-00I-2003

Análisis puntual de los criterios donde se especifican los puntos que se deberán cumplir para la explotación del banco de yeso.

III.1.18. Normas (Normas Oficiales Mexicanas que apliquen para el desarrollo del proyecto).

Con el propósito de cumplir con lo que establece la LGEEPA en materia de protección y conservación de los recursos naturales y cumplir además con la política ambiental que establece el plan nacional de desarrollo y el estatal, en definir como eje principal el cuidado y protección del medio ambiente y que el aprovechamiento de los recursos naturales sea de una manera sustentable, y que las actividades productivas se apeguen a los ordenamientos legales para la conservación y aprovechamiento de los mismos, los ordenamientos ecológicos son piedras fundamentales para ordenar el uso del suelo y de las actividades productivas dando como resultado regular las mismas.

NOM – 001-SEMARNAT-1996.

Que establece los límites Máximos Permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Vinculación: En cada una de las etapas del proyecto se colocan letrinas portátiles, que tendrán un mantenimiento constante por parte de la empresa arrendadora de este servicio, queda estrictamente prohibido verter las aguas de desecho al predio.

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.

NOM – 044-SEMARNAT-2017.

Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.

NOM – 045- SEMARNAT -2006.

Que establece los límites Máximos Permisibles de capacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel como combustible.

NOM-052-SEMARNAT-2005.

Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Vinculación: La contaminación del suelo y por ende las aguas subterráneas se produce por una sustancia no deseada que llega por un uso o generación de algún residuo considerado como peligroso por la norma; en este caso no se generara residuos considerados altamente peligrosos durante la operación del proyecto, se mantendrán las condiciones ambientales existentes. Tomando en

consideración lo que establece la norma, se considerarán residuos peligrosos aquellos que presenten una o más de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y/o biológico infecciosas; en este caso durante la operación del proyecto no se permitirá ningún tipo de mantenimiento de los vehículos, por lo que la empresa no generara ningún tipo de residuos peligrosos. La misma norma indica que los aceites usados, aditivos, lubricantes, estopas son considerados como residuos peligrosos; el mantenimiento de los equipos deberá ser en talleres cercanos al sitio del proyecto con el propósito de prevenir la contaminación al suelo.

NOM–080-SEMARNAT-1994.

Que establece los límites Máximos Permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores y su método de medición.

NOM-081- SEMARNAT -1994.

Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente.

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

IV.1. Delimitación del Área de Influencia.

El área de influencia del proyecto fue delimitada tomando en cuenta las dimensiones, obras y superficie en donde pueden manifestarse efectos de los impactos ambientales significativos, tanto positivos como negativos, los cuales pueden ocurrir durante las fases de preparación y operación del proyecto. Con base en ello, el área de influencia se identifica con el círculo naranja; la superficie sombreada de rojo corresponde al área de aprovechamiento de 20 ha.

IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental

Para la delimitación del Sistema Ambiental se procedió a realizar un análisis e interpretación exhaustiva de la cartografía digital editada por diferentes instituciones, tales como:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Calakmul.
- Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

IV.3. Medio físico

IV.3.1. Clima

El municipio de Calakmul en Campeche cuenta con un clima cálido subhúmedo. Sin embargo, este se subdivide en dos tipos de acuerdo con el grado de humedad.

IV.3.1.1. Temperatura y precipitación.

Con base en la información de la estación climatológica Xpujil, la más cercana al sitio del proyecto, la temperatura media anual es de aproximadamente 26.2 °C. Las temperaturas más elevadas se registran durante los meses de abril y mayo, cuando pueden superar los 38 °C, mientras que las mínimas ocurren entre diciembre y enero, con valores cercanos a 17-20 °C. La precipitación se concentra aproximadamente entre mayo y octubre, mientras que de noviembre a abril predomina la época seca.

IV.3.1.2. Fenómenos meteorológicos.

Un ciclón tropical es una depresión tropical que cubre cientos de miles de kilómetros cuadrados y tiene lugar, primordialmente, sobre los espacios oceánicos tropicales, cuando las condiciones oceánicas y atmosféricas propician que se genere un ciclón tropical. La evolución y desarrollo de este puede llegar a convertirlo en huracán. Estos fenómenos se presentan en la Península de Yucatán de modo directo o indirecto, principalmente de junio a diciembre; sin embargo, también pueden presentarse en otros meses (enero, abril y mayo). Durante el invierno, en la zona se presenta una época de fenómenos meteorológicos. Su presencia se debe a la formación de masas húmedas y frías en la región polar del continente y el norte del océano Atlántico, las cuales alcanzan una velocidad promedio de 5.5 m/s y manifiestan un desplazamiento hacia el sudeste, hasta que son disipadas por la predominancia de condiciones cálidas en las cercanías del Ecuador. Durante este periodo, los días despejados pueden reducirse hasta un 50 %, debido a que estos frentes fríos arrastran consigo grandes extensiones de nubes densas.

IV.4. Geología y geomorfología.

El área del proyecto se localiza dentro de la provincia fisiográfica de la Península de Yucatán, donde predominan materiales sedimentarios de origen marino. En el sitio afloran principalmente rocas calizas del Cenozoico, correspondientes a unidades geológicas formadas durante el Eoceno, con presencia local de materiales evaporíticos asociados al yeso.

IV.4.1. Hidrología.

IV.4.1.1. Hidrología superficial

El área del proyecto se localiza en la región fisiográfica de la Península de Yucatán, caracterizada por un relieve kárstico donde el drenaje superficial es muy escaso debido a la alta permeabilidad de las rocas calizas. En consecuencia, dentro del sistema ambiental no se identifican ríos o arroyos permanentes, siendo comunes únicamente escurrimientos temporales durante la temporada de lluvias, los cuales drenan hacia pequeñas depresiones o bajos naturales.

IV.4.1.2. Hidrología subterránea

La principal característica hidrológica del área es la presencia de un acuífero kárstico regional, desarrollado en rocas calizas altamente fracturadas y permeables, lo que favorece la infiltración de la lluvia y limita el escurrimiento superficial.

IV.4.2. Edafología.

Los suelos predominantes en el área corresponden principalmente a Leptosoles, con presencia local de Cambisoles y, en algunas depresiones kársticas, Vertisoles y Gleysoles.

Leptosol: Es el suelo predominante. Se caracteriza por ser muy somero (generalmente menor de 25 cm de profundidad), con abundante fragmento de roca caliza, buen drenaje y baja capacidad para retener humedad. Es típico de las zonas kársticas de Calakmul y sostiene vegetación de selva mediana y baja.

IV.4.3. Aspectos Bióticos

IV.4.3.1. Vegetación

Uno de los aspectos más importantes de la PBPY es la existencia de un gradiente de precipitación que se refleja en cambios importantes en la cobertura vegetal y en la diversidad florística (CONANP, 2023). La flora, en general, presenta una gran similitud con la Provincia de la Costa del Golfo de México, pero destaca por su gran número de endemismos. Las características mencionadas anteriormente crean las condiciones ambientales necesarias para el establecimiento de uno de los ecosistemas dominantes de la Provincia: las selvas tropicales (Rzedowski, 2006; Carnevali et al., 2010). Campeche presenta la mayor cantidad de tipos de vegetación y especies de flora de la península, con aproximadamente 1,250 especies (Flores y Sánchez, 2010), lo que representa el 52 % de la flora de la Península de Yucatán, que es de aproximadamente 2,400 especies, así como el 5 % de la flora vascular mexicana (Duno de Stefano et al., 2011; 2018).

IV.4.3.2. Selva alta perennifolia y subperennifolia.

Se localiza al sur del estado, colinda con la República de Guatemala y su presencia obedece al incremento de la precipitación media anual en el área, cuyo límite inferior corresponde a la isoyeta más o menos de los 1,600 mm (cercano a los 2,000 mm, Miranda, 1958). Se le encuentra sobre geoformas que presentan relieves ondulados y planicies cuyas pendientes varían del 12 % al 1 %. Los tipos de suelos que las sustentan son rendzinas con buen drenaje. Se estima que albergan más de 400 especies de plantas vasculares. En esta selva, el estrato dominante tiene 30 metros o más de altura, existiendo individuos emergentes de hasta 45 metros. Algunas especies pierden las hojas en la época de seca, llegando a ser hasta el 25 % de los árboles dominantes, y estas son: Manilkara zapota (zapote), Bursera simaruba (chacáh), Brosimum alicastrum (ramón), Alseis yucatanensis, Aspidoperma megalocarpum, Terminalia amazonia, Aspidosperma cruentum, Bucida buseras, Swartzia cubensis, Tabebuia guayacan, Tabebuia rosea, Calophyllum brasiliense, Vitex gaumeri, Ceiba pentandra, Ellipticum sp., Pouteria zapota, Brosimum costaricanum, Castilla elastica, Lonchocarpus castilloi, Acacia mayana, Lonchocarpus guatemalensis, Lonchocarpus cruentus, Luisiloma auritum, Platymiscium yucatanum, Cojoba arborea, Blepharidium guatemalense, Acosmium panamense, Quararibea funebris, Sabal mauritiiformis, Cryosophila argentea, Opsiandra maya, Orbignya cohune y Dracaena americana. Son comunes las asociaciones de Manilkara zapota-Brosimum alicastrum, Manilkara zapota-Bucida buceras y agrupaciones de Orbignya cohune, Sabal yapa y Cryosophyla argentea. Se ha observado este tipo de vegetación en Central Chiclera

Villahermosa, ejidos Dos Aguadas, ejido Dos Naciones, El Cibalito, ejido Carlos A. Madrazo, entre otros, y, en general, en los límites con Guatemala. Las perturbaciones a las que ha sido sometida son principalmente explotación chiclera, forestal, ganadera y tráfico ilegal de fauna.

IV.4.3.3. Selva mediana subperennifolia.

La selva mediana subperennifolia es la vegetación dominante de la región. Este tipo de vegetación se localiza sobre lomeríos y planicies con relieve ondulado y sobre pendientes de menos de 12 %. Flores (1974) afirma que esta vegetación se desarrolla en suelos rocosos, con pendientes y en hondonadas. Destacan como especies dominantes las siguientes: Swietenia macrophylla, Brosimum alicastrum, Lysiloma latisiliqua, Bursera simaruba, Cedrela mexicana, Vitex gaumeri, Acosmium panamensis, Talisia olivaeformis, Talisia floresi, Thouinia paucidentata, Metopium brownei, Dendropanax arborea, Bucida buseras, Lonchocarpus castilloi, Protium copal, Sabal yapa, Simaruba glauca, Krugiodendron ferreum y Chlorophora tinctoria. Del 25 al 50 % de sus elementos pierden las hojas durante la sequía. Se desarrollan en suelos poco profundos (blancos, café o grisáceos) con afloramientos rocosos. Presenta, al igual que la selva alta, alternancia con otros tipos de vegetación; los árboles dominantes no sobrepasan los 25 metros de altura. Comparte elementos florísticos de la selva alta; sin embargo, en esta, las especies dominantes son Vitex gaumeri, Lonchocarpus xul, Lonchocarpus yucatanensis, Lysiloma latisiliqua, Bursera simaruba, Piscidia piscipula, Talisia olivaeformis y Protium copal. Es el tipo de vegetación más alterado por ser el de más amplia distribución. Las actividades humanas, principalmente con fines agrícolas, ganadería, colonización, caza y explotación forestal, representan presiones sobre este ecosistema y el hábitat de muchas especies de fauna que se encuentran en peligro de extinción, como jaguar, tapir, mono araña, mono aullador, faisán, pavo de monte y otras aves.

IV.4.3.4. Selva baja subperennifolia inundable.

La selva baja subperennifolia se esparce de manera fragmentada en sitios de drenaje deficiente en la región; es frecuente observarla entremezclada con la selva mediana. Las geoformas donde se desarrolla son planicies con pendientes menores al 1 %. Los suelos que la sustentan se denominan ak'alche' y se caracterizan por ser profundos, arcillosos y con drenaje deficiente. Los árboles que aparecen en esta vegetación no sobrepasan los 10 m debido al drenaje impedido del suelo. Flores (1974) indica que esta vegetación se presenta en los bajos a orillas de “cañadas” o “aguadas”, tales como los “Pozos”, “El Desempeño” y “La Esperanza”. Las especies que destacan son: Haematoxylon campechianum, Metopium brownei, Bucida buseras, Cameraria latifolia, Coccoloba cozumelensis, Mimosa bahamensis y Croton glabellus. Se encontró que entre selvas altas y medianas, en aguadas y zonas azolvadas, se presentan asociaciones de plantas hidrófilas, cuyas especies dominantes son: Typha domingensis, Paspalum fasciculatum, Paspalum virgatum, Cameraria latifolia, Crescentia cujete, Mimosa pigra, Senna alata, Acacia cornigera y Mimosa pudica. También se presentan palmas como Acoelorraphe wrightii y asociaciones de Haematoxylon campechianum-Bucida buceras-Metopium brownei. El estrato arbóreo no sobrepasa los 15 m de altura; dominan Bucida buseras, B. spinoza, Haematoxylon campechianum, Manilkara zapota, Metopium brownei, Diospyros anisandra, Cameraria latifolia y Byrsonima bucidaefolia. En el estrato arbustivo, los componentes son escasos; entre los dominantes se encuentran: Bravaisia berlandieri, Randia aculeata, Ouratea luscens, Rhacoma gaumeri, Dripetes lateriflora y Myrciaria floribunda. Estrato herbáceo: Petiveria alliacea, Rhoeo discolor, Lasiacis divaricata, Scleria sp., Cladium jamaicense, así como diversas epífitas,

siendo las orquídeas las más abundantes. Desde el punto de vista biológico, representa una zona muy importante debido a la presencia de diversos géneros endémicos, así como a una gran diversidad florística y faunística. A pesar de permanecer inundada parte del año, últimamente se ha explotado con fines forestales y agropecuarios.

IV.4.3.5. Selva baja subperennifolia.

Estas selvas se distribuyen principalmente en la porción noreste de la región de Calakmul. El estrato dominante es de 15 metros o menos. Es una selva cuya composición es parecida a la selva mediana subperennifolia, pero aparentemente, por el efecto del viento y el escaso desarrollo del suelo, los árboles no alcanzan a desarrollarse plenamente. Los principales elementos son: Brosimum alicastrum, Manilkara zapota, Lysiloma latisiliqua, Bursera simaruba, Cedrela odorata, Vitex gaumeri, Talisia olivaeformis, Thouinia paucidentata, Metopium brownei, Dendropanax arborea, Bucida buseras, Lonchocarpus xuul, Protium copal, Sabal yapa, Simaruba glauca, Krugiodendron ferreum, Lonchocarpus yucatanensis y Piscidia piscipula. La selva baja caducifolia se encuentra sobre geoformas de lomeríos y planicies intermedias. Los suelos que la sustentan son someros o profundos y muy drenados. El tipo de régimen de humedad donde se presenta varía de semiseco a seco en sitios con precipitaciones escasas. Los principales elementos dominantes son: Guaiacum sanctum, Esenbeckia yax-hob, Lysiloma latisiliqua, Pseudobombax ellipticum y Ceiba schottii.

IV.4.3.6. Vegetación secundaria.

La vegetación secundaria que se presenta en el área se deriva de los tipos de vegetación antes mencionados y se ha originado debido al uso de la selva, especialmente de las selvas altas y medianas. Estas selvas se han originado principalmente por el uso y abandono por parte de los pobladores de la región, quienes realizaron diversos aprovechamientos en estos ecosistemas, los cuales fueron abandonados a causa de la baja productividad que representaban. Esta vegetación actualmente se puede encontrar en diversos sitios de la región en la que se encuentra el proyecto, debido a la presencia humana y al tipo tradicional de cultivo que implementaron, como son la Co'ol ximba o milpa que camina, la cual se describe como una parte de la superficie forestal que es desmontada y donde se establece un cultivo agrícola; después de cinco años se abandona y se deja descansar para que el suelo recupere los nutrientes, y la actividad agrícola es trasladada a otra zona donde no se ha trabajado.

IV.4.3.7. Vegetación del sitio del proyecto.

El sitio del proyecto se ubica dentro de la región de la Selva Maya, donde predomina la selva mediana subperennifolia, con áreas de vegetación secundaria derivadas de actividades agropecuarias y aprovechamientos previos. Como ya se ha mencionado, el área en donde se pretende realizar la explotación de yeso es un área impactada como consecuencia de la carretera que se encuentra colindante y de las actividades agrícolas cercanas al sitio, por lo que en el sitio se presenta vegetación de agricultura de temporal anual (INEGI, Serie VII). De acuerdo con los trabajos de campo realizados en el sitio del proyecto, se observaron las siguientes especies.

IV.4.4. Fauna.

Con base en la información más reciente disponible en el INEGI, en el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Calakmul 2024 y complementada por la CONANP, la fauna del municipio de Calakmul es una de las más diversas de México debido a que forma parte de la Selva Maya.

IV.4.4.1. Fauna en el sitio del proyecto.

En el área de estudio solo se observaron las siguientes especies de aves: Zenaida asiatica (paloma ala blanca), Icterus auratus (yuyita), Quiscalus mexicanus (cao), Columbina talpacoti (tortolita), Cyanocorax yucatanicus (cheel), Ortalis vetula (chachalaca), Coragyps atratus (zopilote), Myiozetetes similis (xtaxay), Buteo magnirostris (gavilán), Mimus gilvus (chikita) y Eumomota superciliosa (toj), entre otras. De igual manera, se encuentran otras especies de fauna, como Sceloporus variabilis (lagartija), Orthogeomys hispidus (tuza), Sylvilagus floridanus (conejo) y Aspidoscelis angusticeps (memech). Estas especies de aves se alimentan de los frutos de las diversas especies arbóreas Muntingia calabura (capulín), Neea psychotrioides y Psidium sartorianum (wayabillo), entre otras, que se encuentran en el área de estudio, pero estas aves son transitorias.

IV.5.2. Educación

Calakmul registra uno de los mayores niveles de analfabetismo del estado de Campeche (13.2 % de la población de 15 años y más). Persisten rezagos en escolaridad, principalmente en las comunidades rurales.

IV.5.3. Actividad económica

La economía del municipio de Calakmul se caracteriza por un marcado predominio del sector primario, debido a su amplia superficie rural, la baja densidad de población y la disponibilidad de recursos naturales. La mayor parte de las localidades se dedica a actividades agropecuarias y forestales, mientras que las actividades industriales son escasas y el sector de servicios se concentra principalmente en la cabecera municipal y en las localidades de mayor tamaño.

IV.5.4. Vivienda

Se registraron aproximadamente 8,040 viviendas particulares habitadas. Aún existen carencias importantes en servicios básicos:

- 21.9 % de las viviendas carecen de agua entubada dentro de la vivienda.
- 15.6 % no disponen de drenaje.
- 19.7 % no cuentan con sanitario.
- 9.8 % tienen piso de tierra.

IV.5.5. Salud

El municipio de Calakmul presenta un sistema de atención médica característico de los municipios rurales del estado de Campeche, donde los servicios de salud se distribuyen entre unidades de primer nivel ubicadas en la cabecera municipal y centros de salud establecidos en diversas comunidades

rurales. Debido a la gran extensión territorial del municipio y a la dispersión de sus localidades, el acceso oportuno a servicios médicos especializados representa uno de los principales retos para la población.

IV.5.6. Paisaje.

El municipio de Calakmul muestra una gran homogeneidad respecto a sus zonas ecológicas. Esto se debe principalmente a que no presenta una gran variedad climática, propiciando con ello que, para efectos de construcción de paisajes, no sea un factor de gran diferenciación territorial. La funcionalidad de los paisajes debe ser garantizada en beneficio de la sociedad del municipio de Calakmul. El uso inadecuado y la contaminación de los recursos naturales en ellos representan amenazas para un desarrollo sustentable.

IV.6. Diagnóstico ambiental.

El sitio presenta condiciones ambientales propias de la región de la Selva Maya, donde predominan ecosistemas de selva mediana subperennifolia con diferentes grados de perturbación ocasionados por las actividades agropecuarias y extractivas.

Conociendo las particularidades ambientales del área y de sus zonas contiguas, es necesario realizar un análisis de las condiciones ambientales de los elementos que inciden en el área del aprovechamiento del yeso. Para este análisis fue necesario definir el contexto ambiental y las condiciones que guardan los elementos naturales, así como se encuentran el suelo, el clima, la flora, el agua, la atmósfera y la fauna silvestre; elementos que han sido modificados tanto por la acción del hombre como por fenómenos naturales que inciden en la zona, como los incendios forestales que ocurren cada año en todo el territorio del municipio de Calakmul y el resto del estado de Campeche.

En el área donde se intenta desarrollar la extracción del yeso y en las áreas adyacentes se han conjugado factores físicos y biológicos que aún persisten en la zona para formar asociaciones de vegetación constituidas por selva baja y mediana subperennifolia y caducifolia, que han permitido el establecimiento de la fauna silvestre. Por estas características ambientales y por presentar una biodiversidad de especies animales y vegetales, algunas en peligro de extinción, amenazadas, raras y otras sujetas a protección especial, el área mantiene relevancia ecológica.

V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1 Metodología para identificar los impactos ambientales.

La evaluación de los impactos ambientales del proyecto se realizó mediante la Matriz de Leopold, desarrollada por Leopold et al. (1971), la cual constituye un método sistemático para identificar, relacionar y valorar las interacciones entre las acciones del proyecto y los factores ambientales susceptibles de ser modificados.

V.1.1 Indicadores de impacto ambiental.

Los indicadores son series de variables, seleccionadas de una gran base de datos, que poseen significado sintético y permiten cubrir propósitos específicos. Consecuentemente, no existe un conjunto universal de indicadores ambientales, sino que se trata de conjuntos que responden a marcos

de referencia y a propósitos específicos. De manera que se considera que los indicadores corresponden a índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones actuales y potenciales que pueden ocurrir como resultado de la ejecución de un proyecto.

V.1.2. Identificación De Impactos Ambientales (MATRIZ DE LEOPOLD).

Con la aplicación y modificación de una matriz causa-efecto (Matriz de Leopold), únicamente se identificaron los impactos. Para ello, se partió del árbol de acciones del proyecto y del árbol de factores ambientales afectados. La matriz quedó conformada en sus columnas por las acciones y en sus filas por los factores ambientales y, seguidamente, se procedió a establecer las interacciones causa-efecto que determinaran la presencia de los impactos ambientales para el proyecto.

V.1.3. Matriz de impactos.

La matriz resultante es una herramienta para el análisis de aquellos componentes ambientales y las acciones de la obra que podrían generar impactos ambientales positivos y negativos. El empleo de esta facilita el manejo de un gran número de acciones de la obra con respecto a los diversos componentes ambientales que integran el área del proyecto. En la matriz se identificó un total de 169 impactos ambientales para el proyecto, de los cuales 85 son de carácter negativo y 84 positivos.

V.1.4. Descripción De Impactos Ambientales.

Los impactos ambientales que podría generar el presente proyecto se describen a continuación en relación con los componentes ambientales afectados y las actividades que los originan. Las principales actividades o acciones que integran el proyecto son el desmonte y despalme, la explotación de un banco de yeso, y el acarreo y transporte del material.

Factor Ambiental: FLORA

La flora será afectada durante las etapas de preparación del sitio, operación y abandono del proyecto de aprovechamiento de “**Banco de Yeso Azul**”. En la etapa de preparación del sitio, las actividades de desmonte, despalme y delimitación del área de trabajo ocasionarán la remoción de la cobertura vegetal existente, provocando la pérdida directa de individuos vegetales y la reducción temporal de la superficie con vegetación natural dentro del área de aprovechamiento. Como consecuencia, también se presentará una modificación en la composición y estructura de la comunidad vegetal, así como una disminución de la disponibilidad de hábitat para otras especies asociadas.

Factor Ambiental: FAUNA

La fauna será afectada durante las etapas de preparación del sitio, operación y abandono del proyecto de aprovechamiento de “**Banco de Yeso Azul**”. En la etapa de preparación del sitio, las actividades de desmonte, despalme y delimitación del área de trabajo ocasionarán la pérdida temporal de hábitat y el desplazamiento de la fauna silvestre hacia áreas aledañas con mejores condiciones de refugio y alimentación. Asimismo, el incremento de la presencia humana y el movimiento de maquinaria generarán perturbaciones por ruido y vibraciones, lo que modificará el comportamiento de diversas especies y reducirá el uso del área intervenida.

Factor Ambiental: SOCIOECONÓMICO

El proyecto de aprovechamiento de "**Banco de Yeso Azul**" generará impactos tanto positivos como negativos sobre el factor socioeconómico durante las etapas de preparación del sitio, operación y abandono.

VI.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental define las medidas de prevención como: "Conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente".

Bajo este marco de referencia, en el presente capítulo se presentan las medidas preventivas y de mitigación que se realizarán a lo largo del proyecto, antes, durante y después del mismo, para prevenir y mitigar los impactos generados por el desarrollo del proyecto, las cuales están de acuerdo con las condiciones del área y minimizarán los posibles impactos negativos que se generarán por la ejecución de las actividades programadas.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

VI.1.1 Descripción de la medida o sistema de medidas preventivas

Etapa de preparación del sitio.

FACTOR SUELO

- Control en el manejo y disposición temporal del suelo que se removerá durante el despalme del área, el cual será almacenado conformando un bordo perimetral en la parte superior del banco de material, para su posterior utilización en las actividades de restauración (relleno) del área intervenida.
- Colocar contenedores para los residuos sólidos urbanos (RSU), que posteriormente serán trasladados a un sitio de disposición final autorizado. Se destinará un área para el acopio del suelo producto del despalme.

FACTOR AIRE

- Estará prohibida la incineración de los desechos generados durante todas las etapas del proyecto para evitar la contaminación del aire a través de la generación de humos.
- Prohibir el uso de productos químicos y la quema de sólidos producto del retiro de vegetación y limpieza del sitio.

FACTOR FLORA Y FAUNA

- Delimitación de franjas perimetrales de protección, de 20 m de ancho, que servirán como corredores biológicos a la fauna silvestre que pudiera presentarse en el área.
- Queda prohibido, en cualquier etapa, cazar, capturar, comercializar, confinar, molestar o dañar especies de flora y fauna del lugar, en especial las consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Prohibir dañar o remover vegetación fuera del área del proyecto.
- Etapa de operación y mantenimiento.

FACTOR SUELO

- Realizar la conformación del bordo perimetral en los límites del área del banco de material, con el material producto del despalme, con el fin de permitir que los escurrimientos superficiales sigan la pendiente natural del terreno y se distribuyan en las áreas aledañas.

FACTOR AIRE

- El personal empleado en la obra no deberá encender fogatas, quemar basura o restos de vegetación seca.
- Se utilizará maquinaria con dispositivos amortiguadores de ruido.
- Los camiones de volteo serán equipados con coberturas de lona para evitar el polvo y los derrames de sobrantes durante el transporte de materiales.
- Se proveerá de casco, botas, chaleco de seguridad y protectores auriculares a todo el personal dentro del área donde se esté llevando a cabo el proyecto. Asimismo, se exigirá a todos los operarios de maquinaria ruidosa, así como a los trabajadores implicados en actividades ruidosas, el uso de protección auditiva. Preferentemente se utilizarán tapones no desechables. También se proveerá a los trabajadores de vestimenta de alta visibilidad.

FACTOR RUIDO

- Dotar a los trabajadores del equipo de protección personal necesario; asimismo, se vigilará que no se sobrepasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT.
- Realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria a utilizar en las actividades extractivas, a fin de minimizar la generación de emisiones contaminantes y ruidos que afecten la calidad del aire.
- Prohibir la explotación del yeso fuera del área presentada en la presente MIA-P.

VI.1.2.- Descripción de la medida o sistema de medidas de mitigación.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define las medidas de mitigación como: “Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas”.

VI.2.- Impactos residuales.

Un impacto residual se considera como el efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Bajo esta consideración y después de analizar las medidas de mitigación propuestas para atenuar o minimizar los impactos que generará el desarrollo del proyecto, se puede concluir que los impactos residuales que pudieran generarse en el área del proyecto, posteriormente al abandono del sitio, corresponden a la alteración de los siguientes factores ambientales: la topografía del terreno y el paisaje del área.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se abordarán principalmente los Pronósticos Ambientales y la Evaluación de Alternativas, tal como lo establece el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Se analizan opciones tecnológicas, de sitio o de diseño para el proyecto. Se comparan las distintas alternativas frente al escenario de "no realizar el proyecto" (escenario actual sin proyecto) para justificar por qué la opción elegida es la que genera menor impacto negativo.

VII.1 Pronóstico del escenario

VII.1.1 Escenario sin proyecto

El proyecto se encuentra dentro del municipio de Calakmul, Campeche, en la comunidad de El Carmen II (Las Carmelas), y se ubica en un ambiente denominado Selva Maya. El clima es cálido subhúmedo, semiseco, con lluvias en verano, con temperaturas medias de 22 °C a 30 °C. El suelo es de origen calizo, con litosoles y rendzinas; el agua se infiltra y forma un sistema hidrológico subterráneo. El agua disponible en superficie se concentra en algunas aguadas, bajos inundables y akalchés, depresiones que se inundan en temporadas de lluvias y son vitales para la fauna. La vegetación es selva mediana subperennifolia, pero se encuentra muy transformada. El ejido tiene 4,187 ha y las precipitaciones van de 1,100 a 1,500 mm, con 83 % entre mayo y noviembre.

VII.1.2 Escenario con proyecto

El escenario esperado con el desarrollo del proyecto mantendrá las condiciones ambientales que prevalecen, para asegurar que los factores ambientales existentes no sean afectados o que el impacto sea mínimo posible.

Los resultados de la identificación de impactos ambientales indican que los efectos adversos, en su mayoría, son poco significativos y cuentan con medidas de mitigación o control, establecidas a través de la normatividad vigente y aplicables desde el diseño, además de la implementación de las medidas de seguridad mencionadas en el estudio.

VII.1.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Los desechos sólidos se recolectarán y se depositan en tambores con tapas separándolos en orgánicos e inorgánicos, los cuales serán entregadas a empresas que se dedican al reciclaje y de esta manera reducir efectos negativos a la atmósfera por la emisión de malos olores y reducir una contaminación visual y ambiental.

El desarrollo del proyecto provocará pocas modificaciones en el ambiente, sin embargo, ninguno de los impactos será significativo y se aplicarán medidas preventivas y de mitigación necesarias para el control de las posibles afectaciones. Estas medidas garantizan que la implementación del proyecto será de la manera más segura posible, tanto para el ambiente como para los trabajadores y pobladores cercanos al área del proyecto. Adicionalmente, en la etapa de operación del proyecto se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación que permitirán el desarrollo de actividades económicas y el aprovechamiento responsable de los recursos.

VII.1.4. Pronóstico ambiental

En cuanto al Sistema Ambiental en donde se pretende el aprovechamiento del yeso, una vez analizado los factores abióticos, bióticos y socioeconómicos, que se han identificado, en donde la principal característica del Sistema Ambiental es su cobertura vegetal secundaria, con predominio de acahual en los alrededores del proyecto y parches de vegetación menos perturbada que serán respetadas durante las actividades programadas. El desarrollo del proyecto no propone la transformación de materia, ni el manejo de residuos peligrosos, ni el manejo de aguas residuales, ni el cambio en el uso de suelos, ni afectaciones en la zona aledaña que puedan causar repercusiones al medio ambiente.

PREPARACIÓN DEL SITIO

Flora y Fauna

Realizará un recorrido minucioso previo al desmonte y despalme en el área a intervenir, con el fin de detectar la posible existencia de madrigueras o nidos y provocar su desplazamiento hacia las franjas perimetrales de protección, o llevar a cabo el traslado de especies endémicas o de alguna especie protegida.

Suelo

El suelo producto del despalme y el material vegetal removido serán dispuestos en un área específica dentro del banco de material para su almacenamiento temporal y, posteriormente, serán utilizados en las actividades de restauración del área intervenida.

Todos los vehículos automotores que se empleen durante la etapa de preparación del sitio deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con el objeto de estar en condiciones de cumplir con las Normas Oficiales. Se llevará una bitácora y se tomará y guardará evidencia fotográfica.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Suelo

Durante el desarrollo del proyecto se tendrá un baño portátil para el uso del personal, a fin de evitar la contaminación del suelo y el aire.

Socioeconómico

Se dará prioridad a la contratación de los habitantes de las poblaciones aledañas durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

Se priorizará la contratación de bienes y servicios en la región, para generar fuentes de empleo y reactivar la economía de la zona y del municipio.

DURANTE EL ABANDONO DEL SITIO

Flora y Fauna

A fin de compensar la alteración del uso actual del suelo considerado como terreno forestal y evitar procesos de erosión de este, al término de las actividades del proyecto o conforme existan áreas abandonadas en el banco de material, se realizarán actividades de reforestación con especies nativas.

Al término de las actividades del proyecto se realizará la limpieza del área, a fin de realizar actividades de reforestación que permitan restablecer el uso del suelo como terreno forestal.

VII.3 Conclusiones

Cabe resaltar que en el área a intervenir solo se realizará la explotación o extracción del material, a fin de hacer más eficiente su transporte, sin realizar ningún proceso de transformación.

Desde el punto de vista ambiental, el grado de afectación que se producirá se considera intrínseco, mitigable y compensable mediante la implementación de las medidas descritas en este estudio y en la normatividad ambiental aplicable.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

De acuerdo con el artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, la Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental, de acuerdo con el tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

VIII.1.1 Planos definitivos

Los planos se anexan en el documento

VIII.1.3 Listas de flora y fauna

El sitio del proyecto se ubica dentro de la región de la Selva Maya, donde predomina la Selva Mediana Subperennifolia, con áreas de vegetación secundaria derivadas de actividades agropecuarias y aprovechamientos previos. Como ya se ha mencionado, el área en donde se pretende realizar la explotación de yeso se encuentra impactada como consecuencia de la carretera colindante y de las actividades agrícolas cercanas al sitio. Por lo anterior, en el sitio se presenta vegetación de agricultura de temporal anual (INEGI, Serie VII). De acuerdo con los trabajos de campo realizados en el sitio del proyecto, se observaron las siguientes especies:

VIII.3 Glosario de términos

Acuífero kárstico: depósito de agua subterránea que se forma en rocas solubles (caliza, dolomía o yeso). El agua disuelve la roca con el tiempo y crea cuevas, grietas y conductos por donde el agua fluye con rapidez.

Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio 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 requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la Ley.

Banco de material: Sitio donde se encuentran acumulados en estado natural los materiales que se utilizarán en la construcción de una obra.

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Ciclo sedimentario: Proceso natural de la superficie terrestre donde las rocas viejas se rompen por el clima, viajan por el agua o el viento, y se acumulan en nuevos lugares para formar capas de suelo o rocas nuevas.

Comunidad vegetal: Se refiere a un grupo de poblaciones de plantas que habitan en determinada zona y que muestran patrones específicos en su distribución, abundancia y evolución; por ejemplo: bosque de coníferas, bosque mesófilo, selva alta, manglar, etc.

Conservación: La protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, el hábitat, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

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 cualquiera 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 y condición natural.

VIII.4 Bibliografía Consultada

- Diario Oficial de la Federación. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Diario Oficial de la Federación. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003.
- Diario Oficial de la Federación. 2007. DECRETO por el que se adiciona un artículo 60 TER; y se adiciona un segundo párrafo al artículo 99; todos ellos de la Ley General de Vida Silvestre.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Gómez Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. 2.ª edición. Editorial Mundi-Prensa Libros, S.A. 750 pp.

- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

- Programa de Ordenamiento Local de Calakmul (POEL), 2024. Periódico Oficial del Estado, pp. 31-37.

ÍNDICE GENERAL

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 39
I.1. Proyecto 39
I.1.1. Nombre del proyecto 39
I.1.2. Estudio de riesgo y su modalidad 39
I.1.3. Ubicación del proyecto. 39
I.1.4. Presentación de la documentación legal 39
I.2. Promovente 39
I.2.1. Nombre o razón social. 39
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente. 39
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal. 39
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para oír notificaciones. 39
I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 39
I.3.1. Nombre o Razón Social. 39
I.3.2. Registro federal de Contribuyente o CURP. 39
I.3.3. Dirección del responsable técnico del estudio 40
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 42
II.1. Información general del proyecto 42
II.1.1. Naturaleza del proyecto 42
II.1.2. Selección del sitio. 43
II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización. 44
II.1.4. Coordenadas del proyecto 45
II.1.5. Dimensiones del proyecto: 47
II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio y en sus colindancias 47
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. 48
II.2. Características particulares del proyecto. 48
II.2.1. Descripción de la obra o actividad y sus características. 49
II.2.2. Programa general de trabajo 49
II.2.3. Preparación del sitio 50
II.2.4. Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto. 51
II.2.5. Etapa de construcción. 51

II.2.6. Etapa de operación y mantenimiento 51
II.2.7. Insumos 52
II.2.7.1. Personal. 53
II.2.7.2. Agua 53
II.2.8. Otros insumos 53
II.2.8.1. Sustancias no peligrosas 53
II.2.8.2. Sustancias peligrosas. 54
II.2.9. Descripción de las obras asociadas al proyecto. 54
II.2.10. Etapa de abandono del sitio 54
II.2.11. Programa de Reforestación. 54
II.2.12. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. ... 59
II.2.13. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los Residuos. 60
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DEL SUELO. 62
III.1. Vinculación con las Políticas e Instrumentos de Planeación del Desarrollo en la Región 62
III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030. 62
III.1.2. Programa Nacional de Desarrollo Minero. 64
III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 65
III.1.4. Regionalización Ecológica. 66
III.1.5. Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027 (H. Ayuntamiento de Calakmul). 69
III.1.6. Regiones prioritarias. 71
III.1.7. Región hidrológica Prioritaria (RHT) 95 Calakmul. 72
III.1.8. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)-171. 73
III.1.9. Programa De Ordenamiento Territorial Del Municipio De Calakmul 74
III.1.10. Ley General De Equilibrio Ecológico y Protección Al Ambiente. 80
III.1.11. Reglamento De La LGEEPA. 81
III.1.12. Ley Minera. 82
III.1.13. Ley General de Cambio Climático y su Reglamento. 83
III.1.14. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). 84
III.1.15. Ley General de Vida Silvestre. 85
III.1.16. Áreas Naturales Protegidas, Regiones Prioritarias y Áreas De Importancia Para La Conservación. 86
III.1.17. Criterio Ecológico Particular CEP-SE-00I-2003 86

III.1.18. Normas (Normas Oficiales Mexicanas que apliquen para el desarrollo del proyecto). 90
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 95
IV.1. Delimitación del Área de Influencia. 95
IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental 96
IV.3. Medio físico 99
IV.3.1. Clima 99
IV.3.1.1. Temperatura y precipitación. 100
IV.3.1.2. Fenómenos meteorológicos. 100
IV.4. Geología y geomorfología. 101
IV.4.1. Hidrología. 103
IV.4.1.1. Hidrología superficial 103
IV.4.1.2. Hidrología subterránea 104
IV.4.2. Edafología. 104
IV.4.3. Aspectos Bióticos 105
IV.4.3.1. Vegetación 105
IV.4.3.2. Selva alta perennifolia y subperennifolia. 106
IV.4.3.3. Selva mediana subperennifolia. 107
IV.4.3.4. Selva baja subperennifolia inundable. 107
IV.4.3.5. Selva baja subperennifolia. 108
IV.4.3.6. Vegetación secundaria. 108
IV.4.3.7. Vegetación del sitio del proyecto. 108
IV.4.4. Fauna. 111
IV.4.4.1. Fauna en el sitio del proyecto. 113
IV.5. Aspectos Socioeconómicos 113
IV.5.1. Demografía. 113
IV.5.2. Educación 114
IV.5.3. Actividad económica 115
IV.5.4. Vivienda 116
IV.5.5. Salud 117
IV.5.6. Empleo y educación 118
IV.5.7. Paisaje. 119
IV.6. Diagnóstico ambiental. 119

V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 122
V.1 Metodología para identificar los impactos ambientales. 122
V.1.1 Indicadores de impacto ambiental. 122
V.1.2. Identificación De Impactos Ambientales (MATRIZ DE LEOPOLD). 124
V.1.3. Matriz de impactos. 124
V.1.4. Descripción De Impactos Ambientales. 127
VI.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 133
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 133
VI.1.1 Descripción de la medida o sistema de medidas preventivas 133
VI.1.2.- Descripción de la medida o sistema de medidas de mitigación. 136
VI.2.- Impactos residuales. 140
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 142
VII.1 Pronóstico del escenario 142
VII.1.1 Escenario sin proyecto 142
VII.1.2 Escenario con proyecto 143
VII.1.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. 144
VII.1.4. Pronóstico ambiental 146
VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental 146
VII.3 Conclusiones 152
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 155
VIII.1 Formatos de presentación 155
VIII.1.1 Planos definitivos 155
VIII.1.2Fotografías 155
VIII.1.3 Listas de flora y fauna 158
VIII.2 Otros anexos 160
VIII.3 Glosario de términos 162
VIII.4 Bibliografía Consultada 165
ANEXO 1. ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO DEL SITIO DEL PROYECTO 167
ANEXO 2. IDENTIFICACIÓN OFICIAL DEL PROMOVENTE 212
ANEXO 3. CURP DEL PROMOVENTE 214

CAPÍTULO I

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

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

“BANCO DE YESO AZUL”.

LGTAIP

LGTAIP

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El presente proyecto, denominado **"Banco de Yeso Azul"**, se desarrollará para la explotación de yeso en un área que se considera poco impactada, para su utilización como materia prima para la industria del cemento. El procedimiento de explotación del yeso será mediante una mina a cielo abierto; el proceso de extracción se realizará por medios mecánicos, con excavadora, obteniendo material en greña, lo que hace al proyecto ambientalmente viable por tratarse de un proceso poco invasivo.

El banco se ubica sobre la Carretera Xpujil-Justo Sierra, Manzana 001, Municipio De Calakmul, Estado De Campeche, Localidad Calakmul y tiene una superficie total de 55-22-79 Hectáreas y se pretende explotar una superficie de 20-00-9.3 hectáreas con un área de amortiguamiento de 2 ha distribuidos en la periferia del área a explotar, y un área de 9-94-40.35 ha para conservación.

Se pretende extraer yeso en un área con poco valor ambiental. Cabe aclarar que el polígono que se pretende explotar cuenta con vegetación secundaria de pastizal, por lo que no se considera que genere un impacto significativo para el medio ambiente y parches de matorral. A los alrededores del sitio del proyecto se observa vegetación tipo acahual y selva mediana, sin embargo, dicha área se encuentra fuera del proyecto y se someten a consideración para ser una zona de conservación.

Se despalmán las zonas con vegetación por medios mecánicos, por medio de una excavadora, dejando el área libre de contaminación orgánica para el aprovechamiento de yeso, el cual se conservará en área colindante al sitio de explotación, pero siempre dentro de las 55 ha, como banco de germoplasma; la extracción de acuerdo con la conformación del área, se realizará por medios mecánicos, con excavadora, obteniendo greña. A la par en este proceso, se instalará un equipo de trituración montado en chasis semi fijo, con motor de combustión a diésel, y motores eléctricos para la banda transportadora, los cuales se alimentarán de generador eléctrico portátil, por lo que no se requerirán líneas de media o alta tensión para el funcionamiento de los equipos. El mismo equipo de trituración tiene integrado el despolve, para dar el material requerido, siendo este yeso triturado de 2" a finos.

El material en greña será cargado en volteo de 14 m3 y trasladado a la trituradora instalada, la cual se alimentará con otra excavadora, el material triturado se cargará con cargador frontal a las unidades tipo góndolas de 30 m3, que recogerán el material para serán llevados fuera del banco de extracción.

Todo el material resultante de despolve, será apilado en el banco de germoplasma para después reincorporarlo en el mismo sitio. El material como resultado del descapote, tendrá un área específica para su almacenamiento y descomposición; posteriormente, se utilizará como abono complementario en el proceso de reforestación que se ejecute.

Cabe mencionar que en el predio solamente se extraerá el material y triturará para posteriormente trasladarlo a una planta de transformación. El yeso es un producto preparado a partir de una roca natural denominada aljez (sulfato de calcio dihidrato: $CaSO4 \cdot 2H2O$), mediante deshidratación, al que puede añadirse en fábrica determinadas adiciones de otras sustancias químicas para modificar sus características de fraguado, resistencia, adherencia, retención de agua y densidad, que una vez amasado con agua, puede ser utilizado directamente.

También, se emplea para la elaboración de materiales prefabricados. El yeso, como producto industrial, es sulfato de calcio hemihidrato (CaSO4·½H2O), también llamado comúnmente "yeso cocido". Se comercializa molido, en forma de polvo. Una variedad de yeso, denominada alabastro, se utiliza profusamente, por su facilidad de tallado, para elaborar pequeñas vasijas, estatuillas y otros utensilios. Desde el siglo pasado se descubrió que un fraguado demasiado rápido puede ser contrarrestado agregando al cemento yeso. Desde entonces se han previsto pequeñas cantidades de yeso como parte integrante en la molienda del cemento. El yeso no solo influye en el fraguado, sino también en otras características del cemento, tales como aptitud a la molienda, sensibilidad al almacenamiento, estabilidad de volumen y resistencia.

Como el yeso es más fácil de moler que el clinker, el yeso se encuentra en los finos del cemento, y también funciona como coadyuvante de molienda. Como durante la molienda se convierte la mayor parte de la energía mecánica en energía térmica; esta provoca la deshidratación del yeso: CaSO4.2H2O CaSO4.1/2 H2O +1/2 H2O.

II.1.2. Selección del sitio.

El sitio donde se va a llevar a cabo la explotación de yeso fue seleccionado con base en los siguientes criterios:

- se pretende dar continuidad a la explotación de yeso, conformado por áreas ambientalmente perturbadas, que se encuentra cercano a una carretera federal.
- Por las características del tipo de suelo es un sitio con potencial para la extracción y aprovechamiento de yeso de manera sustentable.
- No posee atributos ambientales significativos, tales como corredores biológicos o hábitats críticos para especies en estatus de protección.
- No se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida Federal, Estatal o Municipal.
- Diversas pruebas de laboratorio al material del predio arrojan un alto porcentaje de pureza en una pequeña extensión, por lo que no se requieren grandes extensiones de terreno para obtener el material deseado.
- Ya existen caminos de acceso, por lo que no es necesario abrir caminos nuevos.
- La explotación se efectuará a cielo abierto, por lo cual se consideró la ausencia de localidades cercanas que pudieran verse afectadas por las diversas actividades.
- Facilidad de transporte de materiales por su cercanía con la carretera Villahermosa–Chetumal.
- No se afectará la vegetación que se encuentre en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- El proyecto generará fuentes de empleo directo e indirecto que beneficiará a los habitantes más cercanos al sitio.
- La oferta de material será mayor en la zona.
- se beneficiarán las actividades económicas secundarias y terciarias.

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

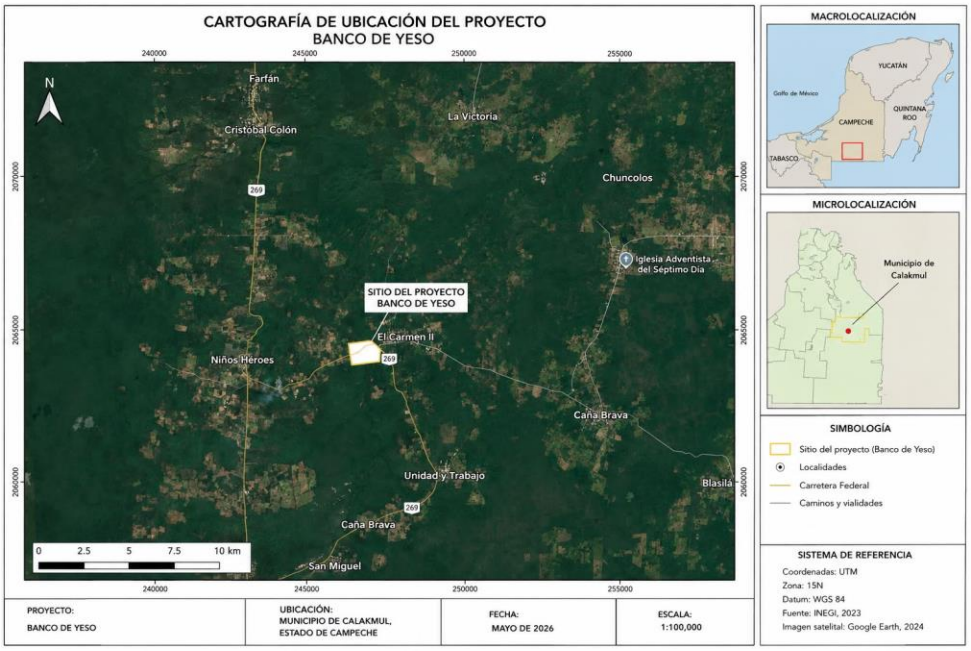


Imagen 2.1 Macrolocalización

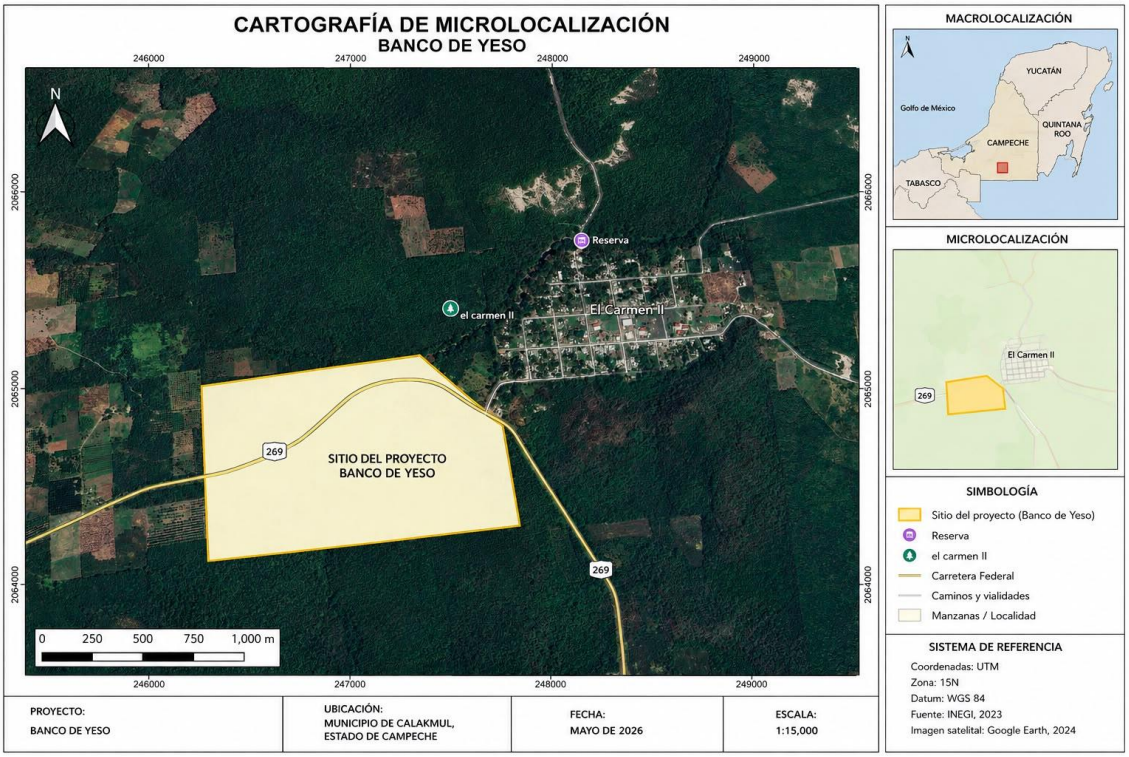


Imagen 2.2 Ubicación del Banco de Yeso azul con referencia a la Localidad de Carmen, Municipio de Calakmul, Estado de Campeche.

II.1.4. Coordenadas del proyecto

Coordenadas de la superficie total

Coordenadas UTM DATUM WGS 84, zona 16Q.

Coordenadas del área de explotación

FRACCIÓN A					
Superficie: 20-00-9.3 ha | Zona UTM: 16Q | Datum: WGS84					
Vértice	**Lado**	**Distancia (m)**	**Rumbo**	**X (Este)**	**Y (Norte)**
P1	P1 - P2	384.28	N 3°31'52.1" W	243231.892	2008754.072
P2	P2 - P3	358.36	N 83°7'48.1" E	243208.224	2009137.618
P3	P3 - P4	352.91	N 82°44'48.7" E	243564.013	2009180.484
P4	P4 - P5	159.03	S 48°21'47.3" E	243914.102	2009225.041
P5	P5 - P1	880.43	S 65°29'8.2" W	244032.956	2009119.381

ÁREA DE CONSERVACIÓN					
Superficie: 9-94-40.35 ha | Zona UTM: 16Q | Datum: WGS84					
Vértice	**Lado**	**Distancia (m)**	**Rumbo**	**X (Este)**	**Y (Norte)**
P1	P1 - P2	25.83	N 83°19'12.9" E	243230.719	2008691.907
P2	P2 - P3	369.31	N 72°14'43.7" E	243256.378	2008694.912
P3	P3 - P4	75.28	N 30°31'57.9" E	243608.103	2008807.530
P4	P4 - P5	150.03	S 79°30'53.1" E	243646.348	2008872.372
P5	P5 - P6	240.69	S 10°29'6.9" W	243793.867	2008845.070
P6	P6 - P7	513.25	S 87°6'58.6" W	243750.065	2008608.395
P7	P7 - P1	109.54	N 3°31'52.1" W	243237.466	2008582.574

ÁREA DE ALMACÉN Y MAQUINARIA					
Superficie: 01-50-07.5 ha | Zona UTM: 16Q | Datum: WGS84					
Vértice	**Lado**	**Distancia (m)**	**Rumbo**	**X (Este)**	**Y (Norte)**
P1	P1 - P2	47.11	N 41°58'41.6" W	243648.045	2009090.138
P2	P2 - P3	51.66	N 6°24'8.0" W	243616.537	2009125.158
P3	P3 - P4	135.14	S 82°43'19.3" W	243610.776	2009176.497
P4	P4 - P5	83.21	S 6°33'34.4" E	243476.725	2009159.377
P5	P5 - P6	48.90	N 83°15'56.9" E	243486.231	2009076.714
P6	P6 - P7	69.35	S 44°21'25.0" E	243534.795	2009082.448

P7	P7 - P1	86.46	N 48°30'39.6" E	243583.281		2009032.862	

Vértice	Distancia (m)	Rumbo	X (Este)	Y (Norte)	Zona UTM	Datum	Superficie
P1	384.28	N 3°31'52.1" W	243231.892	2008754.072	16Q	WGS84	20-00-9.3 ha
P2	358.36	N 83°7'48.1" E	243208.224	2009137.618	16Q	WGS84	20-00-9.3 ha
P3	352.91	N 82°44'48.7" E	243564.013	2009180.484	16Q	WGS84	20-00-9.3 ha
P4	159.03	S 48°21'47.3" E	243914.102	2009225.041	16Q	WGS84	20-00-9.3 ha
P5	880.43	S 65°29'8.2" W	244032.956	2009119.381	16Q	WGS84	20-00-9.3 ha
P1	25.83	N 83°19'12.9" E	243230.719	2008691.907	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P2	369.31	N 72°14'43.7" E	243256.378	2008694.912	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P3	75.28	N 30°31'57.9" E	243608.103	2008807.530	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P4	150.03	S 79°30'53.1" E	243646.348	2008872.372	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P5	240.69	S 10°29'6.9" W	243793.867	2008845.070	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P6	513.25	S 87°6'58.6" W	243750.065	2008608.395	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P7	109.54	N 3°31'52.1" W	243237.466	2008582.574	16Q	WGS84	9-94-40.35 ha
P1	47.11	N 41°58'41.6" W	243648.045	2009090.138	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha
P2	51.66	N 6°24'8.0" W	243616.537	2009125.158	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha
P3	135.14	S 82°43'19.3" W	243610.776	2009176.497	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha
P4	83.21	S 6°33'34.4" E	243476.725	2009159.377	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha
P5	48.90	N 83°15'56.9" E	243486.231	2009076.714	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha
P6	69.35	S 44°21'25.0" E	243534.795	2009082.448	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha
P7	86.46	N 48°30'39.6" E	243583.281	2009032.862	16Q	WGS84	01-50-07.5 ha

Imagen del área de explotación



II.1.5. Dimensiones del proyecto:

Descripción	Superficies
Superficie del polígono total	552,279 m^2
Superficie a explotar	200,000 m^2
Área de conservación	99,440.35 m^2

Volumen de extracción:

Volumen total: 1,047,405.00 m3

Años					
1	2	3	4	5	6
174,567.60 m^3	174,567.60 m^3	174,567.60 m^3	174,567.60 m^3	174,567.60 m^3	174,567.60 m^3

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

El sitio del proyecto se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Calakmul, se encuentra en la 01_ZAT Ley de Fomento Agropecuario_25 (Aprovechamiento Sustentable), en donde la actividad Minera se encuentra

condicionada, derivado de esto el proyecto cuenta con el uso compatible para ser autorizado, los cuales sin lugar a duda serán cumplidos en este proyecto.

Dentro del predio del proyecto no se localiza ningún cuerpo de agua, así como algunos cuerpos de agua perennes e intermitentes. Sin embargo, ninguno de ellos tiene influencia directa con el proyecto ya que se encuentran alejados del sitio del proyecto.

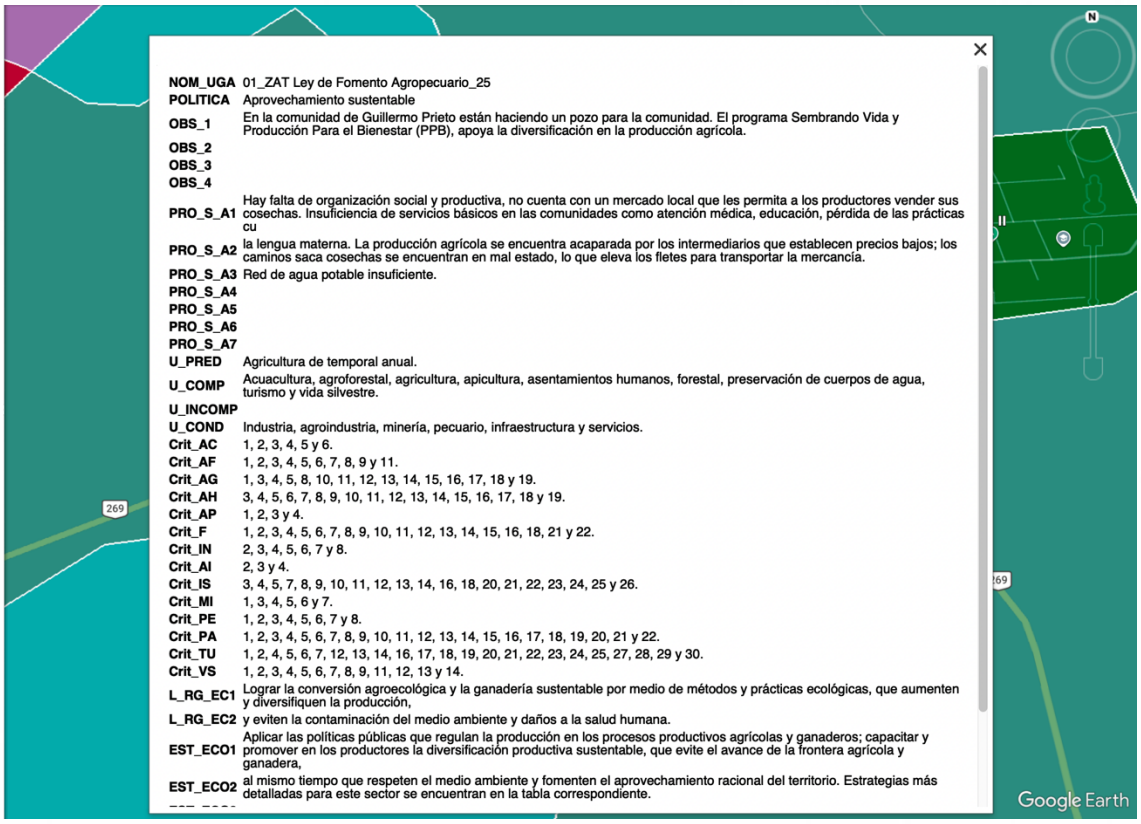


Imagen 2.3 Criterios POET

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

El predio se encuentra en una zona rural donde no se cuenta aún con servicio de telefonía, televisión por cable, agua de la red y suministro de energía eléctrica, sin embargo, en caso de ser necesario se instalarán lo necesario para contar de manera puntual con los servicios, en el caso de la maquinaria y equipos funciona con su propio combustible y si se requiere se instalará generadores de energía. Con respecto a la urbanización del área se tiene la siguiente tabla.

Se indica las comunidades o localidades más cercanas al sitio del proyecto que cuentan con servicios básicos, por lo que en caso de requerir de algún servicio se acudirá a dichas localidades.

II.2. Características particulares del proyecto.

Se despalmán las zonas con vegetación mediante medios mecánicos, con una excavadora, dejando el área libre de contaminación orgánica para el aprovechamiento de yeso; la extracción de acuerdo con la dureza y conformación del área, se realizará por medios mecánicos, con excavadora, para obtener material en greña. Considerado a futuro se instalará un equipo de trituración montado en chasis semi fijo, con motor de combustión a diésel, y motores eléctricos para la banda transportadora, los cuales se alimentarán de generador eléctrico portátil, por lo que no se requerirán líneas de media o alta tensión para el funcionamiento de los equipos. El mismo equipo de trituración tiene integrado el despolve, para dar el material requerido, siendo este yeso triturado de 2" a finos.

El material en greña será cargado en volteo de 14 m3 y trasladado a la trituradora instalada, la cual se alimentará con otra excavadora, el material triturado se cargará con cargador frontal a las unidades tipo góndolas de 30 m3, que recogerán el material para serán llevados fuera del banco de extracción.

Todo el material resultante de despolve, será apilado en el área del banco para después reincorporarlo en el mismo sitio.

II.2.1. Descripción de la obra o actividad y sus características.

El tipo de actividad que se pretende desarrollar se refiere a la extracción de un mineral que es el yeso, la industria de la minería y su cadena productiva, tienen una contribución importante en México y geológicamente la geografía es importante por su riqueza mineral.

México se encuentra dentro de los 13 principales productores a nivel mundial de 24 minerales, y es líder mundial en la producción de plata, ocupa el prestigioso segundo lugar en la producción de fluorita, tercero en la producción de wollastonita; cuarto en la producción de bismuto y celestita; quinto sitio en la producción mundial de molibdeno, plomo y diatomita; sexto en la producción de cadmio, selenio, zinc, feldespato y yeso; séptimo en la producción de oro, barita y sal; noveno en cobre; décimo en tungsteno y manganeso; duodécimo sitio en caolín y grafito; y décimo tercer sitio en fierro.

En el año 2018 el empleo en el sector minero presentó un incremento de 2.0% con respecto al año previo, con 379,020 mil empleos directos. De manera global, al cierre de 2018, se generaron 7 mil 454 empleos nuevos, contra los 20 mil nuevos empleos, que, en promedio por año, se estuvieron generando durante 2010, 2011 y 2012.

Es importante recordar que, en adición al empleo directo generado por la minería, en forma indirecta se cuenta con poco más de 2.3 millones de empleos distribuidos en la cadena productiva de nuestro sector.

II.2.2. Programa general de trabajo

Se pretende aprovechar el banco de yeso por 6 años.

Actividades a realizar en el proyecto: "**Banco De Yeso Azul**"

	Años					
Actividad	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL TERRENO.	X					

Traslado de especies a sitios de acopio y cuidado en caso de encontrarse fauna de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	X					
Desmonte y retiro de material orgánico del área	X					
Retiro del material orgánico áreas asignadas.	X					
Mantenimiento del camino existente	X					
Limpieza general del área	X					
ETAPA DE OPERACIÓN						
Proceso de extracción de yeso.	X	X	X	X	X	X
Trituración		X	X	X	X	X
Acarreo y transporte	X	X	X	X	X	X
Reforestación					X	X
Acarreo de suelo vegetal y tendido en la superficie explotada.	X	X	X	X	X	X
Plantación de especies para su reproducción.				X	X	X
Evaluación de la reforestación.					X	X
ETAPA DE ABANDONO						X

II.2.3. Preparación del sitio

Con respecto a esta etapa, la cual consistirá en el retiro de la vegetación existente con el fin de optimizar el terreno para posteriormente poder ejecutar las actividades programadas. Cabe mencionar que el retiro de esta vegetación del tipo arbustiva y secundaria se realizará de manera paulatina conforme vaya avanzando el proyecto.

Inicialmente la delimitación del sitio del proyecto se llevará a cabo por medio de banderines y balizas visibles en los límites del sitio. La explotación solo se hará mediante extracción mecánica con excavadora.

Se llevará a cabo el ahuyentamiento de especies o en su caso de existir fauna de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se llevará a cabo el traslado de especies a sitios de acopio y cuidado, cabe mencionar que solo se realizará el retiro de vegetación en el sitio ya impactado que es de 38,378.956 m2.

Desmonte y retiro de material orgánico del área.

La remoción de la vegetación secundaria que cubre el área de explotación, se realizará por etapas con maquinaria pesada, complementadas con herramientas del tipo manual (machetes, hachas o motosierra). Asimismo, el material producto del desmonte se acopiará en un área destinada para este

fin, la cual que será ubicada una vez comiencen los trabajos toda vez que tendrá que ser un sitio donde no pueda afectar con las otras actividades.

Posterior al retiro de la vegetación, se eliminará la primera capa de suelo, hojarasca y otros elementos del sustrato superficial blando. Esto se realizará con maquinaria pesada y con apoyo de herramienta manual (palas y picos), hasta que la roca quede aparente.

Debe señalarse que, en el predio, y particularmente en el área proyectada para la habilitación del banco, parte del sustrato es rocoso con inclusiones arcillosas que atraviesan el cuerpo a lo largo de la profundidad estudiada. Es predominante el afloramiento de yeso mineral en la superficie del terreno, encontrándose manchones de suelo de extensión variable, dispersos en la matriz de roca. El material terrígeno estéril podrá colocarse en los bordes del área afectada dispersándolos hasta donde sea posible, para relleno o cubierta de áreas adyacentes. El suelo fértil puede ser aprovechado para otros usos dentro del predio, como es la rehabilitación del área afectada.

con respecto al mantenimiento del camino existente se llevará a cabo el relleno con material de banco (sascab) obtenidos de sitios cercanos a la obra y que cuenten con autorización por parte de la SEMABICC o SEMARNAT. Para la actividad antes mencionada, será necesario el uso de maquinaria pesada como trascabos y tractores, camiones de volteo y compactadora.

Este camino se encuentra en condiciones rústicas, por tal motivo; se pretende acondicionarlo a base de material de banco (sascab), de igual manera se tiene que limar con la ayuda de moto sierras y machetes cuando la vegetación adyacente crezca o caiga y bloquea el acceso.

II.2.4. Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto.

No se realizarán obras complementarias para el resguardo de herramientas, ya que todas las herramientas a usar para el proyecto, al final de la Jornada serán llevadas a un lugar fuera del sitio del proyecto.

Se realizará la instalación de baños portátiles con referencia de 1 por cada 10 trabajadores. se les dará mantenimiento periódico por medio de empresas autorizadas para su manejo, manejo y disposición final a estos residuos.

De igual manera, serán instalados botes o tambores de 200 lt para la disposición de los RSU, mismos que estarán ubicados estratégicamente para el uso de los trabajadores.

Se llevará al sitio la trituradora para procesar el material extraído. Su ubicación dependerá de la planificación y estrategia del promovente.

Por último, se colocará en el sitio del proyecto un contenedor con diésel, para el caso en que durante la operación del proyecto la maquinaria se quede sin combustible.

II.2.5. Etapa de construcción.

No hay etapa de construcción ya que no se construirá nada en el sitio del proyecto.

II.2.6. Etapa de operación y mantenimiento

Proceso de Extracción.

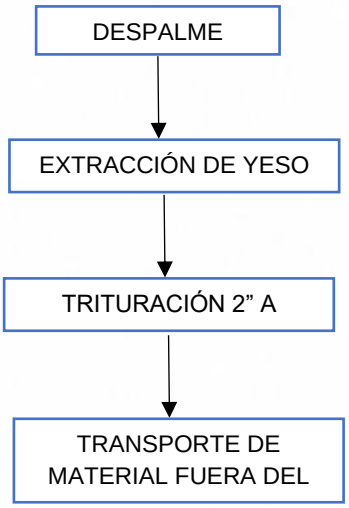
La extracción de acuerdo con la dureza y conformación del área, se realizará por medios mecánicos, con excavadora, obteniendo greña. A la par en este proceso, se instalará un equipo de trituración

montado en chasis semi fijo, con motor de combustión a diésel, y motores eléctricos para la banda transportadora, los cuales se alimentarán de generador eléctrico portátil, por lo que no se requerirán líneas de media o alta tensión para el funcionamiento de los equipos. El mismo equipo de trituración tiene integrado el despolve, para dar el material requerido, siendo este yeso triturado de 2" a finos.

El material en greña será cargado en volteo de 14 m3 y trasladado a la trituradora instalada, la cual se alimentará con otra excavadora, el material triturado se cargará con cargador frontal a las unidades tipo góndolas de 30 m³, que recogerán el material para serán llevados fuera del banco de extracción.

Todo el material resultante de despolve, será apilado en el área del banco para después reincorporarlo en el mismo sitio.

Proceso de extracción de yeso



II.2.7. Insumos

En este apartado se describen el equipo que se requiere para el presente proyecto.

CANTIDAD	EQUIPO
2	Excavadora
1	Barrenadora
1	Trituradora
2	Cargador frontal
2	Volteo de 14 m³
1	Generador 300 kva
1	Tanque diésel 7,000 L

II.2.7.1. Personal.

En este apartado se describen el personal que se requiere para el presente proyecto.

Requerimiento de personal durante las etapas del proyecto.

CANTIDAD	PERSONAL
1	Encargado
8	Operadores
3	Ayudantes generales
1	Mecánico
1	Velador

II.2.7.2. Agua

En algunas etapas del proyecto se utilizará agua como parte de algún proceso o para uso de los trabajadores. Esta agua se obtendrá de un sitio autorizado y será transportada al sitio por medio de pipas para un posterior almacenamiento temporal. Cuando la finalidad de utilización de este recurso sea el consumo humano, el líquido será adquirido por compra de garrafones de agua purificada de 20 lts a razón de 60 lts por día durante la etapa de aprovechamiento. El agua utilizada para el riego de las superficies para evitar tolvaneras será mediante pipas de agua y el recurso será suministrado por el Sistema Municipal de Agua Potable de Xpujil mediante la compra de este. Se estima que durante toda la construcción se empleará 60,000 lts de agua. Para el consumo humano, se suministrará el agua purificada en garrafones

II.2.8. Otros insumos

II.2.8.1. Sustancias no peligrosas

Adicionalmente a los aceites para la maquinaria, no se utilizarán sustancias peligrosas, corrosivas, tóxicas; los volúmenes a utilizar no son significativos; los aceites gastados, las estopas, cartones y otras sustancias que pudieran representar algún riesgo ambiental, serán tratados acorde a lo establecido en la normatividad ambiental, para su disposición final, desde los que alguna empresa recolectora, se encargue de retirar del sitio, hasta los que por su volumen pudieran ser riesgosos para el área natural protegida, serán tratados en la forma mencionada; de ser necesario por su volumen acorde a lo que se señale en el resolutivo se tomarán las medidas de mitigación que se estimen convenientes.

Se contará con extintores en maquinaria, vehículos y lugares estratégicos para la contención de conatos de incendio.

Se dotará con equipo de protección personal (EPP) mínimo a los trabajadores del proyecto, que consiste en casco de seguridad y botas de trabajo, el cual es de uso obligatorio dentro del proyecto. Además, para actividades de riesgo se requerirá de EPP adicional al mínimo como, por ejemplo:

1. En la actividad de perforación además del EPP mínimo deberá utilizar guantes protectores, lentes, mascarillas y tapones auditivos.

2. Para las actividades de acarreo de yeso o ruptura de piedra y paleo de trozado de la vegetación los trabajadores involucrados además del EPP mínimo deberá contar con guantes.

3. Los operadores de maquinaria pesada además del EPP mínimo usarán lentes de seguridad y tapones auditivos (casco de seguridad sólo si están fuera de la cabina de la máquina).

Adicionalmente, se contará en el área de trabajo con un botiquín de primeros auxilios.

En caso de mordedura de serpiente durante la preparación del sitio, se evitará cualquier actividad que acelere la circulación sanguínea y cualquier intento de extracción y detención del veneno. El traslado de la persona a la institución médica más cercana será inmediato.

II.2.8.2. Sustancias peligrosas.

Por las características del proyecto no se utilizarán sustancias peligrosas.

II.2.9. Descripción de las obras asociadas al proyecto.

Con la finalidad de contar con todas las herramientas necesarias, se considera colocar un remolque

II.2.10. Etapa de abandono del sitio

Se calcula que el proyecto tendrá una duración aproximada de 6 años, durante este periodo de tiempo se calcula un volumen máximo del aprovechamiento será de aproximadamente 1,047,405.00 m3 de mineral de yeso. Una vez terminado este tiempo útil del banco, se procederá a realizar las siguientes actividades:

4. Retiro de manera definitiva de toda la maquinaria y su traslado a un almacén y oficinas según designe el representante legal de la empresa.
5. Retiro de material, residuos (por empresas autorizadas para su manejo) y equipo del sitio.
6. El material sobrante útil será trasladado al almacén temporal de la empresa.

Tiempo requerido: todas estas actividades son programadas para desarrollar en el lapso de un mes.

Al finalizar la etapa operativa se realizará la reforestación del sitio durante 1 año posterior a la operación del sitio.

Para el programa de reforestación se tomará en cuenta los parámetros establecidos por la CONAFOR en Manual Básico de Prácticas de Reforestación de la Comisión Nacional Forestal Primera edición 2010, uno relacionado con la densidad promedio de planta por hectárea por tipo de ecosistema y el otro relacionado con el espaciamiento para el diseño de plantación de acuerdo con la distancia requerida entre plantas.

II.2.11. Programa de Reforestación.

Con el objeto de cumplir con las medidas de restauración y compensación de los daños ocasionados por las obras y/o actividades realizadas en el sitio del proyecto, el proyecto: **“Banco De Yeso Azul**”,

se implementará el presente programa de reforestación con la finalidad de dar cumplimiento como parte fundamental del compromiso inherente de la promovente a la restauración ambiental.

OBJETIVOS

GENERAL. Mejorar las condiciones biológicas, físicas y visuales derivadas del proyecto, con especies nativas de la región en el área; compensando los daños causados por la obra y/o actividad.

PARTICULARES

- Describir las actividades, procesos y operaciones realizadas en el proyecto.
- Delimitación del sitio para la aplicación de la reforestación
- Determinar las especies a ser reforestadas
- Establecer metodologías de plantación y mantenimiento de las plantas
- Realizar un cronograma de actividades.

DIMENSIONES DEL PROGRAMA DE REFORESTACIÓN

Este programa de reforestación constituye uno de los puntos propuestos en la Manifestación de Impacto Ambiental, donde se establecen las condiciones, especificaciones y alcances de los programas de reforestación de acuerdo al área del proyecto. Por lo anterior, las actividades realizadas por el promovente.

RESPONSABLES.

El responsable directo de la ejecución de las actividades del presente programa será el promovente integral y/o al supervisor ambiental designado.

PROCESO DE PLANEACIÓN CONFORME AL MANUAL DE PRÁCTICAS DE REFORESTACIÓN DE CONAFOR

El desarrollo de una reforestación depende de cinco factores fundamentales:

1. La selección correcta de especies en el sitio a reforestar.
2. El uso de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
3. Un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta al sitio a reforestar.
4. Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
5. La aplicación de técnicas silvícolas apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

TRABAJOS PREVIOS A LA REFORESTACIÓN CONFORME AL MANUAL DE CONAFOR.

El objeto de preparar el sitio es mejorar las condiciones del suelo para asegurar una mayor sobrevivencia y facilitar las labores de plantación. Esta actividad se debe realizar antes de la reforestación. Algunas actividades básicas de preparación que se deben hacer antes de comenzar una plantación son:

1. ACCESIBILIDAD DEL PREDIO.

Todo predio donde se vaya a establecer una reforestación ha de contar con un buen acceso para facilitar los trabajos de plantación y mantenimiento.

2. LIMPIEZA DEL TERRENO (DESHIERVE O CHAPEO).

Actividad destinada a eliminar la maleza existente en el lugar donde se establecerá la planta para que no haya competencia por luz, agua y nutrientes.

3. PREPARACIÓN DEL TERRENO.

Existen diferentes maneras de preparar el terreno donde se pretende establecer la plantación, para mejorar las condiciones del suelo y asegurar una mayor sobrevivencia de la planta. La elección del método está en función de diversos factores: superficie a reforestar, disponibilidad de recursos (humanos, económicos, maquinaria y equipo), tipo de suelo, pendiente del terreno y acceso al mismo.

4. PREPARACIÓN MANUAL.

Por lo general los trabajos de preparación se realizan con la ayuda de herramientas básicas como azadón, pala, talacho, barreta, pico, coa, hacha o machete, entre otras. Estos trabajos son útiles en terrenos muy accidentados y son recomendables para superficies menores de 10 hectáreas (ha). Con este método sólo se trabaja el área donde se colocará la planta, evitando alteraciones innecesarias y la pérdida de suelo por la remoción no requerida.

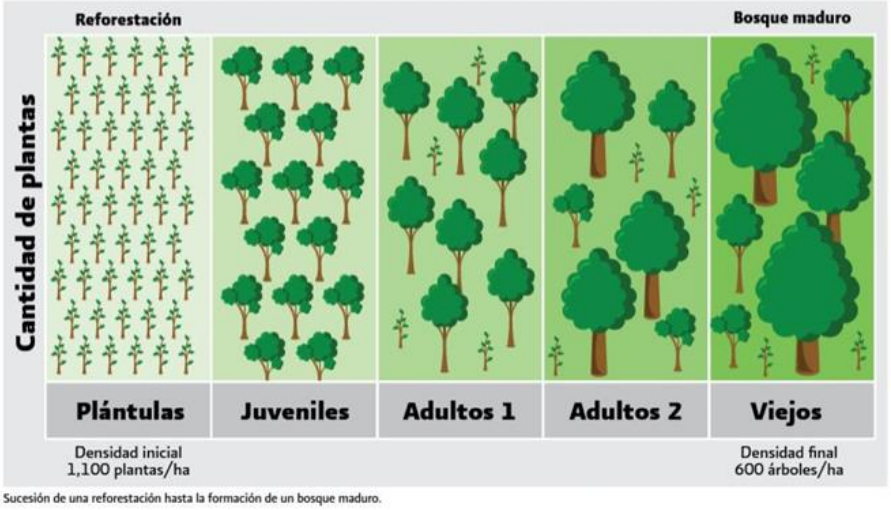
5. PREPARACIÓN MECANIZADA.

Para esta labor se utilizan implementos agrícolas tirados por tracción animal o maquinaria. Cuando el suelo está muy compactado y ubicado en terrenos con pendientes menores al 30 %, la preparación se puede hacer con un subsolador tirado por maquinaria, considerando que con esto se incrementan los costos de la misma. Estas acciones favorecen la captación de agua de lluvia y crean mejores condiciones físicas para el desarrollo de la planta.

6. DISEÑO DE PLANTACIÓN.

En esta parte del proceso se determina en qué puntos del terreno se van a plantar los árboles de acuerdo con las diferentes condiciones topográficas del mismo. Es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta que en sus etapas juveniles la plantación debe tener por lo menos el doble de densidad que cuando es adulta.

Por lo que se estima que para cada hectárea se siembren 1,100 individuos.



Sucesión de una reforestación hasta la formación de un bosque maduro.

Utilizando el siguiente diseño de plantación mencionado en el Manual de prácticas de reforestación de la CONAFOR:

MARCO REAL

En este de diseño las plantas se colocan formando cuadros o rectángulos. Se recomienda utilizarlo en terrenos planos o con pendientes menores a 20 %. En el caso de reforestaciones con fines productivos (plantaciones forestales comerciales), se recomienda utilizar este diseño por el manejo que se le puede dar a la plantación (deshierbes, riegos, fertilización, otros).

Para el caso del proyecto del aprovechamiento del banco de yeso, se estima que la distancia entre plantas sea de 3 m con una densidad de 1,100 plantas por hectárea aproximadamente.

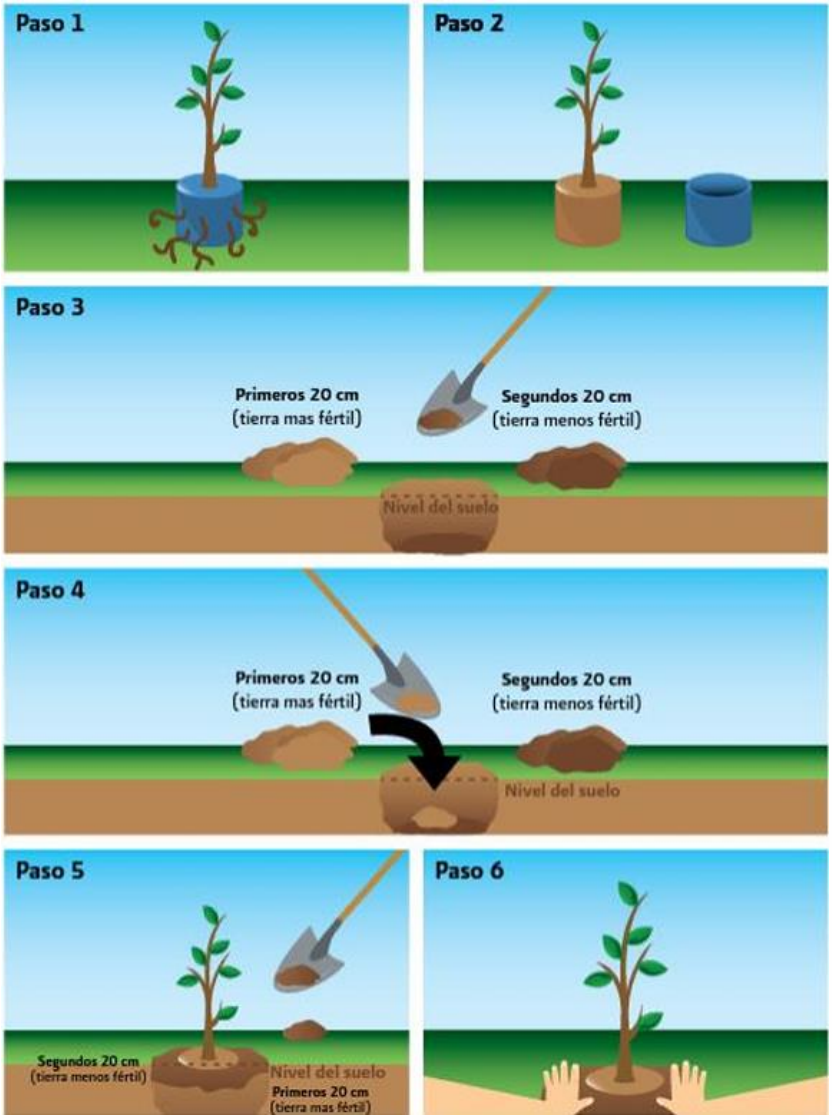
7. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN.

Para el establecimiento de la plantación, dependiendo del sistema a utilizar y la superficie a reforestar, se podrán emplear diversos tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la reforestación con mayor eficiencia y economía. Es importante considerar además la experiencia en actividades de reforestación por parte de los ejecutantes y los asesores. En caso de identificar deficiencias en alguno de los factores es necesario implementar acciones de capacitación práctica que ayuden a mejorar las actividades de reforestación.

8. TECNICA UTILIZADA PARA LA PLANTACIÓN.

Para el presente proyecto, se estima que se utilice el sistema de cepa común, el cual consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (es la tierra más fértil) y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos. Al momento de la plantación hay que tener en consideración lo siguiente:

- Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
- Se quita el envase sin dañar la raíz (retirar el envase de plástico de la planta).
- Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
- Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
- Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.



9. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES A EMPLEAR PARA EL PROGRAMA DE REFORESTACIÓN DEL BANCO DE YESO.

Con base en la distribución de especies vegetales del municipio de Campeche, se enlistan las posibles especies de plantas a ser utilizadas en la reforestación del sitio. Planteándose que mínimo deberán utilizarse 8 especies distintas para cubrir el total de las 1,100 plantas por hectárea.

	Nombre Común	**Nombre Científico**
1	Chacá	*Bursea simaruba*
2	Jabín	*Piscidia piscipula*

3	Pixoy	*Guazuma ulmifolia*
4	Bojón	*Cordia gerascanthus*
5	Tzalam	*Lisyloma latisillyqum*
6	Chicozapote	*Manilkara zapota*
7	Ramón	*Brosimun alicastrum*
8	Kanazín	*Lonchocarpus rugosus*

II.2.12. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Residuos Generados

Serán de dos tipos, los de origen humano y los que genere la maquinaria. Los de origen humano serán materia fecal, desechos alimenticios. Los desechos de la maquinaria serán, derivado de empaques, aceites, refacciones, envases de materiales, etc., estos desechos serán depositados en tambos y se gestionarán mediante cuyo destino final deberá concertarse con empresas autorizadas para transporte y destino final.

Generación de residuos peligrosos

Los posibles residuos peligrosos que se podrían generar son las fugas de combustible o aceite de la maquinaria en operación. Debido a que el mantenimiento se realizará en sitios fuera del predio, no se estima que sean muchos, sin embargo, en caso de que ocurriera un derrame por alguna avería, los residuos deberán ser recolectados desde el momento de su generación y almacenados en el sitio designado para tal fin, evitando de esta forma derrames accidentales al suelo o cuerpos de agua.

Residuos Líquidos

No se presentarán descargas de aguas residuales en el proyecto, ya que se contará con baños portátiles en el sitio y una empresa autorizada les dará servicio. Se calcula una generación aproximada de 3,600 l semanales de aguas residuales, las cuales constan básicamente de aguas de servicios generadas en los baños portátiles.

Emisiones a la Atmósfera

La única emisión que se estima existirá, será la de la maquinaria que se encuentre trabajando, la que emite, no genera volúmenes que puedan significar daños, o que amerite registros para evitar la contaminación del aire en el sitio. Se otorgará a la maquinaria el mantenimiento preventivo, que requiera para evitar malos funcionamientos y emisiones que puedan provocar violaciones a la norma oficial.

La trituradora contará con sus filtros, que serán supervisados cada determinado tiempo, para no provocar violaciones a la norma oficial.

Contaminación por Ruidos o Vibraciones.

La maquinaria y equipo para utilizar produce ruidos menores a los máximos permisibles en la normatividad vigente, además de que será utilizada en un sitio abierto, lo que mitiga el impacto que está emisión puede generar.

II.2.13. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los Residuos.

Los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos serán depositados en contenedores adecuados para su manejo, mismos que periódicamente serán trasladados en vehículos propios de la empresa para disponerlos en sitios autorizados. Los residuos vegetales producto del desmonte y despalme serán picados y puestos en lugares dentro del sitio para su posterior reutilización. Los residuos líquidos estarán sujetos al manejo y disposición final de empresas autorizadas por la autoridad ambiental. Los residuos peligrosos de igual manera estarán sujetas al manejo y disposición de empresas autorizadas. No se estiman otras fuentes de daño, más que las descritas con anterioridad, debido a que la explotación se realizará a cielo abierto y no por medio de túneles subterráneos, dichas fuentes obedecen a posibles daños ambientales por causa de derrame de aceite o combustibles, en cuyo caso se realizarán las medidas de contingencia adecuadas para evitar una mayor afectación al suelo del sitio.

CAPÍTULO III

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

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

Considerando los instrumentos de regulación que inciden en el sitio del proyecto y por la actividad a desarrollar, la vinculación con los instrumentos jurídicos está relacionado con la descripción del sitio del proyecto y del proyecto mismo, de los impactos ambientales y de las propuestas de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados en el capítulo IV de la Manifestación de impacto ambiental.

La extracción de los productos mineros, es una de las actividades económicas de mayor tradición en nuestro país, se practica desde la época prehispánica, desde la extracción de la sal, roca, mármol, yeso, barita, bentonita entre otros lo que representa un auge en la actividad industrial; los minerales son un factor importante en la modernización y avance del desarrollo de la minería, ya que contribuye en la industrialización para obtención de otros productos necesarios en la industria de la construcción, en la química ya que algunos son utilizados para la fabricación de artículos de uso cotidiano.

La minería es una actividad que permite generar empleos y divisas mediante el uso y exportación del recurso, hoy en día los minerales están siendo sobreexplotados, que merecen ser atendidos de una manera sustentable, sin olvidar uno de los principios fundamentales de la legislación ambiental, es en señalar que debe de existir una compatibilidad entre el uso de los recursos y los beneficios económicos que pueden ofrecer a la sociedad sin poner en riesgo la potencialidad de los mismos. Siendo su aprovechamiento mediante un desarrollo sustentable, cumpliendo con los ordenamientos jurídicos, por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que establece la conducción de una política ambiental en la protección y conservación de los recursos naturales.

III.1. Vinculación con las Políticas e Instrumentos de Planeación del Desarrollo en la Región.

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad. A través de este documento, enriquecido con el diálogo y la consulta ciudadana, se reafirma el compromiso del Gobierno con el pueblo de México de gobernar con honestidad, democracia, eficiencia y con una visión humanista.

Se trata de un cambio de régimen político, al separar el poder político del poder económico; acabando con las capturas del gobierno por parte de intereses privados y extranjeros. Asimismo, el establecimiento de un gobierno democrático al servicio del pueblo y del interés público, recuperando la rectoría del Estado y la procuración del progreso general, cambiando la subordinación al exterior con la defensa firme de la soberanía nacional, sin descartar el diálogo y la coordinación internacional.

El proyecto de Nación que inspira este PND tiene sus raíces en la historia de México y los afanes del pueblo mexicano por construir un país para todos, la defensa de la dignidad nacional y la integridad territorial y el derecho a ser un pueblo libre y soberano. Somos un pueblo con grandeza cultural milenaria, arraigada en prácticas comunitarias, en el espíritu de resistencia cultural, social y política, así como en la defensa de sus derechos y de la patria.

Eje General 4

Desarrollo Sustentable

El proyecto de Nación de la Cuarta Transformación tiene como base el impulso de un desarrollo sustentable, es decir, lograr un equilibrio entre desarrollo económico, social y ambiental que preserve el medio ambiente y evite un daño irreversible, al tiempo que busca evitar que se agoten los recursos naturales y permitir su disfrute a las generaciones futuras. La justicia social debe ir acompañada de una justicia ambiental, de un modelo de sociedad que disminuya su huella ecológica y respete los ciclos naturales de reproducción de la vida.

El desarrollo sustentable requiere un enfoque integral en la protección y el uso responsable de los recursos naturales. Es prioritario implementar políticas para reducir y revertir el daño ambiental, proteger los ecosistemas estratégicos del país —como bosques, selvas y cuerpos de agua— y fomentar el aprovechamiento de residuos mediante la economía circular. Esto implica incentivar el reciclaje de materiales, el aprovechamiento energético de residuos orgánicos y la gestión eficiente de desechos para reducir la contaminación y optimizar el uso de recursos.

Vinculación:

El Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030 (PND) constituye el instrumento rector de la planeación nacional y establece las prioridades, objetivos y estrategias que orientan la actuación de la Administración Pública Federal. Dentro de su estructura se encuentra el Eje General 4 “Desarrollo sustentable”, mediante el cual se plantea alcanzar un equilibrio entre el desarrollo económico, social y ambiental, procurando la conservación del medio ambiente, la prevención de daños irreversibles y el aprovechamiento responsable de los recursos naturales.

En este contexto, el proyecto consistente en la explotación y aprovechamiento de un banco de yeso, ubicado en el municipio de Calakmul, estado de Campeche, guarda vinculación con los principios establecidos en dicho Eje General, toda vez que constituye una actividad productiva basada en el aprovechamiento de un recurso mineral, cuyo desarrollo deberá realizarse bajo criterios de prevención, mitigación, control y restauración ambiental.

Un aspecto ambientalmente relevante para determinar dicha compatibilidad consiste en que el sitio específico donde se pretende desarrollar el proyecto se localiza fuera de la poligonal del Área Natural Protegida de competencia federal Reserva de la Biosfera Calakmul. Por consiguiente, las obras y actividades propuestas no implican ocupación directa de superficies comprendidas dentro de dicha Área Natural Protegida, ni constituyen alguna afectación directa por encontrarse fuera del área de influencia de dicha reserva.

Asimismo, conforme a las condiciones actuales del predio y a los estudios realizados para la integración del proyecto, la superficie destinada al aprovechamiento no presenta vegetación forestal, solo vegetación secundaria Arborea, por lo que las actividades proyectadas no contemplan la remoción de selva ni la transformación de terrenos con vegetación forestal para posibilitar la explotación del banco.

esta circunstancia resulta particularmente relevante respecto del Eje General 4 del PND, considerando que éste identifica como una prioridad la protección de ecosistemas estratégicos, entre ellos los bosques y selvas. En el caso particular, la selección y delimitación del área de aprovechamiento permite evitar la afectación directa de superficies forestales y concentrar las obras y actividades dentro

de un espacio previamente identificado y delimitado, reduciendo con ello la presión sobre los ecosistemas forestales existentes en la región.

No obstante, derivado de la ubicación del proyecto, este estará sujeto a las medidas preventivas, de mitigación, compensación y restauración en razón, del diseño, preparación del sitio, explotación, operación y abandono del banco que correspondan conforme a las características ambientales del sitio y a los impactos identificados en la evaluación ambiental.

Con base en lo anterior, se considera que el proyecto de explotación del banco de yeso en el municipio de Calakmul presenta una vinculación compatible con los objetivos generales del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, particularmente con su Eje General 4, en virtud de que plantea el desarrollo de una actividad productiva mediante el aprovechamiento regulado de un recurso natural, bajo criterios de prevención y control de impactos ambientales.

III.1.2. Programa Nacional de Desarrollo Minero.

El Programa Nacional de Desarrollo Minero plasma las estrategias y líneas de acción que el Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría de Economía, propone para incrementar las inversiones mineras y ofrecer opciones de crecimiento y desarrollo a las empresas que cuentan con el potencial geológico, humano y económico, para aprovechar los recursos minerales nacionales en condiciones óptimas.

En este sentido, el proyecto es compatible con los objetivos del Programa Nacional de Desarrollo Minero existente, en virtud de que integran en su concepción los principios de competitividad, productividad, equidad y desarrollo regional equilibrado; se desarrolla en un contexto favorable para la inversión; y contribuye a mejorar el mercado interno de minerales y la competitividad nacional en el escenario internacional.

Vinculación:

El proyecto es compatible con los principios rectores del Programa Nacional de Desarrollo Minero, particularmente en lo relativo a la competitividad, productividad, equidad y desarrollo regional equilibrado, toda vez que promueve la utilización de un recurso mineral con potencial económico en una región con oportunidades de desarrollo, favoreciendo la generación de actividad económica local y la integración del territorio a dinámicas productivas del sector minero.

Asimismo, el desarrollo del proyecto se enmarca en un contexto favorable para la inversión, en la medida en que el aprovechamiento del banco de yeso se realiza a partir de condiciones geológicas identificadas y evaluadas técnicamente, lo que permite una planeación ordenada de la extracción, así como la optimización de los procesos productivos asociados a la explotación del mineral.

Desde esta perspectiva, el proyecto contribuye al objetivo del Programa relativo a incrementar la oferta de minerales en el mercado interno, al tratarse de un insumo con demanda en sectores industriales específicos, lo que coadyuva a reducir presiones de abastecimiento y a fortalecer la disponibilidad de materias primas a nivel nacional.

De igual forma, la ejecución del proyecto favorece la competitividad del sector minero nacional, en la medida en que incorpora prácticas de aprovechamiento racional del recurso, planeación operativa del banco, control de la extracción y medidas de manejo ambiental, lo que permite mejorar la eficiencia en la producción del mineral y su inserción en cadenas de valor.

Con base en lo anterior, se concluye que el proyecto de explotación del banco de yeso en el municipio de Calakmul, Campeche, es compatible con los objetivos del Programa Nacional de Desarrollo Minero, en virtud de que contribuye al aprovechamiento de los recursos minerales nacionales, fortalece la oferta de insumos en el mercado interno y se inserta en un esquema de desarrollo regional con potencial productivo.

La compatibilidad señalada se sustenta en que el proyecto promueve la competitividad y productividad del sector minero, se desarrolla en un contexto favorable para la inversión y contribuye al fortalecimiento de la cadena de valor de los minerales no metálicos, particularmente del yeso.

III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio fue expedido mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012. Este instrumento tiene por objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, así como establecer lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

De acuerdo con la regionalización ambiental establecida por el POEGT, el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra dentro de la Región Ecológica 5.32, específicamente en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 137, denominada “Karst y Lomeríos de Campeche”, cuya localización comprende el centro, sur y norte del Estado de Campeche.

Para esta UAB, el POEGT establece las siguientes características:

Concepto	UAB 137 – Karst y Lomeríos de Campeche
Región Ecológica	5.32
Estado Actual del medio	Inestable
Conflicto Sectorial	Medio
Escenario al 2033	Inestable
Política Ambiental	Preservación, Aprovechamiento Sustentable y Restauración
Prioridad de atención	Alta
Sectores asociados del Desarrollo	Ganadería y Minería

Asimismo, el diagnóstico contenido en el POEGT reconoce para la UAB 137 una importancia media de la actividad minera, circunstancia relevante considerando la naturaleza del proyecto, consistente en el aprovechamiento de un banco de yeso.

Vinculación:

De la revisión de la política ambiental y las estrategias establecidas para la UAB 137 se advierte que el POEGT no establece una prohibición expresa para el desarrollo de actividades de aprovechamiento de recursos minerales dentro de esta Unidad Ambiental Biofísica.

Por el contrario, la política ambiental asignada a la UAB 137 incorpora expresamente el "Aprovechamiento sustentable", conjuntamente con la preservación y restauración, reconociendo además a la minería como uno de los sectores asociados del desarrollo y señalando una importancia media de dicha actividad dentro de la UAB.

Lo anterior resulta congruente con la naturaleza del proyecto, cuyo objetivo consiste en el aprovechamiento de un banco de yeso, recurso natural no renovable, derivado de que su explotación se realizará bajo criterios de sustentabilidad, prevención, mitigación y, en su caso, restauración de los impactos ambientales que pudieran generarse.

En particular, resultan directamente relacionadas con el proyecto de las siguientes estrategias del POEGT:

Estrategia 4. Aprovechamiento Sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.

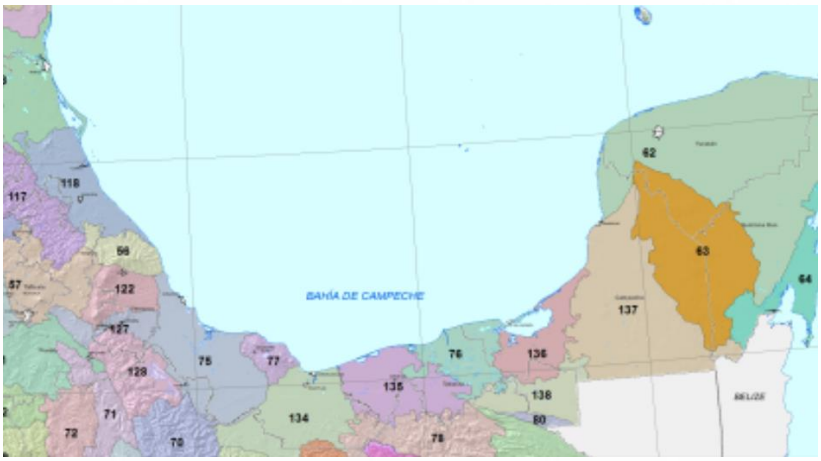
Estrategia 12. Protección de los ecosistemas.

Estrategia 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.

Estrategia 15. Aplicación de los productos del servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

III.1.4. Regionalización Ecológica.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2, 000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT Unidades Ambientales Biofísicas de México.



El proyecto de se encuentra en la Unidad Ambiental Biofísica 137" Karst y Lomeríos de Campeche", la cual tiene como política ambiental Preservación, Aprovechamiento sustentable y Restauración; con asociaciones de desarrollo de Ganadería y Minería.

UAB	**137**
CLAVE REGIÓN ECOLÓGICA	5.32
NOMBRE DE LA UAB	Karst y Lomeríos de Campeche
RECTORES DEL DESARROLLO	Preservación de Flora y Fauna
COADYUVANTES DEL DESARROLLO	Desarrollo Social
ASOCIADOS DEL DESARROLLO	Ganadería y Minería
OTROS SECTORES DE INTERÉS	Forestal -PEMEX -SCT -Turismo
POLÍTICA AMBIENTAL	Preservación, Aprovechamiento sustentable y Restauración.
NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	Alta
ESTRATEGIAS	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 24, 38, 44

Grupo I. Sustentabilidad ambiental del Territorio

A. Dirigidas a la Preservación

ESTRATEGIA 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad

ESTRATEGIA 2. Recuperación de especies en riesgo

ESTRATEGIA 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad

Dirigida al Aprovechamiento sustentable

A. ESTRATEGIA 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
B. ESTRATEGIA 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.
C. ESTRATEGIA 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.
D. ESTRATEGIA 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
E. ESTRATEGIA 8. Valoración de los servicios ambientales.
F. Dirigidas a la Protección de los Recursos Naturales
G. ESTRATEGIA 12. Protección de los ecosistemas.
H. Dirigidas a la Restauración.

ESTRATEGIA 14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.

I. Dirigidas al Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.
J. ESTRATEGIA 15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.
K. ESTRATEGIA 15bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
L. ESTRATEGIA 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.
M. ESTRATEGIA 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.
N. ESTRATEGIA 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).

Grupo II. Mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana

A. Dirigidas a suelo urbano y vivienda.

ESTRATEGIA 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.

E. Desarrollo Social.

ESTRATEGIA 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

Grupo III. Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional

B. Dirigidas a la Planeación del Ordenamiento Territorial

ESTRATEGIA 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.

Vinculación:

El proyecto permitirá cumplir las acciones que se establecen en el Programa de Ordenamiento para un aprovechamiento sustentable con capacitación a los trabajadores, aplicación de diferentes medidas para la disminución de los impactos que ocasionaría el crecimiento del proyecto y un uso responsable de los recursos naturales, así como cumplir con la normatividad ambiental, tal y como se manifiesta en el presente documento.

III.1.5. Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027 (H. Ayuntamiento de Calakmul).

Visión Municipal 2021. Lograr un municipio próspero y equitativo, ejemplo mundial por sus buenas prácticas en materia de desarrollo sustentable, donde sus habitantes cuentan con crecientes niveles de bienestar y mayor calidad de vida, en un marco de paz, seguridad, inclusión y de convivencia social fraterna.

Misión del Ayuntamiento. Contribuir al bienestar de los Calakmulenses, prestando servicios públicos suficientes y de calidad, gestionando apoyos para mejorar la calidad de vida de las familias, mediante una administración honesta, eficiente, transparente y austera en el manejo de los recursos públicos.

Principios y Valores. Los principios rectores que rigen el PMD 2018-2021 del municipio de Calakmul, son:

I. Gobernar en el marco de la ley y con pleno respeto a los derechos humanos.
II. Gobernar con austeridad, eficiencia, transparencia y rendición de cuentas.
III. Gobernar con ética e impulsar la revaloración del servicio público.
IV. Gobernar con todos y para todos, con una actitud incluyente y abierta a la innovación gubernamental.
V. Gobernar con sensibilidad, reconociendo el valor de la gente, sus capacidades, requerimientos y anhelos.
VI. Gobernar con una visión de integralidad y complementariedad entre los tres órdenes de gobierno y poderes públicos, basada en resultados.
VII. Gobernar con un enfoque regional, nacional y global para generar las sinergias que permitan alcanzar el desarrollo que merece Calakmul.
VIII. Gobernar con responsabilidad social y ecológica.

Los valores que sustentan la actuación de los servidores públicos de este gobierno son:

- Tolerancia.
- Respeto.
- Honestidad.
- Compromiso.
- Cercano a la sociedad.

Bajo este modelo de planificación integral, los ejes de políticas públicas del Municipio de Calakmul plasmados en el PMD 2018-2021, se encuentran plenamente alineados y vinculados con los esfuerzos nacional, estatal e Internacional para impulsar el Desarrollo y el Bienestar de su población.

1. Calakmul Incluyente y con Bienestar
2. Calakmul Productivo, Sustentable y Resiliente
3. Calakmul: Patrimonio Mixto de la Humanidad
4. Calakmul: Municipio Conectado, Seguro y con Servicios Públicos de Calidad

5. Gobierno Abierto, Transparente y de Resultados.

Los cinco Ejes Estratégicos contemplan Líneas de Acción que habrán de instrumentarse atendiendo las vertientes: Obligatoria, de coordinación, de concertación e inducción, que prevé el Sistema Estatal de Planeación Democrática, lo que permitirá armonizar el esfuerzo de los tres órdenes de gobierno y sumar la participación de los sectores social y privado al cumplimiento de los Objetivos del Plan Municipal.

Calakmul Incluyente y con Bienestar es un Eje orientado a promover condiciones que aseguren el desarrollo pleno de niñas, niños y adolescentes; a incrementar los niveles de bienestar en familias y comunidades indígenas; a proveer asistencia social y generar capacidades para personas y grupos en situación de vulnerabilidad; a detonar la fuerza transformadora de los jóvenes; y abatir los indicadores de pobreza y marginación.

Calakmul Productivo, Sustentable y Resiliente es el Eje que atiende el fomento de las actividades productivas en armonía con el medio ambiente, promoviendo acciones para el desarrollo sustentable de los diversos sectores económicos del municipio y facilitando el asiento de inversiones públicas y privadas, a fin de fortalecer el bienestar y la capacidad económica de las familias.

Calakmul Patrimonio Mixto de la Humanidad es un Eje que se basa en el reconocimiento del hecho, especialmente relevante, de que en nuestro territorio se encuentre el único Patrimonio Mixto de la Humanidad en México. Ello es una marca mundial que debemos aprovechar para convertirla en fuente de empleos y bienestar para todas las comunidades y familias del municipio.

Calakmul: Municipio Conectado, Seguro y con Servicios Públicos de Calidad es el Eje que establece el marco para que el Ayuntamiento cumpla con sus obligaciones constitucionales en materia de servicios, abordando temas en el renglón de ordenamiento territorial y de protección al patrimonio y a la integridad de las personas.

Gobierno Abierto, Transparente y de Resultados constituye, finalmente, el Eje que da soporte a la eficiente gestión administrativa municipal, estableciendo lineamientos para fortalecer la participación ciudadana, la modernización de la administración pública, el manejo ordenado de las finanzas, el ejercicio honesto de los recursos y la rendición de cuentas a los ciudadanos.

Vinculación:

El proyecto se ubica dentro del Eje Estratégico 2. Calakmul Productivo, Sustentable y Resiliente que a la letra dice: Es el Eje que atiende el fomento de las actividades productivas en armonía con el medio ambiente, promoviendo acciones para el desarrollo sustentable de los diversos sectores económicos del municipio y facilitando el asiento de inversiones públicas y privadas, a fin de fortalecer el bienestar y la capacidad económica de las familias.

Asimismo el proyecto está acorde con lo señalado en el Objetivo Específico 2.6 Gestión Sustentable para el Desarrollo: Hacer de los recursos naturales y culturales del municipio, activos que contribuyan al desarrollo económico y social de los habitantes, específicamente en su Línea de acción 2.6.1.1 Vigilar el cumplimiento del Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Calakmul. En otro apartado se vincula el proyecto con dicho programa.

Asimismo el proyecto generará empleos temporales y permanentes (directos e indirecto), lo cual se verá reflejado en una derrama económica importante para las localidades aledañas y para el municipio en general.

III.1.6. Regiones prioritarias.

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), que se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Así, Conabio ha impulsado la identificación, además de las RTP, de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y de las Regiones Prioritarias Marinas (RPM, ámbitos costeros y oceánicos). Una regionalización complementaria, desarrollada por Cipamex, corresponde a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

El desarrollo del proyecto se apegará y cumplirá con las políticas de conservación y protección que representan las Regiones Prioritarias, de manera que se contempla ocupar una zona que se encuentra degradada la cual conto con una autorización en materia de impacto ambiental para la explotación de yeso.

Región Terrestre Prioritaria (RTP) 151 -Silvituc-Calakmul

Esta región posee una topografía bastante homogénea, aunque la cota de 200 msnm define aproximadamente el límite del ANP Calakmul; sin embargo, el criterio altimétrico no posee un nivel de relevancia tan significativo como el de vegetación, pues ésta responde no sólo a la altimetría, sino también a las geoformas locales, al clima y al sustrato, por lo que bajo este contexto se consideró más consistente para la delimitación del lindero de la RTP. El lindero de la RTP se trazó fundamentalmente en función de los límites de la selva mediana, aunque al sureste se consideró el de la RHP-240 Sur de Campeche y al noreste y al sureste, el del ANP Calakmul.

Esta región incluye a una de las mayores extensiones de selvas tropicales del país, así como parte de la selva maya en México. Abarca el ANP de Calakmul, las últimas selvas altas de la península de Yucatán y posiblemente las mayores poblaciones en México de muchos vertebrados como el jaguar, el tapir, el pavo ocelado y el pecarí de labios blancos. Existen poblaciones de especies amenazadas y en peligro. Posee una topografía bastante homogénea. Una de las problemáticas que presenta esta región es la presencia de carreteras que actúan como barrera para el flujo genético de la fauna.

Problemática ambiental: Entre los principales problemas identificados están la explotación incontrolada de recursos naturales; incendios forestales; nuevas colonizaciones; apertura potencial de carreteras con fines de conexión de sitios turísticos (Mundo Maya). Por otra parte, existe la posible interrupción en el flujo genético peninsular de la base al norte debido a la carretera Escárcega-Chetumal.

Diversidad ecosistémica: Valor para la conservación: 1 (bajo) Selvas altas y medianas y akalchés. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son: Selva mediana subperennifolia Comunidad vegetal de 15 a 30 m de altura en donde

un 25 a 50 % 72% de las especies tiran las hojas. Selva baja subperennifolia Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde un 25 a 50 % 20% de las especies tiran las hojas. Otros 8% Valor.

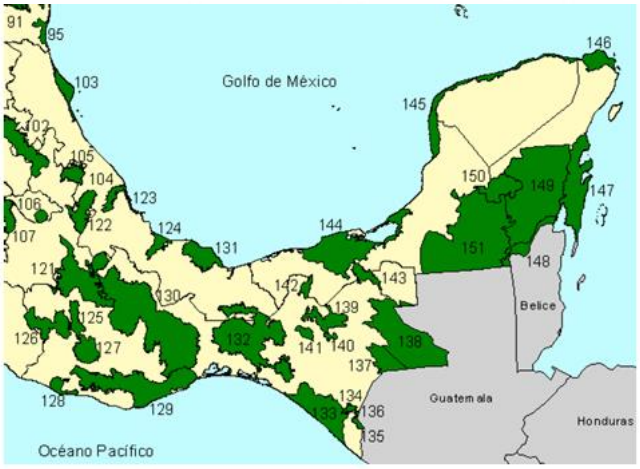


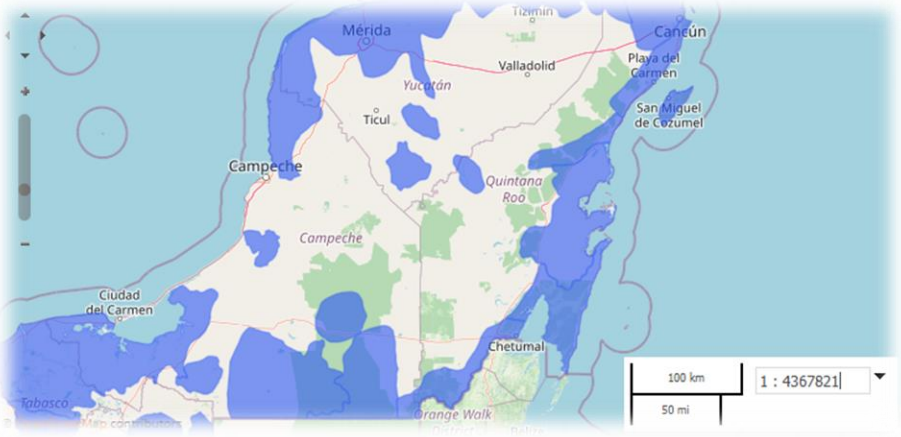
Figura.- Región Terrestre Prioritaria (RTP) 151 -Silvituc-Calakmul
Fuente: Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

III.1.7. Región hidrológica Prioritaria (RHT) 95 Calakmul.

La región Hidrológico Prioritaria de Calakmul tiene una extensión de 4,171.03 km2, cuyos recursos hídricos principales son lenticos (charcas temporales) lóticos (pozos, corrientes subterráneas). Los tipos de suelo son Regosol y Rendzina; y el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28º C. Las principales actividades económicas es la agrícola, ganadera, forestal y chiclera.

Con respecto a la biodiversidad los tipos de vegetación son: selva alta subperennifolia, selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja subperennifolia, sabana, vegetación acuática y matorral espinoso. Y la flora característica: Brosimum alicastrum, pucté Bucida buceras, Bursera simaruba, Caesalpinia yucatanensis, Cedrela odorata, Cenchrus echinatus, Chamaedorea seifrizii, Coccoloba cozumelensis, Croton reflexifolius, Cryosophilla argentea, Diospyros anisandra, Dorstenia contrajerva, Eugenia buxifolia, Haematoxylum campechianum, Lonchocarpus sp., L. yucatanensis, Lysiloma latisiliqua, Malmea depressa, chicozapote Manilkara zapota, chechén Metopium brownei, Nymphaea ampla, Olyra yucatana, Orbignya cohune, Ouratea lucens, Pistia stratiotes, Rhipidocladum racemiflorum, Sabal yapa, Salvinia auriculata, Stemmadenia donnell smithii, Talisia olivaeformis, Vitex gaumeri; de aves el loro de frente blanca Amazona albifrons, el loro de frente roja A. autumnalis, la anhinga, el chinito americano Bombycilla cedrorum americana, el cardenal norteño Cardinalis, el guau Claudius angustatus, el hocofaisán Crax rubra, el bolsero cuculado Icterus cucullatus, el bolsero de Altamira I. gularis, el loro de orejas rojas Pionopsitta haematotis, el loro de corona blanca Pionus senilis, el tucancillo collarejo Pteroglossus torquatus. Endemismo de plantas como Acacia dolichostachya, A. gaumeri, Anthurium tetragonum, Beaucarnea ameliae, Byrsonima

bucidaefolia, Eugenia winzerlingii, Furcraea cahum, Guettarda gaumeri Hintonia octomera, Jacquinia flammea, Jatropha gaumeri, Machaonia lindeniana, Neomillspaughia emarginata, Pithecellobium albicans, Randia truncata, Samyda yucatanensis, Vitex gaumeri, orquídeas y bromeliáceas; de aves Agriocharis ocellata, colibrí vientre-canelo Amazilia yucatanensis, el loro yucateco Amazona xantholora, el carpintero yucateco Centurus pygmaeus, la chara yucateca Cyanocorax yucatanicus, granatelo yucateco Granatellus sallaei, el bolsero yucateco Icterus auratus, el copetón yucateco Myiarchus yucatanensis, la pachacua yucateca Nyctiphrynus yucatanicus, Piranga roseogularis. Especies amenazadas: de plantas Acacia dolichostachya, Bravaisia integerrima, Calasetum maculatum, Campyloneurum phyllitidis, Chamaedorea neurochlamys, C. seifrizii, Cordia dodecandra, Cryosophila argentea, Encyclia cochleata, Epidendrum stamfordianum, Gaussia maya, Maxillaria tenuifolia, Oncidium sphacelatum, Opsiandra maya, Psygmorchis pusilla, Tillandsia festucoides, Zamia loddigesii; de reptiles la boa constrictor, el cocodrilo de pantano Crocodylus moreleti, la iguana rayada Ctenosaura similis; de aves la totolaca Aramus guarauna, la tucaneta verde Aulacorhynchus prasinus, Buteo albicaudatus, el aguililla gris B. nitidus, Cairina moschata, Circus cyaneus, Falco columbarius, Geranospiza caerulescens, el bolsero cuculado Icterus cucullatus, la cigüeña jabirú Jabiru mycteria, la cigüeña americana Mycteria americana, Oxyura dominica, Penelope purpurascens, Pulsatrix perspicillata, el tucán pico multicolor Ramphastos sulfuratus, el zopilote rey Sarcoramphus papa, el búho café Strix virgata, el chipe encapuchado Wilsonia citrina; de mamíferos el mono aullador Alouatta palliata, el mono araña Ateles geoffroyi, el puercoespín Coendou mexicanus, el grisón Galictis vittata, el jaguarundi Herpailurus yagouaroundi, el temazate Mazama americana, el ocelote Leopardus pardalis, el tigrillo L. wiedii, la nutria Lutra longicaudis, el jaguar Panthera onca, el marsupial tlacuache de cuatro ojos Philander opossum, el puma concolor, el hormiguero arborícola Tamandua mexicana, el tapir Tapirus bairdii y el pecarí de labios blancos Tayassu pecari. En esta región ocurren las mayores poblaciones de estas especies amenazadas. Diversidad de hílidos y tortugas de agua dulce Rana brownorum y Rana vaillanti indicadoras de aguas limpias.



Regiones Hidrológicas Prioritarias de México, CONABIO, 2001

III.1.8. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)-171.

La zona está cimentada en la parte más elevada de la planicie del estado, presentando una inclinación de sur a norte. Encontrándose una cadena montañosa llamada sierrita de X'pujil de 100 km. de longitud que se extiende hasta la frontera con Guatemala. En la zona no existen escurrimientos importantes, encontrándose solamente cuerpos de agua superficiales, conocidos localmente como aguadas que se forman en depresiones naturales del terreno. El clima es cálido subhúmedo. La región donde se ubica la reserva se encuentra en la zona arqueológica más grande del país, siendo la segunda del Imperio Maya después de Tikal en Guatemala (zona arqueológica de Calakmul). Es la reserva más grande del trópico mexicano, no existiendo asentamientos humanos en la reserva.

Es la reserva más grande del trópico mexicano alojando aproximadamente 355 especies (Wood y Berlanga) presenta 118 (75.2%) de las 143 reportadas para el estado dentro de alguna de las categorías de riesgo. Presentando nueve especies endémicas de la región (cuasiendémicas).

Vinculación: Con la puesta en marcha del proyecto de extracción de yeso, no se verán afectadas ninguna de las regiones y/o áreas de interés, asimismo se establecerán programas de rescate y reubicación de flora y fauna; programas de vigilancia y supervisión permanentes; la implementación de acciones de mitigación antes, durante y después del proyecto, como la reforestación del sitio una vez concluida la etapa de explotación.

III.1.9. Programa De Ordenamiento Territorial Del Municipio De Calakmul.

Las políticas de manejo del ordenamiento ecológico del territorio quedaron de la siguiente manera:

- Aprovechamiento
- Restauración
- Conservación
- Protección

La unidad de gestión es la “unidad mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales de política territorial aunado con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos finos del manejo de estos recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad (Rosete, 2003). Favoreciendo la aplicación de instrumentos que proporcionen la posibilidad de la evaluación y monitoreo de las estrategias y acciones que se lleven a cabo dentro de esta UGA.

Las Unidades de Gestión Territorial fueron generadas a través de las políticas de manejo y los tipos de uso del territorio que se validaron en las 8 microrregiones del municipio de Calakmul, Nueva Vida, José María Morelos y Pavón, Ley de Fomento Agropecuario y Constitución. Se realizó un trabajo de homologación con base a su ubicación geográfica, agrupándose genéricamente, con el fin de facilitar la interpretación de los temas (cuadro 48) y no circunscribirse a un solo uso en específico. Los cuales implican cambios tecnológicos a los usos actuales siendo una estrategia del Ordenamiento del Territorio, que corresponden estrictamente a aquellas actividades de importancia territorial y que sirvan para modificar, intensificar y en general hacer más eficientes y compatibles con las características ecológicas naturales a los Usos Principales. En total se señalan 14 UGAS en el OT del Municipio de Calakmul.

Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Extensión (km2)
I - Aprovechamiento Sustentable	422.86
II - Aprovechamiento Sustentable	245.8
III - Aprovechamiento Sustentable	73.9
IV - Aprovechamiento Sustentable	128.74
V - Conservación	7.89
VI - Conservación	157.31
VII - Conservación	125.71
VIII - Conservación	6542.47
IX - Conservación	410.95
X - Protección	4621.76
XI - Restauración	320.69
XII - Restauración	244.6
XIII - Restauración	796.95
XIV - Restauración	436.24

De acuerdo con los usos:

1. Uso Principal: Corresponden a los Usos de suelo y agua principales para cada Unidad de Gestión Ambiental, que pueden coexistir entre sí, sin existir competencia territorial.

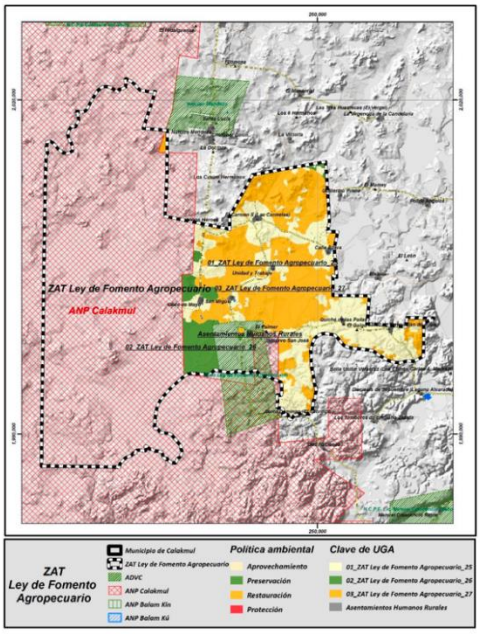
2. Uso Compatible: Son usos complementarios a los anteriores, que tienen un carácter secundario, pero no significan/tienen competencia por el territorio o por recursos.

3. Uso Condicionado: Se refieren a aquellos que pueden aplicarse en la Unidad siempre y cuando se lleve a cabo un diseño específico de la implementación, son vistos también como Usos del suelo secundarios o complementarios.

4. Uso No Compatible: Son los Usos del suelo y Agua que no son compatibles con el Uso Principal de cada Unidad de Gestión Ambiental, estos usos pueden realizarse/implementarse regulados mediante disposiciones tanto genéricas como específicas por cada actividad.

El proyecto se encuentra en la UGA 01_SAT Ley de Fomento Agropecuario_25 cuya política es de Aprovechamiento Sustentable y de acuerdo con la naturaleza del proyecto (minero), este se encuentra de acuerdo con el uso del territorio.

ZAT	Clave de la UGA	Política
Ley de Fomento Agropecuario	**01_ZAT Ley de Fomento Agropecuario_25**	**Aprovechamiento sustentable**



USO DE SUELO Y VEGETACIÓN 2018	Ha	%
PC. - Pastizal cultivado	1096.84	13%
TA. - Agricultura de temporal anual	7631.17	87%
Total	8728.02	100%

Centro Integrador	Ha	%
Ley de Fomento Agropecuario	8728.02	100%
Área Natural Protegida (ANP)		
NA		
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADCV)		
NA		
Áreas Importantes de Conservación de Aves (AICA)	**Ha**	**%**
SUR DE QUINTANA ROO	8606.50	99%
CALAKMUL	121.52	1%
Total	8728.02	100%
Registro Agrario Nacional (RAN)	**Ha**	**%**
Ejido	5404.04	62%
NA	3323.98	38%
Total	8728.02	100%

UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE (UMA)	Ha	%
Ejido Kicche Las Pailas	1545.28	17.70%
NA	6455.76	74%

Imagen UGA de aprovechamiento

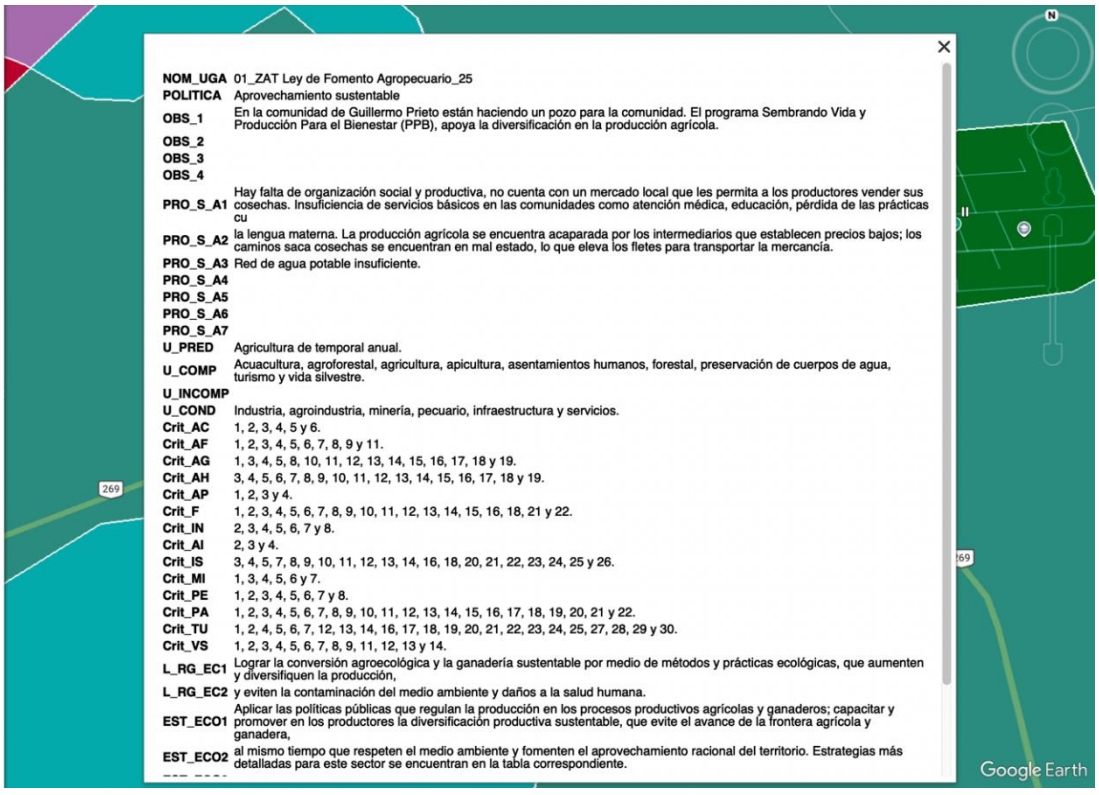


Imagen criterios aplicables

CONDICIONADO.

Minero (Mi)

Criterios de Control aplicables:

M1. Se prohíbe cualquier autorización para el establecimiento de minería extractiva metalúrgica a cielo o tajo abierto, así como de tierras raras y el fracking.

M3. La extracción de material pétreo por ningún motivo podrá afectar nocivamente los cuerpos de agua,k ni a las especies animales y vegetales, particularmente las que se encuentren enlistadas en la NOM-059-2010.

M4. No se permite el uso de bancos de material pétreo o de la instalación de rellenos satinarios o tiraderos cuando los terrenos cuenten con afloramiento o se encuentren cercanos a cuerpos de agua.

M5. Se permite la extracción tipo microempresa de material pétreo, siempre que no se utilicen explosivos ni maquinaria pesada y se cuenten con la previa aprobación y emisión de licencias por parte del Ayuntamiento de acuerdo con las regulaciones del POELC. Los bancos de préstamo de arena o material pétreo deberán restaurarse mediante la reforestación con especies arbóreas y arbustivas nativas. Se aplica un programa de reforestación con especies nativas.

M6. La ubicación, operación, establecimiento y extracción de material para la construcción de infraestructura u de servicios deberá contar con el permiso de la autoridad municipal, y dicho permiso deberá contener el volumen de extracción máximo. Esta actividad deberá estar vigilada y regulada por el Ayuntamiento de acuerdo con las regulaciones del POELC.

M7. En. La extracción de materiales pétreos con fines comerciales, además de contar con la autorización competente, deberá establecerse un área de exlusión como bancos de germoplasma donde se reubiquen las especies vegetales en los casos que por su importancia o estatus de protección sean susceptibles de trasplantarse, en sitios con condiciones ambientales similares a los sitios de explotación, siempre tomando en cuenta lo establecido por el órgano técnico.

Vinculación:

De conformidad con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Calakmul, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Campeche el 17 de junio de 2025, el uso Minero (Mi) se encuentra sujeto a diversos criterios de control ambiental, cuya finalidad consiste en prevenir impactos significativos sobre los componentes físicos y biológicos del territorio y asegurar que el aprovechamiento de materiales se realice bajo condiciones de sustentabilidad.

En este sentido, el proyecto denominado "**Banco De Yeso Azul**" resulta compatible con las disposiciones del POEL de Calakmul, toda vez que la actividad propuesta no se encuentra dentro de los supuestos expresamente prohibidos y su ejecución puede sujetarse plenamente a las condicionantes ambientales establecidas en los criterios M1, M3, M4, M5, M6 y M7, conforme al análisis siguiente.

Criterio M1. "Se prohíbe cualquier autorización para el establecimiento de minería extractiva metalúrgica a cielo o tajo abierto, así como de tierras raras y el fracking." El proyecto no se contrapone con este criterio, ya que su objeto consiste en el aprovechamiento de un banco de yeso, y no corresponde al establecimiento de minería extractiva metalúrgica, explotación de tierras raras ni actividades de fracturación hidráulica o fracking.

La prohibición contenida en el criterio M1 se encuentra dirigida expresamente a modalidades de aprovechamiento distintas a la naturaleza del proyecto que se evalúa. Por tanto, atendiendo al contenido literal del propio criterio, no puede extenderse dicha prohibición a cualquier actividad de extracción de materiales, particularmente cuando los criterios subsecuentes M3, M4, M5, M6 y M7 regulan expresamente las condiciones bajo las cuales pueden desarrollarse bancos de materiales y actividades de extracción.

Esta interpretación sistemática resulta particularmente relevante, pues si el instrumento pretendiera establecer una prohibición absoluta de la extracción de materiales, carecería de sentido que posteriormente estableciera requisitos específicos para su ejecución. En consecuencia, el Banco de yeso Azul no se ubica dentro de los supuestos prohibitivos previstos por el criterio M1.

Criterio M3. “La extracción de material pétreo por ningún motivo podrá afectar nocivamente los cuerpos de agua, ni a las especies animales y vegetales, particularmente las que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.” El proyecto es congruente con este criterio, toda vez que su ejecución se realizara bajo medidas preventivas y de mitigación dirigidas a evitar afectaciones a cuerpos de agua, flora y fauna silvestre.

En particular, previo y durante el desarrollo de las actividades se mantendrán las medidas de protección establecidas en el estudio ambiental, incluyendo la delimitación estricta del área autorizada para explotación, considerando su área en la periferia como amortiguamiento para contención de cualquier afectación fuera del polígono, acciones de protección y rescate de fauna cuando resulte necesario y medidas específicas para aquellas especies que, en su caso, se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por tanto, el criterio M3 no constituye una prohibición de la actividad, sino una condicionante ambiental cuyo cumplimiento puede garantizarse mediante las medidas de prevención, mitigación, vigilancia y seguimiento propuestas para el proyecto.

Criterio M4. “No se permite el uso de bancos de material pétreo o la instalación de rellenos sanitarios o tiraderos cuando los terrenos cuenten con afloramiento o se encuentren cercanos a cuerpos de agua.”

Respecto de este criterio, el proyecto mediante la caracterización física e hidrológica del sitio se demostró que el área destinada al aprovechamiento no incide sobre cuerpos de agua ni sobre zonas que presenten las condiciones restrictivas establecidas por el POEL.

Adicionalmente, se mantendrán franjas de protección y medidas destinadas a conservar los patrones naturales de escurrimiento e infiltración, evitando cualquier descarga, depósito de materiales o modificación que pudiera ocasionar contaminación o alteración del recurso hídrico.

Criterio M5. “Se permite la extracción tipo microempresa de material pétreo, siempre que no se utilicen explosivos ni maquinaria pesada y se cuente con la previa aprobación y emisión de licencias por parte del Ayuntamiento de acuerdo con las regulaciones del POELC. Los bancos de préstamo de arena o material pétreo deberán restaurarse mediante la reforestación con especies arbóreas y arbustivas nativas. Se aplica un programa de reforestación con especies nativas.”

Este criterio resulta particularmente relevante, debido a que demuestra que el propio POEL no establece una prohibición absoluta para el aprovechamiento de materiales, sino que reconoce expresamente su posibilidad bajo determinadas condiciones de operación. Por consiguiente, el proyecto se sujetará ajustando según las necesidades, sus procedimientos de aprovechamiento,

evitando el empleo de explosivos y, cuando resulte aplicable conforme a la escala y modalidad autorizada, maquinaria pesada; asimismo, se contará antes del inicio de cualquier actividad con las licencias y autorizaciones municipales correspondientes.

De igual manera, una vez concluidas las actividades extractivas de cada frente o etapa de aprovechamiento, se implementarán acciones progresivas de restauración del sitio, incorporando especies arbóreas y arbustivas nativas y las medidas contenidas en el programa de restauración y reforestación correspondiente.

Bajo estas condiciones, el proyecto se encuentra jurídicamente alineado con el propósito del criterio M5, toda vez que el aprovechamiento se sujetara a controles específicos destinados a evitar una explotación intensiva y garantizar la recuperación ambiental del sitio.

Criterio M6. "La ubicación, operación, establecimiento y extracción de material para la construcción de infraestructura o de servicios deberá contar con el permiso de la autoridad municipal, y dicho permiso deberá contener el volumen de extracción máximo. Esta actividad deberá estar vigilada y regulada por el Ayuntamiento de acuerdo con las regulaciones del POELC."

El proyecto resulta compatible con este criterio, toda vez que su operación quedará condicionada a la obtención de las autorizaciones municipales correspondientes.

De esta manera, la explotación del **Banco de yeso Azul** podrá desarrollarse bajo un esquema de control administrativo y ambiental, permitiendo al Ayuntamiento verificar el cumplimiento de los volúmenes y demás condiciones establecidas en el POEL. Por consiguiente, M6 constituye un requisito de autorización y control, y no una prohibición de la actividad.

Criterio M7. "En la extracción de materiales pétreos con fines comerciales, además de contar con la autorización competente, deberá establecerse un área de exclusión como bancos de germoplasma donde se reubiquen las especies vegetales en los casos que por su importancia o estatus de protección sean susceptibles de trasplantarse, en sitios con condiciones ambientales similares a los sitios de explotación, siempre tomando en cuenta lo establecido por el órgano técnico."

El proyecto igualmente dará cumplimiento integral al criterio M7, mediante el establecimiento y conservación de áreas excluidas del aprovechamiento que funcionen como zonas de resguardo y, cuando resulte técnicamente necesario, como bancos de germoplasma.

En caso de identificarse ejemplares cuya importancia ecológica o estatus de protección justifique su rescate y trasplante, éstos deberán ser reubicados en áreas con condiciones ambientales semejantes, siguiendo los criterios técnicos aplicables y estableciendo mecanismos de seguimiento que permitan evaluar su supervivencia.

Conclusión de la vinculación

Del análisis integral de los criterios M1, M3, M4, M5, M6 y M7, se concluye que el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Calakmul no establece una prohibición general o absoluta para la ejecución del proyecto "**Banco De Yeso Azul**". Por el contrario, la regulación sectorial establece un esquema de uso condicionado, mediante el cual la actividad resulta susceptible de desarrollarse.

LEYES FEDERALES

III.1.10. Ley General De Equilibrio Ecológico y Protección Al Ambiente.

En disposición a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente en referencia a la Evaluación de Impacto Ambiental aplica el Artículo 28, el cual establece lo siguiente:

Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

(...)

III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;

(...)

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

(…)

TÍTULO CUARTO PROTECCIÓN AL AMBIENTE, CAPÍTULO VI MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS, ESTABLECE:

Artículo 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que se expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, si uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

(…)

Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán

hacerlo del conocimiento de la secretaría en los Términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.

(…)

Vinculación:

De conformidad con lo indicado en el primer párrafo del artículo 28 mencionado anteriormente, el Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental, es el mecanismo que se debe aplicar de manera previa a efecto de evaluar los posibles impactos ambientales que se pudieran crear debido a la operación de un proyecto, en este caso del proyecto: "**Banco De Yeso Azul**", ubicado sobre el lado derecho de la Carretera Federal 186 Escárcega - Chetumal, aproximadamente a 3.5 km del núcleo de población ejidal Xpujil, municipio de Calakmul, Estado de Campeche ante lo cual el promovente, a efecto de dar cumplimiento a lo establecido en el artículo invocado, da cabal cumplimiento a lo establecido, al presentar este estudio de Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, previo a la operación del proyecto, ya que este le aplica el numeral III del multicitado artículo.

Los artículos 150 y 151 se basan en que, la generación de aceites gastados producto de los cambios de lubricación en los equipos y maquinaria, se depositará en bidones de 50 L. y serán entregados a una compañía especializada en el manejo de este tipo de residuos con la autorización correspondiente por la SEMARNAT para su disposición final.

III.1.11. Reglamento De La LGEEPA.

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

L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN:

I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;

II. Obras de exploración, excluyendo las de prospección gravimétrica, geológica superficial, geoeléctrica, magnetotelúrica, de susceptibilidad magnética y densidad, así como las obras de barrenación, de zanjeo y exposición de rocas, siempre que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos o templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinares, ubicadas fuera de las áreas naturales protegidas, y

III. Beneficio de minerales y disposición final de sus residuos en presas de jales, excluyendo las plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas como peligrosas y el relleno hidráulico de obras mineras subterráneas.

Vinculación:

De acuerdo con la ubicación geográfica del proyecto y la sobreposición cartográfica de sus coordenadas con el Modelo de Ordenamiento Ecológico aplicable, el polígono general del proyecto comprende una superficie de 55-22-79 ha; sin embargo, es importante precisar que la superficie que será objeto de aprovechamiento extractivo corresponde únicamente a 20.00 ha, con un área de

amortiguamiento de 2 ha en total que corresponden en la periferia del área de explotación, resultando un total de 18 ha. Para explotar, encontrándose dicha superficie dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 01_ZAT Ley de Fomento Agropecuario_25, cuya política ambiental corresponde a Aprovechamiento Sustentable.

Esta diferenciación entre el polígono general y la superficie efectiva de aprovechamiento constituye un elemento relevante para la evaluación ambiental, toda vez que los impactos potenciales asociados directamente a la extracción del material se circunscriben a las 20.00 ha propuestas para explotación, por lo que no debe interpretarse que la totalidad de las 55-22-79 ha será intervenida mediante actividades extractivas.

III.1.12. Ley Minera.

A finales de la década de 1980, México experimentó un cambio radical en su estrategia de desarrollo económico, orientándose la política a fortalecer los mecanismos de mercado como asignadores de recursos, a través de, entre otras medidas, una desregulación económica, la cual pretende eliminar reglamentaciones federales excesivas y reducir obstáculos a la entrada de la inversión extrajera. La ley minera s reglamentaria del artículo 27 constitucional, el cual establece que la nación tendrá el dominio directo de todos los minerales que se encuentren en territorio mexicano.

Este dominio es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de dichos recursos, solo podrá realizarse mediante concesión que otorgue el Ejecutivo Federal a particulares o a sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, excepto tratándose del petróleo y de los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos o de minerales radioactivos, los cuales serán explotados directamente por la nación.

Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Economía. La Ley, en su capítulo primero, establece que se sujetarán a las disposiciones de esta, la exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos. La ley, en su artículo tercero, establece lo que se debe entender por los siguientes conceptos:

Exploración. Las obras y trabajos realizados en el terreno con el objeto de identificar depósitos minerales, al igual que de cuantificar y evaluar las reservas económicamente aprovechables que contengan.

Explotación. Las obras y trabajos destinados a la preparación y desarrollo del área que comprende el depósito mineral, así como los encaminados a desprender y extraer los productos minerales existentes en el mismo.

Beneficio. Los trabajos para preparación y tratamiento, fundición de primera mano y refinación de productos minerales, en cualquiera de sus fases, con el propósito de recuperar u obtener minerales o sustancias, al igual que de elevar la concentración y pureza de sus contenidos.

Asimismo, la Ley, en su artículo cuarto, establece un listado de los minerales o sustancias que, en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyen depósitos distintos de los componentes de los terrenos, como las gemas minerales, los combustibles minerales sólidos como el carbón mineral, la antracita, etcétera.

Vinculación:

Esta Ley define los mecanismos, minerales, así como los medios e instancias para la regulación minera en el país, establece además los medios para la conservación del medio ambiente y una política clara sobre el desarrollo sustentable a que debe sujetarse el sector minero. Define en su artículo 4 los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyen depósitos distintos de los componentes de los terrenos reservados a la federación; en ese sentido es competencia de la federación el presente proyecto, dado que el yeso se encuentra dentro de los supuestos Ley Minera en la fracción II del artículo 4.

III.1.13. Ley General de Cambio Climático y su Reglamento.

Artículo 1o. La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Artículo 2o. Esta Ley tiene por objeto:

I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicos peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;

III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;

V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;

VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad;

VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y

VIII. Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

Reglamento de la Ley

Artículo 1. El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones; su aplicación

corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal.

Vinculación

Con el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, equipos y vehículos utilizados en el proyecto, se disminuirán las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, con esto se contribuye a la mitigación de dichos gases como se señala en la Ley de Cambio Climático y de su reglamento en materia de registro nacional de emisiones.

Asimismo el promovente establecerá medidas de prevención, minimizar, mitigar, restaurar y, en última instancia, podemos mencionar que se realizará e implementará un programa de reforestación en el sitio, lo que también nos permitirá cumplir con lo establecido en el presente Ley. Como ya se mencionó el establecimiento y/o puesta en marcha de acciones de reducción, captura o absorción de Gases (equipos anticontaminantes), y medidas de mitigación, permitirán el cumplimiento de la Ley de Cambio Climático y de su Reglamento.

El promovente como sector privado está en la mejor disposición de realizar trabajos en coordinación y cooperación con los órdenes de gobierno, así como con el sector social y otros sectores privados para el cumplimiento de la instrumentación establecida en la política nacional de cambio climático.

III.1.14. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

se refiere a la protección del ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado y a propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención, de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Artículo 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos;

Vinculación:

Se cumplirá con lo establecido en las leyes, al aplicar las medidas restrictivas en cuanto al uso de sustancias químicas nocivas o contaminantes, promoviendo el uso de sustancias biodegradables.

En caso de generarse residuos considerados como peligrosos, según lo establecido en la presente ley, se contratará a una empresa autorizada para el manejo de dichos residuos. En caso de generarse residuos considerados como peligrosos, según lo establecido en la presente ley, se contratará a una empresa autorizada para el manejo de dichos residuos.

III.1.15. Ley General de Vida Silvestre.

(publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000 - Última reforma publicada DOF 16 de julio de 2025). La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

Artículo 2o. En todo lo no previsto por la presente Ley, se aplicarán las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

Artículo 4o. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.

Vinculación.

De acuerdo con las condiciones presentes en el sitio, cuyo el tipo de vegetación presente corresponde al del tipo secundaria., derivada de los asentamientos humanos cercanos, hacen que la presencia de fauna sea inapreciable (listado de especies presentado en la MIA), por lo que durante los recorridos, no se identificaron especie alguna incluida en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, que establece la protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestre-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista de especies en riesgo. Sin embargo, aunque no se ha encontrado en los recorridos realizados fauna incluida dentro de la normativa ambiental, el promovente realizará recorridos de supervisión antes y durante la realización de los trabajos, en tramos donde se estén llevando a cabo las actividades (de esta manera se cumple con lo establecido en el Artículo 19 de la presente Ley).

Se realizará e implementará un programa de protección de especies de flora y fauna silvestre como medida preventiva, dicho programa incluye la protección, cuidado, manejo y mantenimiento, de las especies y las poblaciones de vida silvestre, dentro y fuera de sus entornos naturales, este concepto involucra al sitio del proyecto y sus áreas circundantes, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia; la la manipulación de los ejemplares estará a cargo de personal especializado en este tipo de acciones de protección, rescate y reubicación de fauna silvestre (de esta manera se cumple con lo establecido en el Artículo 27 y 31 de la presente Ley).

Es importante recalcar que dicho programa tiene como objeto principal la conservación y la preservación de las especies de flora y fauna silvestre, principalmente de aquellas que se encuentren dentro del listado de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es por todo lo anterior que el proyecto cumple con la Política Nacional en materia de Vida Silvestre, asimismo el promovente acatará las disposiciones de esta Ley, que sean aplicables al proyecto, objeto de la MIA y se cumplirán con las condicionantes que establezca la autoridad.

III.1.16. Áreas Naturales Protegidas, Regiones Prioritarias y Áreas De Importancia Para La Conservación.

El presente proyecto se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas.

III.1.17. Criterio Ecológico Particular CEP-SE-00I-2003

Análisis puntual de los criterios donde se especifican los puntos que se deberán cumplir para la explotación del banco de yeso.

CRITERIO		CONSIDERACIONES	CUMPLIMIENTO DE CRITERIOS
LOCALIZACIÓN	RESPECTO A ZONAS DE PRESERVACIÓN ECOLÓGICAS, PRESERVACIÓN AGRÍCOLA Y DE FOMENTO ECOLÓGICO.	En caso de estar ubicado en las zonas de preservación ecológica, zonas de preservación agrícola y de fomento ecológico definidas en los Planes de Desarrollo Urbano de los diferentes municipios del Estado, se deberá tramitar la autorización ante la autoridad correspondiente.	Para la obtención de la factibilidad del uso de suelo ante el ayuntamiento, se requiere del ingreso o autorización ambiental para otorgarla.
	UBICACIÓN CON RESPECTO A ECOSISTEMAS DONDE EXISTAN ESPECIES EN ALGÚN ESTADO ESPECIAL.	No deberá ubicarse en áreas donde se registren especies y subespecies de flora y fauna silvestres en peligro de extinción, amenazadas, endémicas, raras o sujetas a protección especial, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (ahora NOM 059-SEMARNAT-2010), procurando su ubicación en las áreas donde el impacto ambiental sea mínimo para los recursos naturales.	El predio no presenta especies y subespecies en peligro de extinción. De encontrarse con alguna especie esta será respetada y reubicada en un sitio diferente al de explotación.

	UBICACIÓN CON RESPECTO A ZONAS URBANAS Y CENTROS DE POBLACIÓN.	Deberá ubicarse a una distancia mayor a 2 kilómetros del límite de cualquier asentamiento humano.	La población más cercana es la localidad de Xpujil, a 3.5 Km de distancia, el tipo de explotación como es una excavación evita que la comunidad se vea afectada por los polvos y el humo que se producen durante los trabajos de explotación y trituración. Además, la vegetación aledaña sirve de zona de amortiguamiento.
	UBICACIÓN CON RESPECTO A VÍAS DE COMUNICACIÓ N	Deberá ubicarse a una distancia mayor a 150 metros de carreteras pavimentadas con transporte continuo de paso y de vías ferroviarias, así como una distancia mayor a 50 metros de caminos secundarios	El banco se ubica a 800 m de la carreta federal Villahermosa – Chetumal.
	UBICACIÓN RESPECTO A INFRAESTRUCTURAS DE TRANSFORMACIÓN DE ENERGÉTICOS, LÍNEAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELEFÓNICA.	Estará ubicado a una distancia mayor a 100 metros de oleoductos, poliductos, gasoductos y ductos de cualquier tipo, propiedad de Petróleos Mexicanos o de particulares, y de líneas de transmisión de alta tensión, subestaciones eléctricas, estaciones termoeléctricas y de líneas telefónicas, aéreas o de fibra óptica subterráneas	Debido a que el proyecto se encuentra a 800 metros de la carretera federal más próxima al sitio, por lo que en el sitio no se encuentran oleoductos, ductos, líneas de transmisión de alta tensión o estaciones termoeléctricas.
	BICACIÓN CON RESPECTO A AEROPUERTOS Y ZONAS INDUSTRIALES	Deberá ubicarse a una distancia mayor a 3 kilómetros de aeropuertos y zonas industriales.	En la zona no se encuentran aeropuertos, ni zonas industriales. Sin embargo, existe una

			aeropista a 18 Km del proyecto, ubicada en las inmediaciones de la localidad de Xpujil.
	BICACIÓN RESPECTO A POZOS EXTRACTORES DE AGUA O ZONAS DE ALTA CAPACIDAD PARA LA RECARGA DE ACUÍFEROS.	Deberá ubicarse a una distancia no menor a 500 metros de pozos extractores de agua construidos o en construcción, así como de zonas consideradas con alta capacidad para la recarga de acuíferos subterráneos.	En agua requerida para los trabajos será suministrada de las comunidades aledañas o en la localidad de Xpujil.
	UBICACIÓN RESPECTO A ZONAS QUE PRESENTEN TALLAMIENTOS O HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES	No deberá ubicarse en zonas que presenten tallamientos o hundimientos del terreno por sobreexplotación de agua subterránea y predios considerados de alta producción agrícola o forestal	No se presentan zonas de hundimientos en la región.
ESTUDIOS NECESARIOS	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Todos los interesados en extraer material o propietarios de bancos de materiales, deberán elaborar un estudio de impacto ambiental en su modalidad de Informe Preventivo para el Desarrollo de Actividades de explotación, Extracción y Procesamiento de Materiales Pétreos (Bancos de Material).	El presente estudio se presenta para obtener la autorización correspondiente, en materia de Impacto Ambiental.
		CUERPOS DE AGUA No se modificará o afectarán las condiciones naturales de las cuencas hidrológicas, tampoco se verterán o recargar materias o residuos líquidos o sólidos en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósito de	Con el establecimiento del proyecto no se modificará las condiciones de la cuenca hidrográfica; se establecerán las medidas de mitigación necesarias para evitar el

		agua desarrollando actividades contaminantes	vertimiento de residuos al suelo y subsuelo, para evitar contaminar mantos acuíferos y otros posibles cuerpos de agua.
PARAMETROS DE DISEÑO		La explotación deberá realizarse a cielo abierto manteniendo perfiles de corte, taludes y ancho de terraza de acuerdo con los criterios ecológicos.	El banco es a cielo abierto y la explotación es una excavación a cielo abierto.
	CAMINO DE ACCESO	Los caminos deben permitir la doble circulación, transitables todo el año, en caso necesario, utilizar material del mismo banco para su tránsito y no deberán ser asfaltados.	Existe un camino de acceso que ha sido utilizado años atrás, el camino se encuentra en buenas condiciones por lo que ese será utilizado.
	EXTRACCIÓN	Los vehículos automotores, maquinaria y equipo a utilizar en el banco deberán estar afinados y en buen estado para minimizar emisiones contaminantes y generación de ruido	Los equipos recibirán mantenimiento preventivo y correctivo para mantener las emisiones al mínimo. (el mantenimiento deberá realizare fuera de la zona del proyecto).
SEGURIDAD	COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	En caso de almacenamiento, se verá construir un depósito para almacenar el consumo mensual.	La empresa cuenta con un camión surtidos de combustible de 5,000 l de capacidad con dispensar automático de combustible.
	MANTENIMIENTO DE UNIDADES	Deberá construirse una plancha de concreto para realizar el mantenimiento de	No se tiene contemplado el mantenimiento en el sitio del proyecto, de

		la maquinaria pesada y de los vehículos de transporte	surgir una eventualidad se colocarán lonas para la protección del suelo y subsuelo.
DISEÑO RESTAURACIÓN DE ZONA	PROGRAMA DE RECUPERACIÓ N Y RESTAURACIÓ N ECOLÓGICA DEL ÁREA.	Se debe elaborar un programa para tres años donde la restauración deberá realizarse a la par cada seis meses que incluya una reforestación con árboles mayores a 1.5 m utilizando especies endémicas.	Por las características del terreno no es factible una reforestación en el terreno, a la par de la extracción. Sin embargo, nos acataremos a lo que dictamine la autoridad ambiental.
CUMPLIMIENTO	FLORA Y FAUNA	Queda estrictamente prohibida la cacería, así como la captura, colecta, comercialización y el tráfico de especies de flora y fauna silvestres tanto en el área de explotación como en sus caminos de acceso y colindancias, por lo que el propietario del banco deberá garantizar la observancia de esta disposición por parte del personal que intervenga en el proyecto.	Se realizarán pláticas al personal que labore en el proyecto, enfocado al cuidado y protección de fauna silvestre, así como la puesta en marcha de un programa de rescate de flora y fauna.

III.1.18. Normas (Normas Oficiales Mexicanas que apliquen para el desarrollo del proyecto).

Con el propósito de cumplir con lo que establece la LGEEPA en materia de protección y conservación de los recursos naturales y cumplir además con la política ambiental que establece el plan nacional de desarrollo y el estatal, en definir como eje principal el cuidado y protección del medio ambiente y que el aprovechamiento de los recursos naturales sea de una manera sustentable, y que las actividades productivas se apeguen a los ordenamientos legales para la conservación y aprovechamiento de los mismos, los ordenamientos ecológicos son piedras fundamentales para ordenar el uso del suelo y de las actividades productivas dando como resultado regular las mismas.

Por lo anterior, la extracción del yeso, se sujetara a los instrumentos de la política ambiental del gobierno federal, ya que la conservación y protección de los recursos naturales, son prioridades para

tener un ambiente sano, razón por la cual, el proyecto deberá realizarse bajo las indicaciones que establecen las Normas Oficiales Mexicanas; tal como lo indica el artículo 36 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al medio ambiente, la cual hace referencia que las obras y actividades de competencia federal, no deberán rebasar los límites y condiciones señaladas en los Reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la federación, por lo que, la "extracción del material pétreo yeso" se sujetara bajo los límites que establecen las normas que aplican, para estar dentro de estas disposiciones legales en la prevención y control de la contaminación de la atmosfera, del suelo y agua; por lo que se aplicaran las medidas preventivas y de mitigación para minimizar los efectos adversos generados hacia los factores ambientales; por lo que, se deberá observar lo que instituyen las Normas Oficiales Mexicanas que aplican al proyecto.

NOM – 001-SEMARNAT-1996.

Que establece los límites Máximos Permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Vinculación: En cada una de las etapas del proyecto se colocan letrinas portátiles, que tendrán un mantenimiento constante por parte de la empresa arrendadora de este servicio, queda estrictamente prohibido verter las aguas de desecho al predio.

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.

Vinculación: El generarse gases contaminantes a la atmosfera por diversas actividades representan un problema ambiental hacia a la atmosfera, la reducción de contaminantes hacia el ambiente es una prioridad, ya que es un elemento contribuyente a los eventos que acontece sobre el cambio climático, modificando el entorno de muchos organismos terrestres y acuáticos, Por lo que el presente instrumento es aplicable para aquellos vehículos que durante su operación emiten gases contaminantes a la atmosfera, para el caso de los vehículos y equipos que se utilizaran durante la operación del proyecto, la emisión de gases (bióxido de carbono) por los equipos y vehículos serán mininas estarán por debajo de los términos que indica la norma, como medida preventiva se les dará un mantenimiento previo a las unidades vehiculares para su buen marcha.

NOM – 044-SEMARNAT-2017.

Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.

Vinculación: La maquinaria pesada debe estar en buenas condiciones mecánicas para que sus emisiones de humos no rebasen los límites máximos permisibles de la Norma.

NOM – 045- SEMARNAT -2006.

Que establece los límites Máximos Permisibles de capacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel como combustible.

Vinculación: Los camiones de volteo y la maquinaria que se utilizará para la operación deberán contar con el mantenimiento periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo.

NOM-052-SEMARNAT-2005.

Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Vinculación: La contaminación del suelo y por ende las aguas subterráneas se produce por una sustancia no deseada que llega por un uso o generación de algún residuo considerado como peligroso por la norma; en este caso no se generara residuos considerados altamente peligrosos durante la operación del proyecto, se mantendrán las condiciones ambientales existentes. Tomando en consideración lo que establece la norma, se considerarán residuos peligrosos aquellos que presenten una o más de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y/o biológico infecciosas; en este caso durante la operación del proyecto no se permitirá ningún tipo de mantenimiento de los vehículos, por lo que la empresa no generara ningún tipo de residuos peligrosos. La misma norma indica que los aceites usados, aditivos, lubricantes, estopas son considerados como residuos peligrosos; el mantenimiento de los equipos deberá ser en talleres cercanos al sitio del proyecto con el propósito de prevenir la contaminación al suelo.

NOM-059-SEMARNAT-2010.

Establece la protección ambiental especies nativas de México de flora y fauna silvestre- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista de especies en riesgo.

Vinculación: Por las condiciones ambientales del área y las contiguas, en donde la vegetación y fauna silvestre ha sido eliminada desde años atrás por diversas actividades, por estar el proyecto en un sitio en donde se presenta un ecosistema modificado de sus condiciones originales por las actividades de explotación del banco de material, por otra parte el área del proyecto aunque se encuentre fuera del Área Natural protegida denominada Reserva de la Biosfera de Calakmul, aun así e interactúan ecosistemas constituidos de asociaciones vegetales terrestres, Durante la operación del proyecto existe el compromiso de la empresa respetar las especies que sea vista en el área y las adyacentes se le informará al personal sobre el respeto de los recursos naturales y por ningún motivo se empleará un recurso relacionado con alguna especie en peligro de extinción o protección especial. En caso de requerirse las especies de fauna será reubicadas a un sitio con las condiciones similares al de su origen.

NOM–080-SEMARNAT-1994.

Que establece los límites Máximos Permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores y su método de medición.

Vinculación: El presente instrumento es de observancia obligatoria para aquellos vehículos que durante su funcionamiento emitan ruido a la atmósfera proveniente de sus escapes con la finalidad de cumplir con el presente instrumento, se le informara a la empresa que se contrate que los vehículos y equipos estén dentro de los límites máximos permisibles emisión de ruido, y afectar a la población

cercana al proyecto, permanecerán las condiciones ambientales existentes. La exposición de ruido al ambiente son pocos significativos que no causarán ningún impacto al medio; los equipos que utilicen en las diferentes etapas del proyecto deberán tener un mantenimiento preventivo con el propósito de reducir la exposición de ruidos no rebasan los límites que indica la norma referida.

NOM-081- SEMARNAT -1994.

Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente.

Vinculación: El presente instrumento es de observancia obligatoria para aquellos vehículos que durante su funcionamiento emitan ruido a la atmósfera proveniente de sus escapes con la finalidad de cumplir con el presente instrumento, se le informara a la empresa que se contrate que los vehículos y equipos estén dentro de los límites máximos permisibles emisión de ruido, y afectar a la población cercana al proyecto, permanecerán las condiciones ambientales existentes. La exposición de ruido al ambiente son pocos significativos que no causarán ningún impacto al medio; los equipos que utilicen en las diferentes etapas del proyecto deberán tener un mantenimiento preventivo con el propósito de reducir la exposición de ruidos no rebasan los límites que indica la norma referida.

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

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

IV.1. Delimitación del Área de Influencia.

El área de influencia del proyecto fue delimitada tomando en cuenta las dimensiones, obras y superficie en donde pueden manifestarse efectos de los impactos ambientales significativos, tanto positivos como negativos, los cuales pueden ocurrir durante las fases de preparación y operación del proyecto. Con base en ello, el área de influencia se identifica con el círculo naranja; la superficie sombreada de rojo corresponde al área de aprovechamiento de 20 ha.



Imagen 1. Representación gráfica de la delimitación del AI del proyecto.

El AI del proyecto corresponde al entorno inmediato del polígono destinado al aprovechamiento de yeso, delimitado por un radio aproximado representado por el círculo de color naranja. Dentro de esta área se identifican ecosistemas predominantemente de vegetación forestal continua, con presencia de zonas previamente intervenidas para actividades agropecuarias y claros aislados.

El polígono de aprovechamiento (sombreado en color rojo) se ubica contiguo a una vía de comunicación terrestre (carretera estatal identificada como 269), la cual constituye el principal acceso al sitio y representa un elemento que ya genera una fragmentación parcial del paisaje.

Hacia el sector oriental del área de influencia se observa un núcleo de población, identificado como El Carmen II, así como infraestructura vial asociada. La cercanía de este asentamiento hace necesario considerar posibles impactos relacionados con el incremento del tránsito vehicular, la generación de polvo, las emisiones de ruido y las alteraciones temporales en la calidad del aire durante las etapas de preparación y explotación, por lo que, con las medidas de prevención y mitigación implementadas oportunamente, estos impactos serán controlados y minimizados.

En el resto del área de influencia predomina una cobertura vegetal relativamente continua, lo que sugiere la existencia de hábitat para fauna silvestre y la conectividad ecológica con áreas forestales

circundantes. Asimismo, las zonas agrícolas localizadas al oeste y noroeste evidencian un mosaico de usos del suelo donde convergen actividades productivas, por lo que ya se encuentran impactadas.

Desde el punto de vista ambiental, el área de influencia comprende los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos susceptibles de recibir impactos directos e indirectos derivados del aprovechamiento de yeso, tales como modificaciones a la cobertura vegetal, perturbación de la fauna, generación de partículas suspendidas, ruido por maquinaria y transporte de material, así como cambios temporales en la dinámica del paisaje.

La delimitación del área de influencia permite evaluar los efectos potenciales del proyecto sobre los ecosistemas circundantes y sobre la población cercana, constituyendo la base para definir las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental que resulten procedentes.

IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental

Para la delimitación del Sistema Ambiental se procedió a realizar un análisis e interpretación exhaustiva de la cartografía digital editada por diferentes instituciones, tales como:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Calakmul.
- Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

Debido a que el sitio del proyecto se encuentra fuera de la mancha urbana del municipio de Calakmul, se tomó como SA el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Calakmul. Es importante aclarar que el sitio del proyecto se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas federales, estatales y municipales.

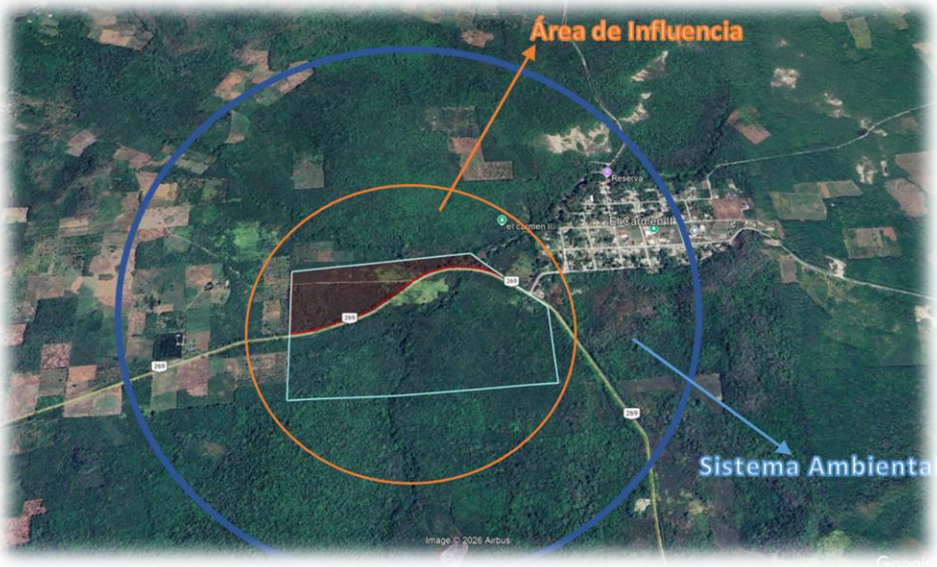


Imagen 2. Representación gráfica que muestra la delimitación del Sistema Ambiental con la poligonal de color azul, el AI con la poligonal naranja y el sitio del proyecto de color rojo.

El sistema ambiental presenta las siguientes características:

La región forma parte de la plataforma kárstica de la Península de Yucatán, con predominio de rocas sedimentarias, principalmente calizas y depósitos evaporíticos asociados a yeso. El relieve es generalmente plano a ligeramente ondulado.

Predominan suelos someros y pedregosos, con presencia de Leptosoles y, localmente, Rendzinas, susceptibles a erosión cuando se elimina la cobertura vegetal.

Debido a las características kársticas, el drenaje superficial es escaso, predominando la infiltración hacia el acuífero subterráneo. Pueden existir bajos inundables o zonas con acumulación temporal de agua durante la temporada de lluvias.

Corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una marcada estacionalidad entre épocas seca y húmeda.

La imagen muestra una cobertura dominante de selva mediana subperennifolia y selva baja, con algunos claros agrícolas y áreas previamente perturbadas. La vegetación mantiene una importante continuidad ecológica. En este apartado es importante aclarar que el polígono marcado de rojo, que corresponde al sitio del proyecto, presenta vegetación de agricultura de temporal anual (INEGI, Serie VII).

Con respecto a la fauna, el Sistema Ambiental puede funcionar como hábitat y corredor biológico para especies de mamíferos, aves, reptiles y anfibios característicos de la región de Calakmul, incluyendo especies sujetas a protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se observa la proximidad del centro de población de El Carmen II y la presencia de infraestructura vial, particularmente la carretera estatal o camino principal que atraviesa el área. Existen actividades agropecuarias y aprovechamientos forestales en parcelas cercanas, lo que indica un paisaje con usos mixtos. La actividad minera puede representar una fuente de empleo local.

El sitio de pretendida ubicación del proyecto se encuentra en el municipio de Calakmul, el cual se localiza al sureste del estado de Campeche, mismo que limita al este con Quintana Roo y al sur con la República de Guatemala, y a su vez con la Reserva de la Biosfera de Calakmul, que presenta una extensión total de 723,185 hectáreas, cuenta con dos zonas núcleo y tiene acceso posible por la carretera federal 186.

Para esto, el sitio de pretendida ubicación del proyecto se encuentra fuera de cualquier área natural protegida de interés de la Federación, estado o municipio. La Reserva de la Biosfera de Calakmul se ubica a 5 kilómetros del sitio del proyecto; por lo tanto, no se intervendrán las zonas de amortiguamiento de esta Reserva. En consecuencia, para la delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto se tomará como referencia indicativa de la región en la que se pretende ejecutar el proyecto.

Dado que el municipio de Calakmul cuenta con un Programa de Ordenamiento Local, las unidades de gestión ambiental se encuentran decretadas y estas son un instrumento principal para realizar la delimitación ambiental del sitio del proyecto. De tal forma, la ubicación del proyecto con respecto al POEL se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 01_ZAT Ley de Fomento Agropecuario_25, donde la actividad de aprovechamiento de yeso se encuentra condicionada.



Imagen 3. Representación gráfica que muestra el sitio del proyecto con respecto al POEL de Calakmul (tomado del SIGEIA)

De acuerdo con esta clasificación y con el análisis cartográfico realizado con el software Google Earth, el proyecto se encuentra inmerso dentro de la Región Terrestre Prioritaria 151 (RTP-151), denominada Silvituc-Calakmul, misma que incluye a los estados de Campeche y Quintana Roo, donde sus principales atributos incluyen una de las mayores extensiones de selvas tropicales del país.

Adyacentes a esta región se encuentran las regiones Terrestres Prioritarias 148 (Río Hondo), 149 (Zonas Forestales de Quintana Roo) y 150 (Sur del Punto Put). Estas regiones, junto con la 151 (Silvituc-Calakmul), comparten características similares por presentar áreas conservadas de selva alta y media subperennifolia y media subcaducifolia, las cuales desempeñan un papel importante como corredores biológicos y favorecen la presencia de especies propias del ecosistema de selva mediana subperennifolia en extensiones grandes y con alto grado de conservación, debido a que la topografía es muy homogénea, donde el patrón ecosistémico obedece básicamente al gradiente latitudinal que se presenta en la península de Yucatán.

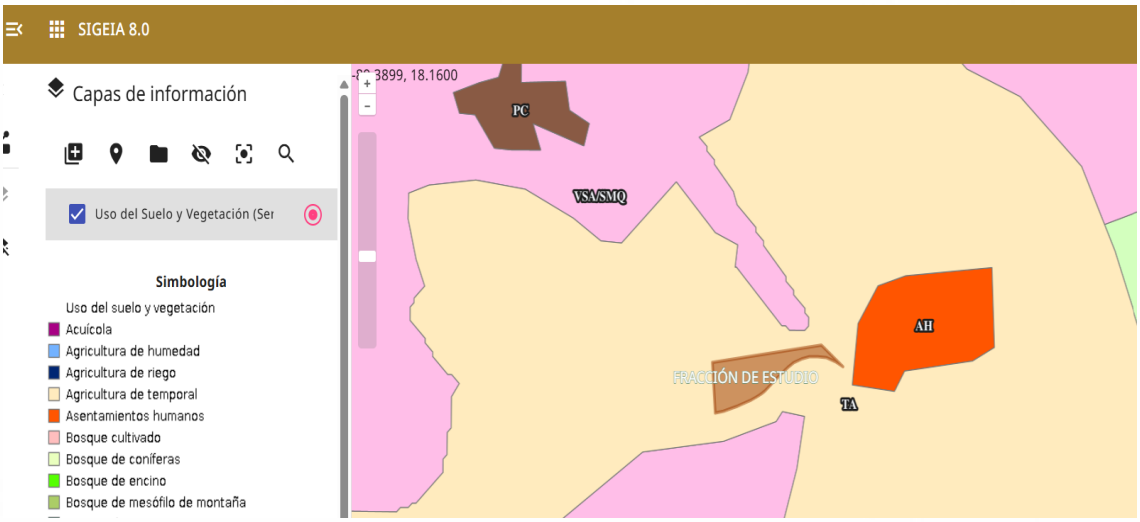


Imagen 4. Representación gráfica del sitio del proyecto de acuerdo al uso de suelo y vegetación de la serie VII INEGI, de acuerdo al SIGEIA.

Sin embargo, de acuerdo con el SIGEIA y con el conjunto de datos vectoriales del uso de suelo y vegetación, escala 1:250,000, Serie VII del INEGI, el sitio a explotar es considerado de agricultura de temporal anual y la vegetación encontrada corresponde a esta categoría, por lo que no habrá derribo de vegetación forestal y, por lo tanto, no habrá cambio de uso de suelo.

IV.3. Medio físico

IV.3.1. Clima

El municipio de Calakmul en Campeche cuenta con un clima cálido subhúmedo. Sin embargo, este se subdivide en dos tipos de acuerdo con el grado de humedad, tal como se describe:

Aw0(x´) w"ig

Cálido subhúmedo

Cálido subhúmedo con lluvias de verano y sequía en invierno, con un porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 %. Son los más secos de los subhúmedos, con un cociente P/T menor de 43.2; presentan canícula, isotermal y marcha anual de temperatura tipo Ganges.

Aw1w"(i´)g

Cálido subhúmedo

Cálido subhúmedo con lluvias de verano y sequía en invierno, % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Los intermedios en cuanto a grado de humedad, con un cociente P/T entre 43.2 y 55.3, presentan canícula, con poca oscilación térmica y marcha anual de temperatura tipo Ganges.

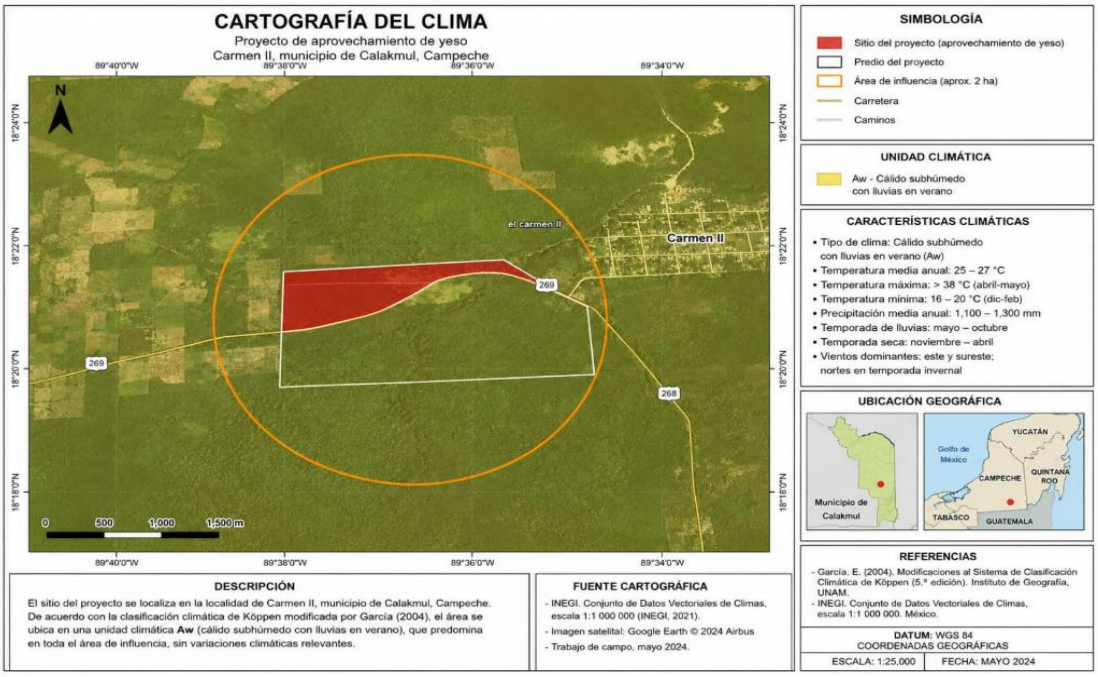


Imagen 5. Cartografía del clima del proyecto.

IV.3.1.1. Temperatura y precipitación.

Con base en la información de la estación climatológica Xpujil, la más cercana al sitio del proyecto, la temperatura media anual es de aproximadamente 26.2 °C. Las temperaturas más elevadas se registran durante los meses de abril y mayo, cuando pueden superar los 38 °C, mientras que las mínimas ocurren entre diciembre y enero, con valores cercanos a 17-20 °C. La precipitación se concentra aproximadamente entre mayo y octubre, mientras que de noviembre a abril predomina la época seca.

Variable	Valor
Temperatura media anual	26.2 °C
Temperatura máxima media mensual	36-38 °C (abril-mayo)
Temperatura mínima media mensual	17-20 °C (diciembre-enero)
Precipitación media anual	1,200 mm (aproximadamente)
Temporada de lluvias	Mayo a octubre
Temporada seca	Noviembre a abril

Tabla 1. Clima del sitio del proyecto. (Normales climatológicas 1991-2020 CONAGUA).

IV.3.1.2. Fenómenos meteorológicos.

Un ciclón tropical es una depresión tropical que cubre cientos de miles de kilómetros cuadrados y tiene lugar, primordialmente, sobre los espacios oceánicos tropicales, cuando las condiciones oceánicas y atmosféricas propician que se genere un ciclón tropical. La evolución y desarrollo de este puede llegar a convertirlo en huracán. Estos fenómenos se presentan en la Península de Yucatán de modo directo o indirecto, principalmente de junio a diciembre; sin embargo, también pueden presentarse en otros meses (enero, abril y mayo). Durante el invierno, en la zona se presenta una época de fenómenos meteorológicos. Su presencia se debe a la formación de masas húmedas y frías en la región polar del continente y el norte del océano Atlántico, las cuales alcanzan una velocidad promedio de 5.5 m/s y manifiestan un desplazamiento hacia el sudeste, hasta que son disipadas por la predominancia de condiciones cálidas en las cercanías del Ecuador. Durante este periodo, los días despejados pueden reducirse hasta un 50 %, debido a que estos frentes fríos arrastran consigo grandes extensiones de nubes densas.

Según datos estadísticos existentes, en el período de 1886 a 2005, los ciclones no han sido frecuentes, a pesar de que el estado se localiza en una zona donde incide un gran número de estos fenómenos hidrometeorológicos. Cada año se desarrolla un promedio de 10 ciclones tropicales que llegan a convertirse en tormentas, de los cuales seis alcanzan el grado de huracán y, de ellos, dos son de gran intensidad.

Los principales fenómenos hidrometeorológicos que afectan la zona donde se ubica el aprovechamiento del yeso son los meteoros tropicales y los frentes fríos. Las precipitaciones y la fuerza de impacto y succión que provocan las ráfagas de viento son los factores que más afectan a la población y a la infraestructura. Los huracanes de mayor intensidad que han afectado al municipio de Calakmul han sido “Gilberto”, en 1988, e “Isidoro”, en 2002, los cuales originaron encharcamientos, desplome de carreteras y caminos, desprendimiento de techos de casas, desbordamiento de ríos, daños cuantiosos en las líneas de abastecimiento eléctrico y arranque y arrastre de árboles, principalmente en las selvas de la región. La Comisión Nacional del Agua reportó que la temporada de fenómenos meteorológicos en el Atlántico comenzó antes del inicio de junio. De acuerdo con el Plan Operativo de Huracanes de la Cuarta Región de la OMM, no se han presentado fuertes huracanes en la Península de Yucatán, solo depresiones que han llegado a categoría 3, lo que significó un fenómeno meteorológico que dejó poca lluvia y vientos. Hay que recordar que el huracán más relevante fue “Dean”, que impactó a México cruzando los estados de Quintana Roo, Campeche, Veracruz, Puebla, Hidalgo y Querétaro, dejando fuertes lluvias y vientos y afectando a diversas poblaciones de los estados mencionados, incluyendo al estado de Campeche.

IV.4. Geología y geomorfología.

El área del proyecto se localiza dentro de la provincia fisiográfica de la Península de Yucatán, donde predominan materiales sedimentarios de origen marino. En el sitio afloran principalmente rocas calizas del Cenozoico, correspondientes a unidades geológicas formadas durante el Eoceno, con presencia local de materiales evaporíticos asociados al yeso.

Estas rocas presentan un grado variable de fracturamiento y procesos de disolución kárstica, lo que favorece una elevada permeabilidad y la infiltración del agua hacia el acuífero regional. Como consecuencia, el escurrimiento superficial es escaso y el drenaje se desarrolla principalmente de manera subterránea.

La presencia del yacimiento de yeso está relacionada con procesos de evaporación ocurridos en antiguos ambientes marinos someros, posteriormente cubiertos por sedimentos carbonatados y expuestos por procesos geológicos y de erosión.

El área de estudio y, en general, los suelos del municipio de Calakmul, por encontrarse inmersos dentro de la Península de Yucatán, se asientan sobre formaciones geológicas de tipo sedimentario calizo, cuyo origen se remonta a las épocas del Paleoceno y Eoceno, del periodo Terciario inferior de las eras Cenozoica-Paleozoica. La caliza es la roca más importante de las rocas carbonatadas; está constituida por carbonato de calcio (>80 % CaCO3) y puede estar acompañada de aragonito, sílice, dolomita, siderita y, con frecuencia, fósiles, por lo que es de gran importancia estratigráfica. Por su contenido orgánico, arreglo mineral y textura, existen gran cantidad de clasificaciones de calizas. Sin embargo, en ninguna se considera la presencia de material clástico. La unidad geológica presente en el área de estudio es la Te(cz), constituida por calizas microcristalinas, espáticas y recristalizadas, muy solubles, de color amarillo y blanco-crema, de facies de plataforma somera. Estas rocas, en algunas ocasiones, son compactas y, en otras, muy deleznables; están dispuestas en estratos delgados y medianos, en algunas partes sumamente fracturados. La Cuenca Yucatán (B) ha tenido una evolución geológica compleja y ha jugado un papel importante en el origen del Golfo de México y en el desarrollo de la geología del Caribe. Se caracteriza por un basamento metamórfico de edad paleozoica, sobre el cual ha evolucionado una secuencia sedimentaria de más de 3,000 m de espesor, depositada desde el Jurásico hasta el Reciente.

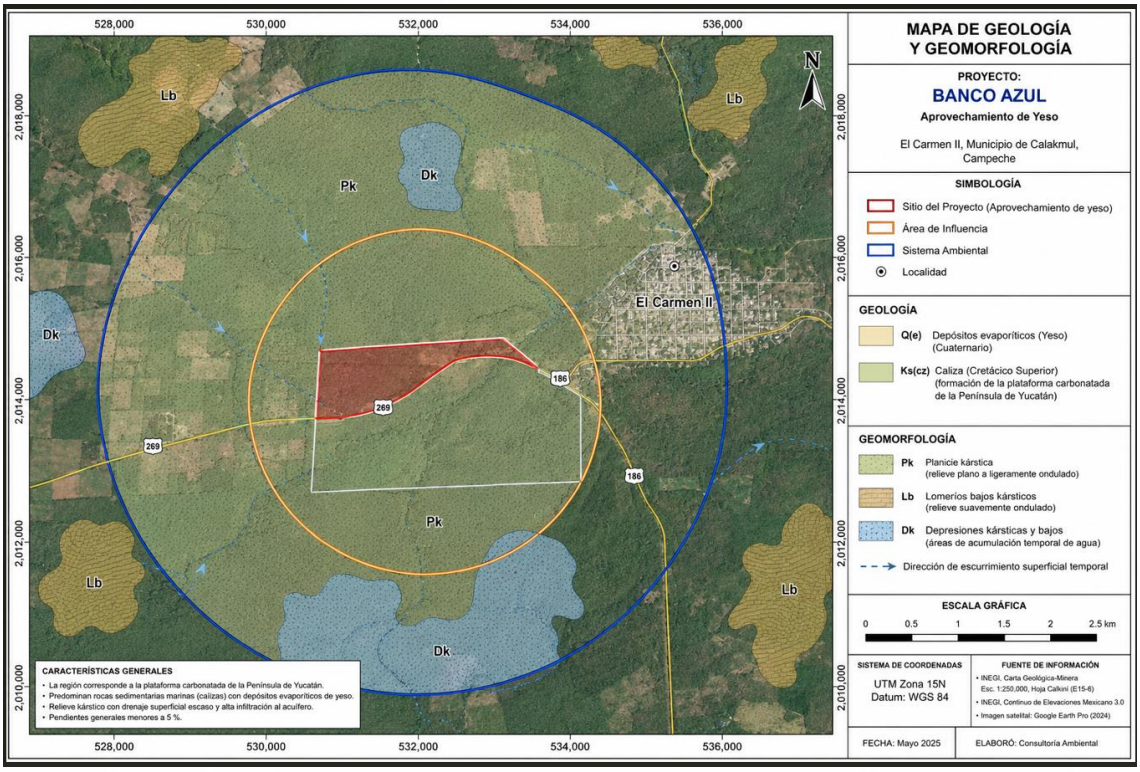


Imagen 6. Representación gráfica de la geología y geomorfología del proyecto

El ciclo sedimentario comienza con un depósito de rocas jurásicas de origen continental con intercalaciones volcánicas; al parecer, la fuente de suministro de los materiales provenía de un basamento paleozoico. Durante el Cretácico se formaron cuencas de circulación restringida,

generando condiciones propicias para el desarrollo de sedimentación evaporítica. En la Península de Yucatán se han definido tres subprovincias fisiográficas denominadas: Carso Yucateco (62), Carso y Lomeríos de Campeche (63) y Costa Baja de Quintana Roo (64).

La Cuenca Yucatán (B) ha tenido una evolución geológica compleja y ha jugado un papel importante en el origen del Golfo de México y en el desarrollo de la geología del Caribe. Se caracteriza por un basamento metamórfico de edad paleozoica, sobre el cual ha evolucionado una secuencia sedimentaria de más de 3,000 m de espesor depositada desde el Jurásico hasta el Reciente. El ciclo sedimentario comienza con un depósito de rocas Jurásicas de origen continental con intercalaciones volcánicas; al parecer la fuente de suministro de los materiales provenía de un basamento paleozoico. Durante el Cretácico se formaron cuencas de circulación restringida, generando condiciones propicias para el desarrollo de sedimentación evaporita. La Península de Yucatán se han definido 3 subprovincias Fisiográficas denominadas: Carso Yucateco (62), Carso y Lomeríos de Campeche (63) y Costa Baja de Quintana Roo (64).

Estas tres unidades geológicas presentan, en la primera, calizas del Plioceno al Mioceno Superior, de tipo coníferas, de un metro de espesor, cubiertas por calizas muy duras, pasando más arriba a calizas cada vez más impuras, a veces arcillosas, de color amarillento a rojizo; forman suelos lateríticos. Los niveles superiores están representados por calizas duras y masivas; todo corresponde a la Formación Carrillo Puerto. Hacia la parte inferior pasan a calizas margosas blancas y amarillentas, poco compactas, con nódulos duros y yeso en la parte superior; estas pertenecen a la Formación Bacalar.

La segunda corresponde a la época del Eoceno Medio del período Terciario y se trata de calizas marinas, compactas, micro y macrocristalinas, de color blanco a amarillo; generalmente están dolomitizadas, silicificadas o simplemente recristalizadas, lo que explica la ausencia de fósiles. También se tiene la presencia de calizas del Miembro Pisté, que son calizas masivas, de grano fino, cuyos echados son nulos o muy débiles. Su espesor es, como el de otros, difícil de precisar debido a la monotonía de las calizas y a la discontinuidad de los afloramientos. Estas calizas cubren a las del Miembro X'bacab, dentro de la Formación Chichén Itzá.

En la tercera subprovincia fisiográfica, 63 Carso y Lomeríos de Campeche, está representada por dos tipos de topoforma: llanura y lomeríos, de las cuales se tienen las siguientes asociaciones: llanura lacustre con lomeríos, lomeríos bajos con llanuras, lomeríos altos, lomeríos bajos con hondonadas y una pequeña zona en la parte noreste de la provincia de sierra baja. Cabe señalar que el aprovechamiento del yeso se localiza dentro de la subprovincia fisiográfica Carso y Lomeríos de Campeche, que además abarca los municipios de Calakmul, Calkiní, Campeche, Candelaria, Carmen, Champotón, Escárcega, Hecelchakán, Hopelchén y Tenabo.

IV.4.1. Hidrología.

IV.4.1.1. Hidrología superficial

El área del proyecto se localiza en la región fisiográfica de la Península de Yucatán, caracterizada por un relieve kárstico donde el drenaje superficial es muy escaso debido a la alta permeabilidad de las rocas calizas. En consecuencia, dentro del sistema ambiental no se identifican ríos o arroyos permanentes, siendo comunes únicamente escurrimientos temporales durante la temporada de lluvias, los cuales drenan hacia pequeñas depresiones o bajos naturales.

En la zona del proyecto no se observan cuerpos de agua superficiales permanentes dentro del polígono de aprovechamiento. No obstante, en el sistema ambiental pueden existir bajos estacionales que almacenan agua temporalmente durante la época de lluvias y contribuyen al mantenimiento de la vegetación y la fauna silvestre.

IV.4.1.2. Hidrología subterránea

La principal característica hidrológica del área es la presencia de un acuífero kárstico regional, desarrollado en rocas calizas altamente fracturadas y permeables, lo que favorece la infiltración de la lluvia y limita el escurrimiento superficial.

La recarga del acuífero ocurre principalmente por infiltración directa de la precipitación, constituyendo uno de los procesos ambientales más importantes de la región. Debido a estas condiciones, cualquier actividad minera debe implementar medidas que eviten la contaminación del subsuelo y del agua subterránea por combustibles, lubricantes, residuos sólidos o aguas residuales.

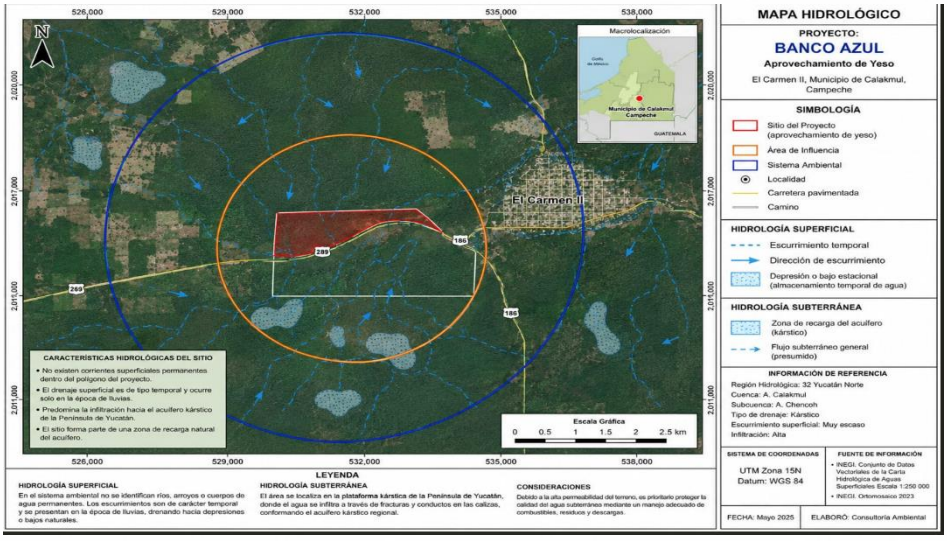


Imagen 7. Representación gráfica de la Hidrología del proyecto

No existen ríos, arroyos o lagunas permanentes dentro del polígono del proyecto. Predomina la infiltración sobre el escurrimiento superficial.

Los escurrimientos que se presentan son temporales y de corta duración durante eventos de lluvia intensa. El sitio forma parte de una zona de recarga natural del acuífero de la Península de Yucatán. Debido a la naturaleza kárstica del terreno, la calidad del agua subterránea constituye uno de los componentes ambientales de mayor importancia para el desarrollo del proyecto.

IV.4.2. Edafología.

Los suelos predominantes en el área corresponden principalmente a Leptosoles, con presencia local de Cambisoles y, en algunas depresiones kársticas, Vertisoles y Gleysoles.

Leptosol: Es el suelo predominante. Se caracteriza por ser muy somero (generalmente menor de 25 cm de profundidad), con abundante fragmento de roca caliza, buen drenaje y baja capacidad para

retener humedad. Es típico de las zonas kársticas de Calakmul y sostiene vegetación de selva mediana y baja.

Cambisol: Se presenta en áreas con mayor desarrollo del perfil del suelo. Tiene profundidad moderada, textura de media a fina y fertilidad media, permitiendo un mayor desarrollo de la vegetación.

Vertisol: Se encuentra en zonas planas o depresiones. Es un suelo arcilloso con alta capacidad de expansión y contracción, de color oscuro y relativamente fértil.

Gleysol: Se localiza en sitios donde el agua se acumula temporalmente, presentando condiciones de saturación y drenaje deficiente.

En el sitio del proyecto, el predominio de Leptosoles está relacionado con el sustrato de roca caliza y el relieve ligeramente ondulado característico de la región.

El relieve está constituido por mesetas que abarcan el 48 % del territorio (26,972 ha), laderas que representan el 25 % (13,874 ha), bajos inundables equivalentes al 17 % de la superficie (9,712 ha), valles intermontanos con un 8 % (4,786 ha) y un conjunto de elevaciones menores correspondientes al 2 % (1,015 ha) (Pronatura, 2009).

Su litología está compuesta por rocas calizas paleocénicas que constituyen las más antiguas de la península de Yucatán. Sobre estas se desarrollan suelos incipientes del tipo de los leptosoles líticos y las rendzinas. Ambos son suelos poco desarrollados, con poca profundidad y sin horizontes; sin embargo, son ricos en materia orgánica (Pronatura, 2009). En Calakmul se presentan tres tipos de suelos: Phaeozem (PH) (43 %), Vertisol (VR) (34 %) y Leptosol (LP) (23 %), los cuales, en general, son suelos kársticos poco profundos y con baja disponibilidad de agua (SEDATU, 2021).

Específicamente la región de Calakmul presenta características muy singulares por la presencia de manchones aislados de suelos inundables, tanto permanentes como temporales, que constituyen una de las principales fuentes de recursos hídricos para la fauna silvestre. Estos hábitats acuáticos constituyen el principal sitio de reproducción para los anfibios de la región, por lo que son fundamentales para su permanencia y conservación en la RBC (Cedeño-Vázquez et al., 2006; Barão Nóbrega et al., 2022).

En términos biogeográficos, la Península de Yucatán comprende los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, los departamentos del norte de Belice y el Departamento del Petén, en Guatemala. Así, conforma una unidad biogeográfica llamada Provincia Biótica Península de Yucatán (PBPY), la cual se caracteriza por una combinación de factores geomorfológicos, climáticos, edáficos y una estructura característica de tipos de vegetación asociada a ellos (CONANP, 2023).

IV.4.3. Aspectos Bióticos

IV.4.3.1. Vegetación

Uno de los aspectos más importantes de la PBPY es la existencia de un gradiente de precipitación que se refleja en cambios importantes en la cobertura vegetal y en la diversidad florística (CONANP, 2023). La flora, en general, presenta una gran similitud con la Provincia de la Costa del Golfo de México, pero destaca por su gran número de endemismos. Las características mencionadas anteriormente crean las condiciones ambientales necesarias para el establecimiento de uno de los ecosistemas dominantes de la Provincia: las selvas tropicales (Rzedowski, 2006; Carnevali et al., 2010). Campeche presenta la mayor cantidad de tipos de vegetación y especies de flora de la

península, con aproximadamente 1,250 especies (Flores y Sánchez, 2010), lo que representa el 52 % de la flora de la Península de Yucatán, que es de aproximadamente 2,400 especies, así como el 5 % de la flora vascular mexicana (Duno de Stefano et al., 2011; 2018).

Derivado de la revisión bibliográfica, cartográfica, satelital y de las fichas técnicas elaboradas por la CONABIO, así como de lo expuesto en el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, se observó que en la región predominan diversos tipos de ecosistemas selváticos, los cuales, según el programa de manejo, se definen y describen como siguen:

IV.4.3.2. Selva alta perennifolia y subperennifolia.

Se localiza al sur del estado, colinda con la República de Guatemala y su presencia obedece al incremento de la precipitación media anual en el área, cuyo límite inferior corresponde a la isoyeta más o menos de los 1,600 mm (cercano a los 2,000 mm, Miranda, 1958). Se le encuentra sobre geoformas que presentan relieves ondulados y planicies cuyas pendientes varían del 12 % al 1 %. Los tipos de suelos que las sustentan son rendzinas con buen drenaje. Se estima que albergan más de 400 especies de plantas vasculares. En esta selva, el estrato dominante tiene 30 metros o más de altura, existiendo individuos emergentes de hasta 45 metros. Algunas especies pierden las hojas en la época de seca, llegando a ser hasta el 25 % de los árboles dominantes, y estas son: Manilkara zapota (zapote), Bursera simaruba (chacáh), Brosimum alicastrum (ramón), Alseis yucatanensis, Aspidoperma megalocarpum, Terminalia amazonia, Aspidosperma cruentum, Bucida buseras, Swartzia cubensis, Tabebuia guayacan, Tabebuia rosea, Calophyllum brasiliense, Vitex gaumeri, Ceiba pentandra, Ellipticum sp., Pouteria zapota, Brosimum costaricanum, Castilla elastica, Lonchocarpus castilloi, Acacia mayana, Lonchocarpus guatemalensis, Lonchocarpus cruentus, Luisiloma auritum, Platymiscium yucatanum, Cojoba arborea, Blepharidium guatemalense, Acosmium panamense, Quararibea funebris, Sabal mauritiiformis, Cryosophila argentea, Opsiandra maya, Orbignya cohune y Dracaena americana. Son comunes las asociaciones de Manilkara zapota-Brosimum alicastrum, Manilkara zapota-Bucida buceras y agrupaciones de Orbignya cohune, Sabal yapa y Cryosophyla argentea. Se ha observado este tipo de vegetación en Central Chiclera Villahermosa, ejidos Dos Aguadas, ejido Dos Naciones, El Cibalito, ejido Carlos A. Madrazo, entre otros, y, en general, en los límites con Guatemala. Las perturbaciones a las que ha sido sometida son principalmente explotación chiclera, forestal, ganadera y tráfico ilegal de fauna.

Aspidoperma megalocarpum Terminalia amazonia, Aspidosperma cruentum, Bucida buseras, Swartzia cubensis, Tabebuia guayacan, Tabebuia rosea, Calophyllum brasiliense, Vitex gaumeri, Ceiba pentandra, Ellipticum sp., Pouteria zapota, Brosimum costaricanum, Castilla elastica, Lonchocarpus castilloi, Acacia mayana, Lonchocarpus guatemalensis, Lonchocarpus cruentus, Luisiloma auritum, Platymiscium yucatanum, Cojoba arborea, Blepharidium guatemalense, Acosmium panamense, Quararibea funebris, Sabal mauritiformis, Cryosophila argentea, Opsiandra maya, Orbihgnya cohune, Dracaena americana. Son comunes las asociaciones de Manilkara zapota Brosimum alicastrum, Manilkara zapota-Bucida buceras y agrupaciones de Orbignya cohune, Sabal yapa y Cryosophylla argentea. Se ha observado este tipo de vegetación en Central Chiclera Villahermosa, ejidos Dos Aguadas, ejido Dos Naciones, El Cibalito, ejido Carlos A. Madrazo entre otros, y en general en los límites con Guatemala, las perturbaciones a las que ha sido sometida son principalmente explotación chiclera, forestal, ganadera y tráfico ilegal de fauna.

IV.4.3.3. Selva mediana subperennifolia.

La selva mediana subperennifolia es la vegetación dominante de la región. Este tipo de vegetación se localiza sobre lomeríos y planicies con relieve ondulado y sobre pendientes de menos de 12 %. Flores (1974) afirma que esta vegetación se desarrolla en suelos rocosos, con pendientes y en hondonadas. Destacan como especies dominantes las siguientes: Swietenia macrophylla, Brosimum alicastrum, Lysiloma latisiliqua, Bursera simaruba, Cedrela mexicana, Vitex gaumeri, Acosmium panamensis, Talisia olivaeformis, Talisia floresi, Thouinia paucidentata, Metopium brownei, Dendropanax arborea, Bucida buseras, Lonchocarpus castilloi, Protium copal, Sabal yapa, Simaruba glauca, Krugiodendron ferreum y Chlorophora tinctoria. Del 25 al 50 % de sus elementos pierden las hojas durante la sequía. Se desarrollan en suelos poco profundos (blancos, café o grisáceos) con afloramientos rocosos. Presenta, al igual que la selva alta, alternancia con otros tipos de vegetación; los árboles dominantes no sobrepasan los 25 metros de altura. Comparte elementos florísticos de la selva alta; sin embargo, en esta, las especies dominantes son Vitex gaumeri, Lonchocarpus xul, Lonchocarpus yucatanensis, Lysiloma latisiliqua, Bursera simaruba, Piscidia piscipula, Talisia olivaeformis y Protium copal. Es el tipo de vegetación más alterado por ser el de más amplia distribución. Las actividades humanas, principalmente con fines agrícolas, ganadería, colonización, caza y explotación forestal, representan presiones sobre este ecosistema y el hábitat de muchas especies de fauna que se encuentran en peligro de extinción, como jaguar, tapir, mono araña, mono aullador, faisán, pavo de monte y otras aves.

IV.4.3.4. Selva baja subperennifolia inundable.

La selva baja subperennifolia se esparce de manera fragmentada en sitios de drenaje deficiente en la región; es frecuente observarla entremezclada con la selva mediana. Las geoformas donde se desarrolla son planicies con pendientes menores al 1 %. Los suelos que la sustentan se denominan ak'alche' y se caracterizan por ser profundos, arcillosos y con drenaje deficiente. Los árboles que aparecen en esta vegetación no sobrepasan los 10 m debido al drenaje impedido del suelo. Flores (1974) indica que esta vegetación se presenta en los bajos a orillas de “cañadas” o “aguadas”, tales como los “Pozos”, “El Desempeño” y “La Esperanza”. Las especies que destacan son: Haematoxylon campechianum, Metopium brownei, Bucida buseras, Cameraria latifolia, Coccoloba cozumelensis, Mimosa bahamensis y Croton glabellus. Se encontró que entre selvas altas y medianas, en aguadas y zonas azolvadas, se presentan asociaciones de plantas hidrófilas, cuyas especies dominantes son: Typha domingensis, Paspalum fasciculatum, Paspalum virgatum, Cameraria latifolia, Crescentia cujete, Mimosa pigra, Senna alata, Acacia cornigera y Mimosa pudica. También se presentan palmas como Acoelorraphe wrightii y asociaciones de Haematoxylon campechianum-Bucida buceras-Metopium brownei. El estrato arbóreo no sobrepasa los 15 m de altura; dominan Bucida buseras, B. spinoza, Haematoxylon campechianum, Manilkara zapota, Metopium brownei, Diospyros anisandra, Cameraria latifolia y Byrsonima bucidaefolia. En el estrato arbustivo, los componentes son escasos; entre los dominantes se encuentran: Bravaisia berlandieri, Randia aculeata, Ouratea luscens, Rhacoma gaumeri, Dripetes lateriflora y Myrciaria floribunda. Estrato herbáceo: Petiveria alliacea, Rhoeo discolor, Lasiacis divaricata, Scleria sp., Cladium jamaicense, así como diversas epífitas, siendo las orquídeas las más abundantes. Desde el punto de vista biológico, representa una zona muy importante debido a la presencia de diversos géneros endémicos, así como a una gran diversidad florística y faunística. A pesar de permanecer inundada parte del año, últimamente se ha explotado con fines forestales y agropecuarios.

IV.4.3.5. Selva baja subperennifolia.

Estas selvas se distribuyen principalmente en la porción noreste de la región de Calakmul. El estrato dominante es de 15 metros o menos. Es una selva cuya composición es parecida a la selva mediana subperennifolia, pero aparentemente, por el efecto del viento y el escaso desarrollo del suelo, los árboles no alcanzan a desarrollarse plenamente. Los principales elementos son: Brosimum alicastrum, Manilkara zapota, Lysiloma latisiliqua, Bursera simaruba, Cedrela odorata, Vitex gaumeri, Talisia olivaeformis, Thouinia paucidentata, Metopium brownei, Dendropanax arborea, Bucida buseras, Lonchocarpus xuul, Protium copal, Sabal yapa, Simaruba glauca, Krugiodendron ferreum, Lonchocarpus yucatanensis y Piscidia piscipula. La selva baja caducifolia se encuentra sobre geoformas de lomeríos y planicies intermedias. Los suelos que la sustentan son someros o profundos y muy drenados. El tipo de régimen de humedad donde se presenta varía de semiseco a seco en sitios con precipitaciones escasas. Los principales elementos dominantes son: Guaiacum sanctum, Esenbeckia yax-hob, Lysiloma latisiliqua, Pseudobombax ellipticum y Ceiba schottii.

IV.4.3.6. Vegetación secundaria.

La vegetación secundaria que se presenta en el área se deriva de los tipos de vegetación antes mencionados y se ha originado debido al uso de la selva, especialmente de las selvas altas y medianas. Estas selvas se han originado principalmente por el uso y abandono por parte de los pobladores de la región, quienes realizaron diversos aprovechamientos en estos ecosistemas, los cuales fueron abandonados a causa de la baja productividad que representaban. Esta vegetación actualmente se puede encontrar en diversos sitios de la región en la que se encuentra el proyecto, debido a la presencia humana y al tipo tradicional de cultivo que implementaron, como son la Co'ol ximba o milpa que camina, la cual se describe como una parte de la superficie forestal que es desmontada y donde se establece un cultivo agrícola; después de cinco años se abandona y se deja descansar para que el suelo recupere los nutrientes, y la actividad agrícola es trasladada a otra zona donde no se ha trabajado.

IV.4.3.7. Vegetación del sitio del proyecto.

El sitio del proyecto se ubica dentro de la región de la Selva Maya, donde predomina la selva mediana subperennifolia, con áreas de vegetación secundaria derivadas de actividades agropecuarias y aprovechamientos previos. Como ya se ha mencionado, el área en donde se pretende realizar la explotación de yeso es un área impactada como consecuencia de la carretera que se encuentra colindante y de las actividades agrícolas cercanas al sitio, por lo que en el sitio se presenta vegetación de agricultura de temporal anual (INEGI, Serie VII). De acuerdo con los trabajos de campo realizados en el sitio del proyecto, se observaron las siguientes especies:

Nombre común	Nombre científico
Ramón	*Brosimum alicastrum*
Chicozapote	*Manilkara zapota*
Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*
Jabín	*Piscidia piscipula*
Chacá	*Bursera simaruba*

Chechén	*Metopium brownei*
Pucté	*Terminalia buceras*
Xu'ul	*Lonchocarpus xuul*
Ciricote	*Cordia dodecandra*
Katalox	*Swartzia cubensis*
Tsitsilché	*Gymnopodium floribundum*
Guayabillo	*Eugenia spp.*
Acacias	*Vachellia spp. y Senegalia spp.*
Xcanlol	*Casearia spp.*
Pastos nativos	*Familia Poaceae Herbáceo*
Ciperáceas	*Familia Cyperaceae*
Helechos	*División Polypodiophyta*
Zacate guinea	*Megathyrsus maximus*
Cascarillo	*Croton arboreus*
Guaya	*Melicoccus oliviformis*
Piñón	*Hampea trilobata*
Piñon	*Jatropha gaumeri*
Guayabillo	*Myrciaria floribunda*
Cornezuelo	*Acacia cornígera*
Laurelillo	*Nectandra salicifolia*
Campanilla	*Cascabela gaumeri*

Tabla 2. Vegetación encontrada en el área de aprovechamiento.

De acuerdo con la visita de campo, se observó que en el sitio de explotación no se encuentran especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En caso de localizarse ejemplares de especies vegetales sujetas a alguna categoría de riesgo, se evitará su remoción y se establecerán zonas de exclusión para garantizar su conservación. Si por razones técnicas no fuera posible evitar su afectación, el promovente trasplantará las especies al sitio de conservación establecido en el proyecto o gestionará previamente ante la SEMARNAT las autorizaciones que resulten aplicables antes de realizar cualquier intervención.

Fotografías tomadas en campo:



Imagen 8. Vista general de la vegetación del sitio del proyecto



Imagen 9. Cobertura vegetal predominante en el sitio de explotación



Imagen 10. Estructura de la vegetación presente en el sitio del proyecto.



Imagen 11. Composición de la vegetación del área de influencia del proyecto

IV.4.4. Fauna.

Con base en la información más reciente disponible en el INEGI, en el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Calakmul 2024 y complementada por la CONANP, la fauna del municipio de Calakmul es una de las más diversas de México debido a que forma parte de la Selva Maya.

Fauna representativa del municipio de Calakmul.

Grupo	Especies representativas	Nombre científico
Mamíferos	Jaguar	*Panthera onca*
	Puma	*Puma concolor*
	Ocelote	*Leopardus pardalis*
	Tigrillo	*Leopardus wiedii*
	Jaguarundi	*Herpailurus yagouaroundi*
	Tapir centroamericano	*Tapirus bairdii*
	Pecarí de labios blancos	*Tayassu pecari*
	Pecarí de collar	*Dicotyles tajacu*
	Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*
	Temazate rojo	*Mazama temama*
	Mono aullador negro	*Alouatta pigra*
	Mono araña	*Ateles geoffroyi*
Aves	Pavo ocelado	*Meleagris ocellata*
	Hocofaisán	*Crax rubra*
	Tucán pico canoa	*Ramphastos sulfuratus*
	Loro yucateco	*Amazona xantholora*
	Colibrí yucateco	*Amazilia yucatanensis*
	Carpintero yucateco	*Melanerpes pygmaeus*
Reptiles	Cocodrilo de Morelet	*Crocodylus moreletii*
	Boa	*Boa imperator*
	Tortuga mojina	*Rhinoclemmys areolata*
	Iguana negra	*Ctenosaura similis*

Anfibios	Rana de ojos rojos	*Agalychnis callidryas*
	Sapo gigante	*Rhinella horribilis*

Tabla 3. Especies de fauna representativa del municipio de Calakmul.

La región de Calakmul alberga aproximadamente:

- Casi 100 especies de mamíferos.
- Más de 400 especies de aves.
- 109 especies de anfibios y reptiles (23 anfibios y 86 reptiles).
- Es considerada el principal refugio del jaguar y del tapir centroamericano en México.

IV.4.4.1. Fauna en el sitio del proyecto.

En el área de estudio solo se observaron las siguientes especies de aves: Zenaida asiatica (paloma ala blanca), Icterus auratus (yuyita), Quiscalus mexicanus (cao), Columbina talpacoti (tortolita), Cyanocorax yucatanicus (cheel), Ortalis vetula (chachalaca), Coragyps atratus (zopilote), Myiozetetes similis (xtaxay), Buteo magnirostris (gavilán), Mimus gilvus (chikita) y Eumomota superciliosa (toj), entre otras. De igual manera, se encuentran otras especies de fauna, como Sceloporus variabilis (lagartija), Orthogeomys hispidus (tuza), Sylvilagus floridanus (conejo) y Aspidoscelis angusticeps (memech). Estas especies de aves se alimentan de los frutos de las diversas especies arbóreas Muntingia calabura (capulín), Neea psychotrioides y Psidium sartorianum (wayabillo), entre otras, que se encuentran en el área de estudio, pero estas aves son transitorias.

En el sitio del proyecto no se encontraron especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en caso de detectarse ejemplares de fauna silvestre enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 durante las actividades del proyecto, se suspenderán temporalmente las actividades en el área donde se localicen los organismos. Se procederá a su identificación y evaluación por personal capacitado y se implementarán las medidas de manejo correspondientes, privilegiando su protección y, cuando sea técnica y legalmente procedente, su rescate y reubicación hacia sitios con características ecológicas similares. Asimismo, se dará aviso a la autoridad ambiental competente cuando la normatividad aplicable así lo requiera y, en caso de ser necesario, se gestionarán las autorizaciones o permisos correspondientes para el manejo de los ejemplares, de conformidad con la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones aplicables. Las actividades sólo se reanudarán una vez que se garantice que no existe riesgo para los ejemplares o que se hayan cumplido las medidas determinadas por la autoridad competente.

IV.5. Aspectos Socioeconómicos

IV.5.1. Demografía.

Calakmul es un municipio creado en 1996 como segregación del municipio de Hopelchén. Su cabecera es Xpujil. Según el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021), Calakmul contaba con 31,714 personas, de las cuales 16,101 son hombres y 15,613 son mujeres que habitan 8,037 hogares. El 23 % de la población es hablante de una lengua originaria; 1,754 hogares están a cargo de una mujer, mientras que 6,283 están a cargo de hombres. El 78 % de las personas vive en casa

propia; del total de viviendas, solamente el 78 % cuenta con servicio de agua potable y el 84 % cuenta con servicio de drenaje. Sin embargo, la información recabada en recorridos de campo y en talleres de autodiagnóstico señala que no existe una red de drenaje en la mayoría de las localidades; en su lugar, los hogares cuentan con fosas sépticas dentro del mismo predio, en los que utilizan pozos que dejaron de funcionar para este fin. El 97 % de las viviendas están conectadas a la red eléctrica, con fallos constantes en el servicio.

En lo referente a la migración, el 77 % de los migrantes originarios de Calakmul tiene como destino los Estados Unidos de América. De ellos, el 21 % se desplaza por causas de índole laboral, mientras que el 57 % por causas familiares; es decir, se desplazan las familias completas, siguiendo a quien sale a trabajar. Otra causa importante de migración es la escolar, ya que el 5 % emigra por esa causa. Considerando a la población por sus creencias religiosas, tenemos que el 35 % de la población se declara católica, el 30 % declara pertenecer a una religión no católica y el 21 % considera no tener ninguna religión (INEGI, 2021). En Calakmul, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (24,400 personas), Consultorio de farmacia (2,100 personas) e IMSS (Seguro social) (1,520 personas) (INEGI, 2021).

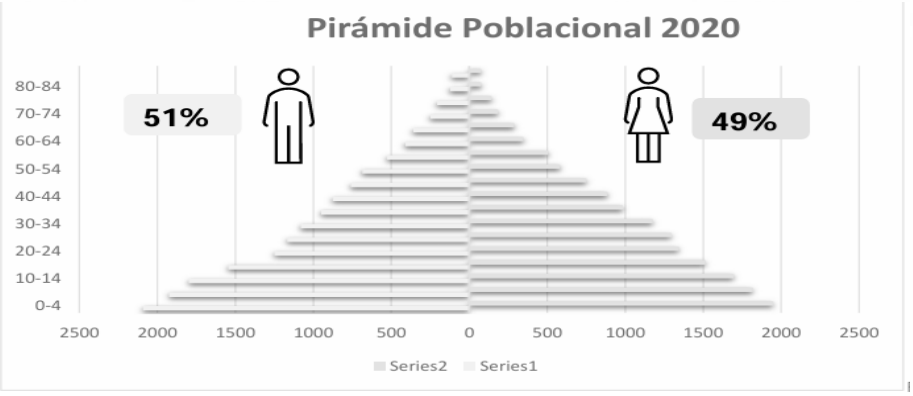


Imagen 12. Pirámide Poblacional, Calakmul, Campeche 2020 (INEGI 2021)

IV.5.2. Educación

Calakmul registra uno de los mayores niveles de analfabetismo del estado de Campeche (13.2 % de la población de 15 años y más). Persisten rezagos en escolaridad, principalmente en las comunidades rurales.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, en Calakmul la mayor parte de la población de 15 años y más cuenta con estudios de secundaria (46.2 %), seguida por primaria (25.6 %) y bachillerato (20.8 %). Estos datos reflejan el nivel educativo en el municipio.

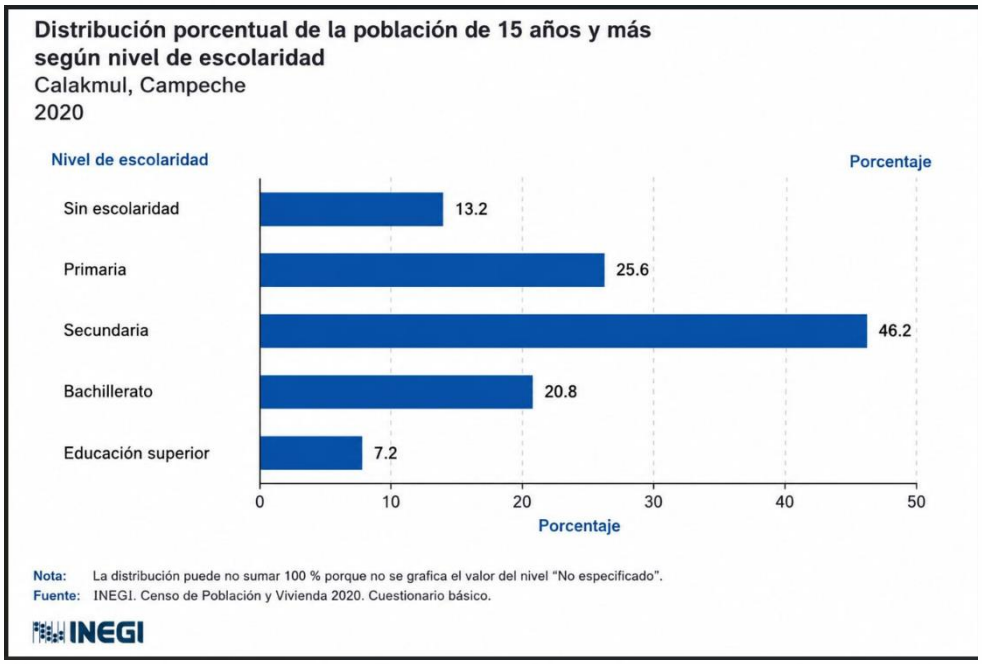


Imagen 13. Gráfica de distribución porcentual de la población de Calakmul.

IV.5.3. Actividad económica

La economía del municipio de Calakmul se caracteriza por un marcado predominio del sector primario, debido a su amplia superficie rural, la baja densidad de población y la disponibilidad de recursos naturales. La mayor parte de las localidades se dedica a actividades agropecuarias y forestales, mientras que las actividades industriales son escasas y el sector de servicios se concentra principalmente en la cabecera municipal y en las localidades de mayor tamaño.

Sector primario

El sector primario constituye la principal fuente de empleo e ingresos para una proporción importante de la población económicamente activa.

Las actividades más relevantes son:

Agricultura: Se cultivan principalmente maíz, frijol, arroz, chile jalapeño, calabaza, sandía y diversos cultivos de autoconsumo. En años recientes se ha fortalecido el cultivo de arroz mediante proyectos agrícolas tecnificados en algunas zonas del municipio.

Ganadería: Predomina la ganadería bovina de doble propósito (producción de carne y leche), complementada con la cría de ovinos, porcinos y aves de traspatio para consumo familiar y comercialización local.

Apicultura: Calakmul es reconocido como uno de los municipios con mayor tradición apícola de Campeche. La producción de miel representa una actividad económica importante debido a la riqueza de la vegetación tropical, generando ingresos tanto para el mercado nacional como para la exportación.

Aprovechamiento forestal: En diversas comunidades se realizan actividades de manejo forestal autorizado para el aprovechamiento de especies maderables y no maderables, además de la recolección de productos forestales como resinas, semillas, frutos y plantas medicinales.

Sector secundario

El sector secundario tiene una participación limitada dentro de la economía municipal. Las principales actividades comprenden:

- Industria alimentaria a pequeña escala.
- Elaboración de productos derivados de la miel.
- Talleres de carpintería.
- Bloqueras y materiales para construcción.
- Construcción de infraestructura pública y privada.
- Procesamiento artesanal de productos agrícolas.

La actividad industrial de gran escala prácticamente no existe debido a las restricciones ambientales derivadas de la presencia de la Reserva de la Biosfera Calakmul y a la baja concentración urbana.

Una actividad de creciente importancia es el turismo de naturaleza y cultural, impulsado por la cercanía de la Reserva de la Biosfera Calakmul y de la Zona Arqueológica de Calakmul, declarada Patrimonio Mundial por la UNESCO.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, la población económicamente activa del municipio representa aproximadamente la mitad de la población en edad de trabajar. La ocupación se concentra principalmente en actividades agropecuarias, seguidas por el comercio y los servicios.

IV.5.4. Vivienda

Se registraron aproximadamente 8,040 viviendas particulares habitadas. Aún existen carencias importantes en servicios básicos:

- 21.9 % de las viviendas carecen de agua entubada dentro de la vivienda.
- 15.6 % no disponen de drenaje.
- 19.7 % no cuentan con sanitario.
- 9.8 % tienen piso de tierra.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, en el municipio de Calakmul existen aproximadamente 8,040 viviendas particulares habitadas, distribuidas en la cabecera municipal de Xpujil y en un gran número de localidades rurales dispersas. Esta distribución refleja el carácter predominantemente rural del municipio y la baja densidad de población que lo caracteriza.

El crecimiento de la vivienda en Calakmul ha estado estrechamente ligado al desarrollo de los ejidos y comunidades rurales establecidas como resultado de los programas de colonización agrícola y de aprovechamiento del territorio implementados en décadas anteriores. En consecuencia, predominan viviendas unifamiliares asentadas en predios amplios, donde además de la casa habitación existen espacios destinados a huertos familiares, corrales, almacenamiento de productos agrícolas y otras actividades de autoconsumo.

En cuanto a las características constructivas, predominan las viviendas edificadas con materiales duraderos, principalmente muros de block, tabique o mampostería y techos de losa de concreto o

lámina galvanizada. No obstante, en diversas localidades rurales aún se conservan viviendas construidas con materiales tradicionales de la región, como madera, bajareque y techos de palma, especialmente en comunidades de menor tamaño y con mayor grado de marginación. Estas viviendas representan una adaptación a las condiciones climáticas de la región tropical y forman parte de la arquitectura vernácula del municipio.

Respecto a la disponibilidad de servicios básicos, durante las últimas décadas se ha registrado una mejora gradual en la cobertura de energía eléctrica, agua entubada y alumbrado público. Sin embargo, debido a la dispersión de las localidades y a las características geológicas del municipio, el servicio de drenaje sanitario continúa siendo limitado en muchas comunidades, por lo que es común el uso de fosas sépticas, letrinas o sistemas individuales para la disposición de aguas residuales. Asimismo, el abastecimiento de agua potable proviene de pozos profundos, sistemas comunitarios o captación local, mientras que la recolección de residuos sólidos presenta una cobertura variable según la ubicación de las localidades.

En materia de equipamiento doméstico, una proporción importante de las viviendas cuenta con energía eléctrica, refrigerador, televisión y telefonía celular; sin embargo, el acceso a internet fijo y a equipos de cómputo sigue siendo inferior al promedio estatal, situación asociada a la dispersión poblacional y a las limitaciones de infraestructura de telecomunicaciones. Estas condiciones influyen en el acceso a servicios educativos, administrativos y de salud mediante plataformas digitales.

IV.5.5. Salud

El municipio de Calakmul presenta un sistema de atención médica característico de los municipios rurales del estado de Campeche, donde los servicios de salud se distribuyen entre unidades de primer nivel ubicadas en la cabecera municipal y centros de salud establecidos en diversas comunidades rurales. Debido a la gran extensión territorial del municipio y a la dispersión de sus localidades, el acceso oportuno a servicios médicos especializados representa uno de los principales retos para la población.

La atención médica es proporcionada principalmente por instituciones públicas, entre las que destacan la Secretaría de Salud del Estado de Campeche (SSA) y el IMSS-Bienestar, las cuales ofrecen servicios de consulta externa, medicina preventiva, control prenatal, vacunación, atención a enfermedades crónicas, promoción de la salud y programas de vigilancia epidemiológica. Los casos que requieren atención especializada son referidos a hospitales ubicados en Escárcega, Chetumal o la ciudad de San Francisco de Campeche.

La infraestructura de salud está integrada por un hospital comunitario en la cabecera municipal de Xpujil, así como diversos centros y casas de salud distribuidos en las localidades rurales. Estas unidades brindan atención de primer contacto y desarrollan acciones permanentes de prevención de enfermedades, control de vectores, vigilancia nutricional y atención materno-infantil.

Entre los principales problemas de salud pública del municipio se encuentran las enfermedades respiratorias agudas, las infecciones gastrointestinales y las enfermedades transmitidas por vectores, como dengue, chikungunya y zika, favorecidas por las condiciones climáticas tropicales y la presencia estacional de lluvias. Asimismo, al igual que en el resto del país, se observa un incremento gradual en la incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles, como diabetes mellitus, hipertensión arterial, obesidad y enfermedades cardiovasculares, asociadas con cambios en los hábitos alimenticios y el envejecimiento de la población.

Las acciones de salud pública incluyen campañas permanentes de vacunación, control prenatal, detección oportuna de enfermedades crónicas, saneamiento básico, promoción de hábitos saludables y programas de prevención de enfermedades transmitidas por vectores. Estas actividades son coordinadas por las instituciones del sector salud en conjunto con las autoridades municipales y las comunidades.

En materia de infraestructura sanitaria, aún existen localidades que presentan limitaciones en el acceso a servicios de agua potable, drenaje y manejo adecuado de aguas residuales, factores que pueden incrementar el riesgo de enfermedades gastrointestinales y otras afecciones relacionadas con el saneamiento ambiental. Por ello, la mejora de los servicios básicos constituye un elemento importante para fortalecer las condiciones de salud de la población.

IV.5.6. Empleo y educación

En el segundo trimestre de 2024, la tasa de participación laboral en Campeche fue de 61.7 %, lo que implicó una disminución de 0.42 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (62.1 %).

La tasa de desocupación fue de 2 % (8.96 mil personas), lo que implicó un aumento de 0.44 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (1.56 %).

La población ocupada en Campeche en el segundo trimestre de 2024 fue de 440 mil personas, siendo inferior en 1.64 % a la del trimestre anterior (447 mil ocupados).

El salario promedio mensual en el segundo trimestre de 2024 fue de $8.23 mil MX, siendo superior en $413 MX respecto al trimestre anterior ($7.81 mil MX).

La gráfica muestra la distribución porcentual de la población de 15 años y más en Calakmul según el grado académico aprobado.

En 2020, los principales grados académicos de la población de Calakmul fueron Secundaria (8.44 mil personas o 46.2 % del total), Primaria (4.68 mil personas o 25.6 % del total) y Preparatoria o Bachillerato General (3.79 mil personas o 20.8 % del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior.

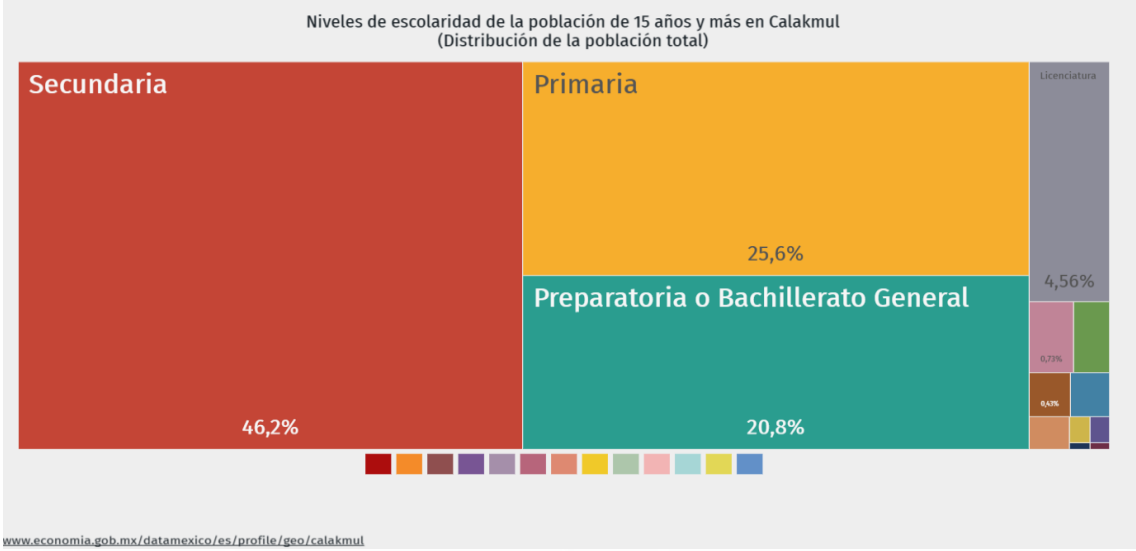


Imagen 14. Distribución de los niveles de escolaridad del municipio de Calakmul.

IV.5.7. Paisaje.

El municipio de Calakmul muestra una gran homogeneidad respecto a sus zonas ecológicas. Esto se debe principalmente a que no presenta una gran variedad climática, propiciando con ello que, para efectos de construcción de paisajes, no sea un factor de gran diferenciación territorial. La funcionalidad de los paisajes debe ser garantizada en beneficio de la sociedad del municipio de Calakmul. El uso inadecuado y la contaminación de los recursos naturales en ellos representan amenazas para un desarrollo sustentable.

Las crecientes demandas de áreas de aprovechamiento han contribuido al cambio de orientación de las funciones del paisaje. Por lo cual, es importante conocer el estado actual de estas, tomando en consideración el análisis de interferencia de todas ellas. De manera puntual, el paisaje del sitio del proyecto se encuentra previamente impactado, ya que anteriormente se realizaron actividades de extracción de yeso con previa autorización en materia de impacto ambiental. Sin embargo, en las áreas adyacentes se puede observar vegetación característica de la zona.

IV.6. Diagnóstico ambiental.

El sitio presenta condiciones ambientales propias de la región de la Selva Maya, donde predominan ecosistemas de selva mediana subperennifolia con diferentes grados de perturbación ocasionados por las actividades agropecuarias y extractivas.

Conociendo las particularidades ambientales del área y de sus zonas contiguas, es necesario realizar un análisis de las condiciones ambientales de los elementos que inciden en el área del aprovechamiento del yeso. Para este análisis fue necesario definir el contexto ambiental y las condiciones que guardan los elementos naturales, así como se encuentran el suelo, el clima, la flora, el agua, la atmósfera y la fauna silvestre; elementos que han sido modificados tanto por la acción del hombre como por fenómenos naturales que inciden en la zona, como los incendios forestales que ocurren cada año en todo el territorio del municipio de Calakmul y el resto del estado de Campeche.

En el área donde se intenta desarrollar la extracción del yeso y en las áreas adyacentes se han conjugado factores físicos y biológicos que aún persisten en la zona para formar asociaciones de vegetación constituidas por selva baja y mediana subperennifolia y caducifolia, que han permitido el establecimiento de la fauna silvestre. Por estas características ambientales y por presentar una biodiversidad de especies animales y vegetales, algunas en peligro de extinción, amenazadas, raras y otras sujetas a protección especial, el área mantiene relevancia ecológica.

El crecimiento poblacional que ha tenido la región de Calakmul, con el establecimiento de centros de población provenientes de otros estados de la República, formados por diferentes culturas, religiones, creencias, costumbres e ideas políticas, ha generado requerimientos de dotación de servicios municipales, como vías de comunicación, caminos, escuelas, centros de salud y agua potable. Estos elementos han incidido en la deforestación de la selva, desplazando a la fauna silvestre hacia otros sitios en busca de refugio y alimentación.

A pesar de que el municipio de Calakmul cuenta con una Reserva de la Biosfera, en donde se encuentra una gran biodiversidad y que funciona al mismo tiempo como refugio para la fauna silvestre que emigra cuando la selva es talada por diversas actividades, en la actualidad los recursos bióticos de la zona donde se encuentra el proyecto y de las áreas circundantes afrontan un deterioro por la

explotación de los recursos maderables y no maderables, la agricultura itinerante y la colonización de las tierras. Las políticas de conservación de los recursos naturales que se llevan a cabo en la zona por diversas ONG han permitido que estos factores negativos vayan disminuyendo, induciendo a un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Los incendios forestales, producto de actividades agropecuarias inadecuadas, como es el caso de la roza-tumba-quema, han causado el deterioro de los suelos y de la vocación forestal de la selva. Esta actividad ha provocado la apertura de nuevas áreas para el cultivo de maíz, frijol y chile, o para el establecimiento de potreros, donde la vocación ganadera es incipiente debido a la escasez de agua y/o a las características del suelo de la zona. El establecimiento de nuevos asentamientos humanos, que carecen de los servicios mínimos necesarios para su permanencia, aunado a la carencia de agua durante casi todo el año, induce movimientos migratorios, ya que la mayoría de los pobladores que viven cerca de los límites del vecino estado de Quintana Roo emigran hacia las ciudades de Chetumal, Cancún y Campeche en busca de trabajo, dejando sus tierras abandonadas.

La explotación de la selva a través de productos forestales maderables y no maderables, como el chicle, la pimienta y el xiat, fue una actividad rentable para la región de Calakmul. En la actualidad, sin embargo, con el apoyo de diversas asociaciones y de los gobiernos federal, estatal y municipal, se están promoviendo actividades para disminuir la presión sobre los recursos naturales a través de proyectos de conversión productiva, que han dado resultados en la protección y conservación de los recursos naturales. La extracción de productos forestales, tanto preciosos como blandos y duros, es una actividad que se viene realizando desde hace décadas en la región; hoy en día se realiza de una manera más ordenada y sustentable.

El factor agua en la zona es un elemento limitante para actividades productivas o industriales, a pesar del esfuerzo que realiza el gobierno estatal para abastecer el líquido. Sin embargo, este es abastecido por medio de aljibes en la época de lluvias o conducido desde otros ejidos o municipios; en este caso, desde Escárcega, a través de la red de agua potable, para abastecer a la región de Calakmul. El recurso agua es un factor limitante para el establecimiento de actividades productivas, hoteles y turismo, mismos que generan empleos y dinamizan la economía del municipio de Calakmul. Con respecto a la calidad del aire, prevalece un ambiente sano debido a la presencia de vegetación que oxigena y está libre de contaminantes, por lo que la región de Calakmul representa un potencial para actividades turísticas de bajo impacto y ecoturísticas que permitan la permanencia y conservación de los recursos naturales.

Con el propósito de seguir los lineamientos de la presente Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el proyecto se sujetará a la visión de asegurar la preservación y restauración del equilibrio ecológico, por lo que la obra y actividad para realizar la extracción del yeso no rebasarán los límites permisibles sobre la emisión de ruido, humo, descargas de aguas y contaminantes que causen o puedan causar desequilibrio ecológico, así como producir un daño al ambiente. Como se ha mencionado, el sitio y las áreas adyacentes presentan alteración en la vegetación, el suelo y la fauna silvestre debido a las diversas actividades que se han venido realizando desde el establecimiento de la ganadería, la agricultura, la explotación y el uso de los recursos naturales, lo que implica la deforestación de la vegetación natural para su transformación en otros usos, factores que han afectado a la fauna silvestre, que emigra hacia otros lugares. La explotación del yeso no rebasará los límites que establecen las Normas Oficiales Mexicanas ni las disposiciones jurídicas en materia de protección y conservación de los recursos naturales, apegándose a lo que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

CAPÍTULO V.
IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1 Metodología para identificar los impactos ambientales.

La evaluación de los impactos ambientales del proyecto se realizó mediante la Matriz de Leopold, desarrollada por Leopold et al. (1971), la cual constituye un método sistemático para identificar, relacionar y valorar las interacciones entre las acciones del proyecto y los factores ambientales susceptibles de ser modificados.

Esta metodología consiste en elaborar una matriz de doble entrada, donde en las filas se colocan las acciones o actividades del proyecto (preparación del sitio, operación, mantenimiento y, en su caso, abandono), mientras que en las columnas se incluyen los componentes y factores del medio ambiente (aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje y aspectos socioeconómicos).

Cada intersección representa una posible interacción entre una actividad y un factor ambiental. Cuando se identifica un impacto potencial, éste se evalúa considerando dos criterios principales:

- Magnitud del impacto: representa el grado o intensidad de la alteración ocasionada sobre el factor ambiental.

- Importancia del impacto: expresa la relevancia del efecto considerando aspectos como su extensión, duración, reversibilidad, frecuencia, recuperabilidad y sensibilidad del medio receptor.

Con base en estos criterios, se identifican los impactos positivos y negativos generados por el proyecto, permitiendo determinar cuáles requieren la implementación de medidas de prevención, mitigación, restauración o compensación.

La aplicación de la Matriz de Leopold facilita una evaluación integral de los efectos ambientales del proyecto, ya que permite identificar de manera ordenada las relaciones causa-efecto entre las actividades propuestas y los elementos del ambiente, constituyendo una herramienta de apoyo para la toma de decisiones y para el diseño de las medidas de manejo ambiental que aseguren la viabilidad del proyecto.

V.1.1 Indicadores de impacto ambiental.

Los indicadores son series de variables, seleccionadas de una gran base de datos, que poseen significado sintético y permiten cubrir propósitos específicos. Consecuentemente, no existe un conjunto universal de indicadores ambientales, sino que se trata de conjuntos que responden a marcos de referencia y a propósitos específicos. De manera que se considera que los indicadores corresponden a índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones actuales y potenciales que pueden ocurrir como resultado de la ejecución de un proyecto.

Analizando la información derivada de los capítulos anteriores, se elabora un árbol de acciones (lista de verificación) y un árbol de factores (indicadores ambientales) que permiten la identificación de las actividades (acciones) que pudieran alterar el área donde se realizará el proyecto y que tienen potencial de causar impactos ambientales sobre los componentes ambientales, así como la identificación de los factores ambientales (indicadores o variables) más susceptibles de ser afectados por dichas actividades (acciones).

Lo anterior nos permite medir el desempeño del medio, en especial respecto a su estado y cambios. A continuación, se presentan ambos casos para el proyecto: "**Banco de Yeso Azul**".

Árbol de acciones o lista de verificación por etapa del proyecto y las respectivas actividades del proyecto.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	Delimitación y marcaje del área proyectada
	Actividades de rescate de flora y fauna
	Desmonte y despalme
Operación	Extracción de material
	Acarreo y transporte
	Manejo de residuos sólidos
Abandono del sitio	Limpieza del sitio
	Conformación y estabilización de taludes
	Reforestación

Tabla 1. Lista de verificación por etapa del proyecto

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADORES AMBIENTALES DE IMPACTO
Abiótico	**Aire**	Emisiones a la atmósfera (CO, NOx, SOx)
		Partículas de polvo suspendidas
		Nivel de ruido (confort sonoro)
	Suelo	Modificación topográfica
		Uso actual del suelo
		Susceptibilidad a la contaminación de suelo
		Susceptibilidad a la erosión
	Agua	Drenaje superficial
		Consumo del recurso
		Capacidad de infiltración y/o áreas de recarga
		Susceptibilidad a la contaminación del agua
Biótico	**Flora**	Vegetación natural
		Fragmentación

	Fauna	Movilidad de especies
		Fragmentación de hábitat
Perceptual	**Paisaje**	Calidad visual
Socioeconómico		Empleo
		Seguridad
		Uso de bienes y servicios
		Actividades económicas
		Uso de infraestructura local

Tabla 2. Árbol de factores o indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del proyecto.

V.1.2. Identificación De Impactos Ambientales (MATRIZ DE LEOPOLD).

Con la aplicación y modificación de una matriz causa-efecto (Matriz de Leopold), únicamente se identificaron los impactos. Para ello, se partió del árbol de acciones del proyecto y del árbol de factores ambientales afectados. La matriz quedó conformada en sus columnas por las acciones y en sus filas por los factores ambientales y, seguidamente, se procedió a establecer las interacciones causa-efecto que determinaran la presencia de los impactos ambientales para el proyecto.

Los componentes ambientales que también estructuran la matriz y que han sido seleccionados para este proyecto son los siguientes:

- AIRE
- AGUA
- SUELO
- FLORA
- FAUNA
- PAISAJE
- SOCIOECONÓMICO

En cada interacción ambiental identificada (acción-factor ambiental), se asignó un signo más (+) o menos (-), según correspondiera al impacto positivo (beneficioso) o negativo (adverso). Posteriormente, para realizar la evaluación de cada uno de los impactos significativos previamente identificados, se procedió a valorar la importancia de los impactos generados por las actividades del proyecto en las variables ambientales de los componentes del sistema. Por lo tanto, en la tabla siguiente se muestra la Matriz de Leopold realizada para el proyecto;

V.1.3. Matriz de impactos.

	Matriz de Impactos Ambientales.			
	Preparación del sitio	**Operación**	**Abandono del sitio**	**Impactos**

FACTOR AMBIENTAL	INDICADORES AMBIENTALES	Delimitación y Marcaje del sitio	Actividades de rescate de flora y fauna	Desmonte y despalme	Extracción del Banco	Acarreo y transporte	Manejo de residuos sólidos	Limpieza del sitio	Conformación y estabilización de taludes	Actividad de reforestación	Negativos	Positivos
AIRE	Emisiones a la atmósfera (CO, NOx, SOx)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	8	1
	Partículas suspendidas	-	-	-	-	-	-	-	-	+	8	1
	Nivel sonoro	-	-	-	-	-	-	+	-	+	7	2
SUELO	Modificación topográfica	-		-	-		+	-	-	+	5	2
	Uso actual del suelo	-	-	-	-			+	+	+	4	3
	Susceptibilidad a la contaminación de suelo			-	-	-	+	+		+	3	3
	Susceptibilidad a la erosión			-	-	-	+	+	-	+	4	3
AGUA	Drenaje superficial	-		-	-	-	-	+	+	+	5	3
	Consumo del recurso			-	-	-	+	+			3	2
	Capacidad de infiltración y/o áreas de recarga			-	-	-		+	+	+	3	3
	Susceptibilidad a la contaminación del agua			-	-	-	-	+	+	+	4	3
FLORA	Vegetación natural	-	+	-	-	-	-	+	-	+	6	3
	Fragmentación	-	+	-	-	-	-	+	+	+	5	4
FAUNA	Movilidad de especies	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5	4
	Fragmentación de hábitat	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5	4
PAISAJE	Calidad visual	-		-	-	-	+	+	+	+	4	4
	Empleo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	9

SOCIOECONÓMICO	Seguridad	+	+	-	-	-	+	+	+	+	3	6
	Uso de bienes y servicios	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	9
	Actividades económicas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	9
	Uso de infraestructura local	+	+	-	-	-	+	+	+	+	3	6
Impactos	Negativos	11	4	18	18	16	7	5	6	0	85	
	Positivos	5	9	3	3	3	12	16	13	20		84

Tabla 3. Matriz de impactos

La matriz resultante es una herramienta para el análisis de aquellos componentes ambientales y las acciones de la obra que podrían generar impactos ambientales positivos y negativos. El empleo de esta facilita el manejo de un gran número de acciones de la obra con respecto a los diversos componentes ambientales que integran el área del proyecto. En la matriz se identificó un total de 169 impactos ambientales para el proyecto, de los cuales 85 son de carácter negativo y 84 positivos.

En la siguiente tabla se muestran los factores y su representación del número de impactos positivos y negativos, en donde se puede observar que los factores aire, agua y suelo son los componentes que presentan mayor número de impactos negativos; por el contrario, el componente más impactado positivamente es el socioeconómico.

Factor Ambiental	Negativo	Positivo	Total
Aire	23	4	27
Suelo	16	11	27
Agua	15	11	26
Flora	11	7	18
Fauna	10	8	18
Paisaje	4	4	8
Socioeconómico	6	39	45

Tabla 4. Impactos por factor ambiental

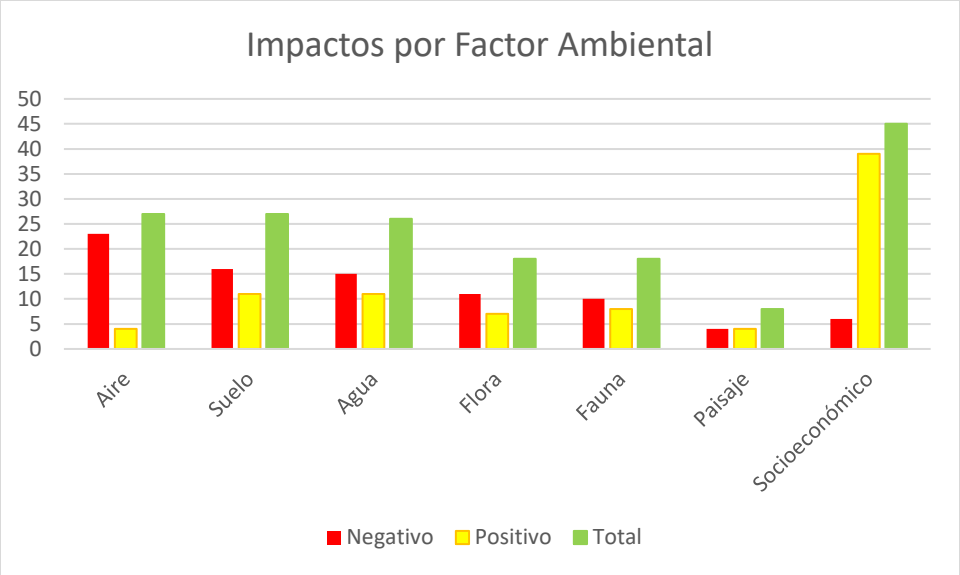


Figura 1. Representación gráfica por factor ambiental

En las etapas de preparación del sitio y operación se presentan los impactos, con un total de 50 y 59 impactos, respectivamente. Para el primer caso, 33 son impactos negativos y 17 impactos positivos; para el caso de la operación, son 41 impactos negativos y 18 positivos. En la etapa de abandono del sitio se identificaron 60 impactos, de los cuales 11 fueron negativos y 49 positivos.

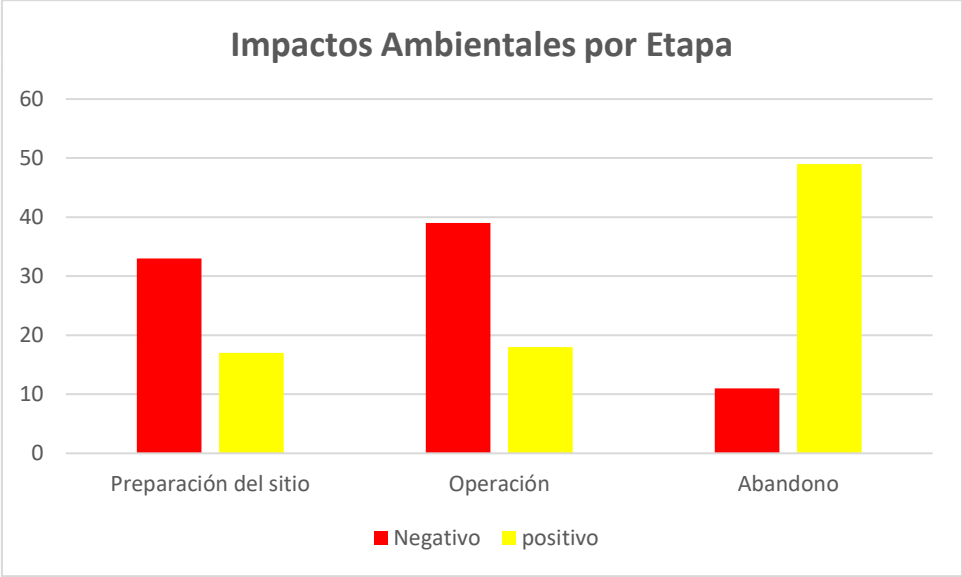


Figura 2. Representación gráfica de los impactos por etapa del proyecto.

V.1.4. Descripción De Impactos Ambientales.

Los impactos ambientales que podría generar el presente proyecto se describen a continuación en relación con los componentes ambientales afectados y las actividades que los originan. Las principales

actividades o acciones que integran el proyecto son el desmonte y despalme, la explotación de un banco de yeso, y el acarreo y transporte del material.

Factor Ambiental: AIRE

Las actividades asociadas al proyecto de aprovechamiento de "**Banco de Yeso Azul**" ocasionarán impactos sobre la calidad del aire, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y operación. Estos impactos estarán relacionados con la emisión de gases de combustión generados por el funcionamiento de la maquinaria pesada y los vehículos utilizados para la extracción y transporte del material, liberando contaminantes como dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y, en menor proporción, dióxido de azufre (SO_2).

Asimismo, se prevé la generación de partículas suspendidas (polvo) derivadas de las actividades de desmonte, movimiento de tierras, extracción del yeso, carga y descarga del material, así como por el tránsito continuo de maquinaria y camiones sobre caminos no pavimentados. Estas emisiones tendrán un efecto localizado y temporal, pudiendo disminuir momentáneamente la calidad del aire en el área de influencia del proyecto.

De igual forma, la operación de maquinaria, equipos de extracción y vehículos de transporte incrementará los niveles de ruido en el sitio del proyecto, lo que puede ocasionar molestias temporales a la fauna presente y al personal que labore en el área. No obstante, estos efectos serán de carácter local, temporal y reversible, ya que cesarán al concluir las actividades que los generan.

En términos generales, los impactos sobre el factor ambiental aire se consideran negativos, temporales, de alcance local y mitigables, siempre que se implementen medidas como el riego periódico de caminos y áreas de trabajo para controlar el polvo, el mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos para reducir las emisiones atmosféricas, el establecimiento de límites de velocidad para el transporte interno y la realización de las actividades en horarios diurnos, además del uso de equipo de protección personal por parte de los trabajadores expuestos al polvo y al ruido.

Factor Ambiental: AGUA

El proyecto "**Banco de Yeso Azul**" generará impactos sobre el recurso hídrico principalmente por las actividades de preparación del sitio, extracción y transporte del material. Durante la etapa de preparación, el desmonte y despalme disminuirán temporalmente la capacidad de infiltración del agua de lluvia al retirar la cobertura vegetal y modificar las características superficiales del suelo, favoreciendo un incremento en el escurrimiento superficial.

En la etapa de operación, el tránsito continuo de maquinaria y vehículos ocasionará la compactación del suelo, lo que reducirá aún más la infiltración y podría alterar, de manera localizada, la recarga natural del acuífero. Asimismo, existe un riesgo bajo de contaminación del agua superficial y subterránea por derrames accidentales de combustibles, aceites o lubricantes durante el mantenimiento y operación de la maquinaria, por lo que será indispensable aplicar medidas preventivas y de respuesta inmediata.

El proyecto requerirá agua para el control de polvo y, en menor medida, para las necesidades del personal, lo que representa un consumo de recursos hídricos; sin embargo, este uso será limitado y deberá realizarse conforme a las autorizaciones y disponibilidad correspondientes, evitando afectar el abastecimiento de la zona.

Durante la etapa de abandono y restauración, las actividades de conformación del terreno y revegetación favorecerán gradualmente la recuperación de la infiltración, la estabilización del suelo y la disminución del escurrimiento superficial, permitiendo que los impactos sobre el factor agua sean temporales, localizados y mitigables mediante la correcta aplicación de las medidas de prevención, control y restauración ambiental.

Factor Ambiental: FLORA

La flora será afectada durante las etapas de preparación del sitio, operación y abandono del proyecto de aprovechamiento de "**Banco de Yeso Azul**". En la etapa de preparación del sitio, las actividades de desmonte, despalme y delimitación del área de trabajo ocasionarán la remoción de la cobertura vegetal existente, provocando la pérdida directa de individuos vegetales y la reducción temporal de la superficie con vegetación natural dentro del área de aprovechamiento. Como consecuencia, también se presentará una modificación en la composición y estructura de la comunidad vegetal, así como una disminución de la disponibilidad de hábitat para otras especies asociadas.

Durante la etapa de operación, la extracción del yeso y el tránsito continuo de maquinaria y vehículos mantendrán áreas sin cobertura vegetal e incrementarán la generación de polvo, el cual podrá depositarse sobre la vegetación adyacente, afectando procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la transpiración y el crecimiento de las plantas. Asimismo, la perturbación constante del sitio puede favorecer el establecimiento de especies oportunistas en las zonas alteradas. No obstante, los impactos se limitarán al área de influencia directa del proyecto y se reducirán mediante la implementación del programa de rescate de flora, la delimitación de las áreas de trabajo y el control de emisiones de polvo.

En caso de identificarse especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se llevará a cabo su rescate y reubicación, además de aplicar las medidas de manejo y los procedimientos que establezca la autoridad ambiental competente, con el fin de minimizar los impactos sobre dichas especies.

Finalmente, durante la etapa de abandono, las actividades de conformación del terreno, restauración y revegetación con especies nativas favorecerán la recuperación gradual de la cobertura vegetal y la estabilización del suelo, promoviendo el restablecimiento de las funciones ecológicas del sitio. En conjunto, los impactos sobre el factor flora se consideran de carácter local, principalmente temporales y mitigables mediante la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y restauración contempladas en el proyecto.

Factor Ambiental: FAUNA

La fauna será afectada durante las etapas de preparación del sitio, operación y abandono del proyecto de aprovechamiento de "**Banco de Yeso Azul**". En la etapa de preparación del sitio, las actividades de desmonte, despalme y delimitación del área de trabajo ocasionarán la pérdida temporal de hábitat y el desplazamiento de la fauna silvestre hacia áreas aledañas con mejores condiciones de refugio y alimentación. Asimismo, el incremento de la presencia humana y el movimiento de maquinaria generarán perturbaciones por ruido y vibraciones, lo que modificará el comportamiento de diversas especies y reducirá el uso del área intervenida.

Durante la etapa de operación, las actividades de extracción del yeso y el tránsito continuo de maquinaria y vehículos mantendrán las condiciones de perturbación dentro del área de aprovechamiento, pudiendo limitar la movilidad de la fauna y aumentar el riesgo de atropellamiento

de individuos, principalmente de reptiles, anfibios y pequeños mamíferos. La generación de polvo también podrá afectar de manera indirecta la disponibilidad de alimento y las condiciones del hábitat para algunas especies. No obstante, estos impactos se concentrarán en el área de influencia directa del proyecto y se reducirán mediante la delimitación de las áreas de trabajo, la restricción de la velocidad de los vehículos y la aplicación de un programa de rescate y reubicación de fauna.

En caso de detectarse especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se implementarán acciones de rescate, manejo y reubicación por personal capacitado, además de cumplir con las disposiciones y autorizaciones que establezca la autoridad ambiental competente, con el propósito de minimizar los impactos sobre dichas especies y favorecer su conservación.

Finalmente, durante la etapa de abandono, las actividades de restauración del sitio y revegetación con especies nativas propiciarán la recuperación gradual del hábitat, favoreciendo el retorno de la fauna silvestre y el restablecimiento de las funciones ecológicas del área. En conjunto, los impactos sobre el factor fauna se consideran de carácter local, principalmente temporales y mitigables mediante la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y restauración contempladas en el proyecto.

Factor Ambiental: PAISAJE

El proyecto de aprovechamiento de "**Banco de Yeso Azul**" ocasionará modificaciones en el paisaje natural como consecuencia de las actividades de preparación del sitio, extracción del material y abandono del banco. Durante la preparación del sitio, el desmonte y despalme de la vegetación provocarán un cambio en la cobertura vegetal y en la apariencia escénica del área, generando un contraste entre el entorno natural y las superficies intervenidas.

En la etapa de operación, la excavación del banco de extracción, la conformación de frentes de explotación, la presencia de maquinaria pesada, caminos de acceso, montículos temporales de material y el tránsito constante de vehículos alterarán la calidad visual del paisaje. Asimismo, la generación de polvo puede disminuir temporalmente la percepción visual del entorno, especialmente en las zonas cercanas al proyecto.

Durante la etapa de abandono, el impacto sobre el paisaje disminuirá gradualmente mediante la conformación y estabilización de taludes, el retiro de infraestructura temporal, la limpieza del sitio y la ejecución de un programa de restauración y reforestación con especies nativas. Estas acciones favorecerán la recuperación de la cobertura vegetal y la integración progresiva del área intervenida con el paisaje circundante, reduciendo el impacto visual residual a mediano y largo plazo.

Factor Ambiental: SOCIOECONÓMICO

El proyecto de aprovechamiento de "**Banco de Yeso Azul**" generará impactos tanto positivos como negativos sobre el factor socioeconómico durante las etapas de preparación del sitio, operación y abandono.

Durante la preparación del sitio y, principalmente, en la etapa de operación, el proyecto favorecerá la creación de empleos temporales y permanentes, priorizando, en la medida de lo posible, la contratación de mano de obra local. Esto contribuirá al incremento de los ingresos de las familias y al fortalecimiento de la economía de las localidades cercanas.

Asimismo, la demanda de bienes y servicios, como combustible, alimentación, transporte, hospedaje, mantenimiento de maquinaria y adquisición de insumos, promoverá la actividad comercial de la región, generando una derrama económica que beneficiará a los prestadores de servicios locales. De igual

manera, el uso de la infraestructura existente, principalmente caminos de acceso, facilitará el desarrollo de las actividades del proyecto sin requerir obras de gran magnitud.

Como impacto adverso, el tránsito de maquinaria pesada y camiones para el transporte del yeso podrá incrementar el flujo vehicular en los caminos de acceso, aumentando el riesgo de accidentes y ocasionando molestias temporales a la población. Estos efectos pueden mitigarse mediante la implementación de límites de velocidad, señalización preventiva, mantenimiento de los caminos y capacitación de los operadores.

Durante la etapa de abandono, la generación de empleos disminuirá de manera gradual al concluir las actividades de extracción; sin embargo, la restauración del sitio y las actividades de rehabilitación continuarán generando empleo temporal y contribuirán a restablecer las condiciones del área intervenida.

CAPÍTULO VI. -
MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VI.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental define las medidas de prevención como: “Conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente”.

Bajo este marco de referencia, en el presente capítulo se presentan las medidas preventivas y de mitigación que se realizarán a lo largo del proyecto, antes, durante y después del mismo, para prevenir y mitigar los impactos generados por el desarrollo del proyecto, las cuales están de acuerdo con las condiciones del área y minimizarán los posibles impactos negativos que se generarán por la ejecución de las actividades programadas.

La realización de las medidas planteadas y propuestas en este capítulo, así como el seguimiento de las indicaciones que imponga la autoridad ambiental, permitirá desarrollar el proyecto acorde con los principios de sustentabilidad, permitiendo cumplir con las normas y leyes ambientales y así conservar los ecosistemas.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

VI.1.1 Descripción de la medida o sistema de medidas preventivas

Etapa de preparación del sitio.

FACTOR SUELO

- Control en el manejo y disposición temporal del suelo que se removerá durante el despalme del área, el cual será almacenado conformando un bordo perimetral en la parte superior del banco de material, para su posterior utilización en las actividades de restauración (relleno) del área intervenida.
- Colocar contenedores para los residuos sólidos urbanos (RSU), que posteriormente serán trasladados a un sitio de disposición final autorizado. Se destinará un área para el acopio del suelo producto del despalme.



Figura 1. Contenedores para los RSU

FACTOR AIRE

- Estará prohibida la incineración de los desechos generados durante todas las etapas del proyecto para evitar la contaminación del aire a través de la generación de humos.
- Prohibir el uso de productos químicos y la quema de sólidos producto del retiro de vegetación y limpieza del sitio.

FACTOR FLORA Y FAUNA

- Delimitación de franjas perimetrales de protección, de 20 m de ancho, que servirán como corredores biológicos a la fauna silvestre que pudiera presentarse en el área.
- Queda prohibido, en cualquier etapa, cazar, capturar, comercializar, confinar, molestar o dañar especies de flora y fauna del lugar, en especial las consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Prohibir dañar o remover vegetación fuera del área del proyecto.
- Etapa de operación y mantenimiento.

FACTOR SUELO

- Realizar la conformación del bordo perimetral en los límites del área del banco de material, con el material producto del despalme, con el fin de permitir que los escurrimientos superficiales sigan la pendiente natural del terreno y se distribuyan en las áreas aledañas.
- Manejo adecuado de la maquinaria a utilizar en las actividades extractivas del material, a fin de evitar daños en las áreas aledañas.
- Realizar el abastecimiento de lubricantes y combustible a la maquinaria que se utilizará en las actividades de extracción, en un área específica en la que se establecerá una geomembrana o charola metálica y el uso de pistolas despachadoras, a fin de evitar la contaminación del suelo y los escurrimientos superficiales durante la época de lluvias, por posibles derrames.
- Se establecerán contenedores con tapa en forma estratégica en el área de explotación del banco de material para la disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos que genere el personal operativo, los cuales serán transportados en forma periódica al centro de acopio del municipio de Xpujil para su disposición final, a fin de evitar la contaminación del área por la dispersión de estos.

FACTOR AIRE

- El personal empleado en la obra no deberá encender fogatas, quemar basura o restos de vegetación seca.
- Se utilizará maquinaria con dispositivos amortiguadores de ruido.
- Los camiones de volteo serán equipados con coberturas de lona para evitar el polvo y los derrames de sobrantes durante el transporte de materiales.
- Se proveerá de casco, botas, chaleco de seguridad y protectores auriculares a todo el personal dentro del área donde se esté llevando a cabo el proyecto. Asimismo, se exigirá a todos los operarios de maquinaria ruidosa, así como a los trabajadores implicados en actividades ruidosas, el uso de protección auditiva. Preferentemente se utilizarán tapones no desechables. También se proveerá a los trabajadores de vestimenta de alta visibilidad.



Figura 2. Equipo de protección

FACTOR FLORA Y FAUNA

- Protección de especies de fauna silvestre, permitiendo su desplazamiento y libre tránsito hacia las áreas aledañas y conservando las especies de fauna silvestre.
- Se establecerá una señalética adecuada en el área, con medidas informativas, preventivas, restrictivas y prohibitivas, con el fin de evitar daños a la flora y fauna y al medio ambiente.
-



Figura 3. Señalamientos utilizados durante el proyecto

FACTOR RUIDO

- Dotar a los trabajadores del equipo de protección personal necesario; asimismo, se vigilará que no se sobrepasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT.
- Realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria a utilizar en las actividades extractivas, a fin de minimizar la generación de emisiones contaminantes y ruidos que afecten la calidad del aire.
- Prohibir la explotación del yeso fuera del área presentada en la presente MIA-P.

Etapa de abandono del sitio.

FACTOR SUELO

- Se realizará el relleno y nivelación del área con suelo producto del despalme de terrenos, ya que el área del banco de material se ubica en forma cercana a este, existiendo actualmente demanda de bancos de tiro cercanos por varias empresas, sin contar con estos en forma cercana, lo que ha motivado la disposición inadecuada de estos residuos en parcelas agrícolas aledañas.
- Durante el relleno del área se tendrá un control estricto sobre el suelo a depositar, el cual deberá estar libre de residuos sólidos urbanos y/o residuos peligrosos.
- Se realizará la compactación del suelo en forma gradual, conforme se vaya depositando este, en capas de 1.0 m de altura. Al término del relleno del área, se realizará la nivelación de esta, respetando el nivel existente en las áreas aledañas.

VI.1.2.- Descripción de la medida o sistema de medidas de mitigación.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define las medidas de mitigación como: “Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas”.

Los impactos que generará el desarrollo de las actividades del proyecto podrán ser atenuados o minimizados a través de las siguientes medidas de mitigación que se plantean realizar durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto:

Etapa de operación y mantenimiento.

FACTOR FAUNA

- Se establecerán franjas perimetrales de protección de 20 m de ancho, con una superficie total de 1-14-70.704 ha, a fin de que estas sirvan como corredor biológico o de protección y resguardo para las especies de fauna silvestre que puedan desplazarse en el área del proyecto y en la microcuenca.
- Se tendrá una constante vigilancia en el área durante el desarrollo de las actividades de explotación, a fin de evitar la cacería, captura o cautiverio de las especies de fauna silvestre que pudieran presentarse por parte de los mismos trabajadores, pobladores y extraños, a fin de mantener la población de estas en la microcuenca.
- Las actividades de explotación se realizarán únicamente durante el día, a fin de evitar ruidos durante la noche —en que estos se hacen más intensos— que provoquen estrés y alteren el comportamiento de la fauna silvestre en el área de influencia.
- En caso de presentarse alguna especie de fauna silvestre durante las actividades de explotación, se permitirá su desplazamiento y libre tránsito hacia las franjas perimetrales de protección.

FACTOR SUELO

- El abastecimiento de combustible y/o lubricantes a la maquinaria se realizará en un área específica en la que se establecerá una geomembrana, así como se utilizará una pistola despachadora, a fin de evitar la contaminación del suelo por posibles derrames.
- El mantenimiento periódico de la maquinaria se realizará en talleres concesionados, ubicados en Xpujil, a 30 km del área del proyecto, a fin de evitar la generación de

residuos peligrosos en el área del banco de material que puedan contaminar el suelo por posibles derrames de estos.

- Se establecerán en forma estratégica en el área de explotación tambos para la disposición de residuos sólidos urbanos o basura (envases de plástico, envolturas, papel, etc.) que pueda generar el personal operativo, los cuales serán transportados en forma periódica al centro de acopio de Xpujil para su disposición final, previa autorización de la autoridad municipal.
- Se evitará realizar movimientos de maquinaria y tránsito de vehículos fuera del camino de acceso, a fin de evitar la afectación de la estructura del suelo por compactación en las franjas perimetrales de protección y áreas aledañas.
- El material residual que se pudiera generar en el área de explotación (material contaminado con arcilla) será dispuesto conformando un bordo perimetral en la parte superior del banco de material, para su posterior utilización en las actividades de restauración (relleno) del área explotada.
- El mantenimiento emergente de la maquinaria, por posibles descomposturas durante su operación, se realizará en un área específica, en la que se establecerá una geomembrana o charola metálica, con el fin de evitar la contaminación del suelo por posibles derrames de combustible y/o lubricantes.
- Se deberá contar con baños portátiles para el uso del personal en general, para evitar la contaminación del suelo.

FACTOR TOPOGRAFÍA Y RELIEVE

- La modificación de la topografía y el relieve del terreno por la extracción del material favorecerá la capacidad de infiltración del área, al concentrarse los escurrimientos superficiales durante la época de lluvias en el socavón, lo que permitirá su infiltración en la misma área y la recarga del manto acuífero.
- La ejecución de las medidas de restauración del área intervenida (relleno, compactación y nivelación), conforme se tengan áreas agotadas en el banco de material y al término de las actividades de explotación principalmente, permitirá restablecer la topografía del área y el drenaje natural de los escurrimientos superficiales durante la época de lluvias.

FACTOR AGUA

- El mantenimiento periódico de la maquinaria se realizará en talleres concesionados, ubicados en Xpujil, a 30 km del área del proyecto, a fin de evitar la generación de residuos peligrosos que puedan contaminar los escurrimientos superficiales durante la época de lluvias en el área del banco de material por posibles derrames de estos.
- El abastecimiento de combustible y lubricantes a la maquinaria se realizará en un área específica, en la que se establecerá una geomembrana o charola metálica, utilizando pistola despachadora que se conectará directamente al punto de carga de la maquinaria, a fin de evitar derrames que contaminen los escurrimientos superficiales durante la época de lluvias, en el área del banco de material y en la microcuenca.
- El mantenimiento emergente de la maquinaria, por posibles descomposturas durante su operación, se realizará en un área específica, en la que se establecerá una geomembrana o charola metálica, con el fin de evitar la contaminación de los

escurrimientos superficiales durante la época de lluvias, por posibles derrames de combustible y/o lubricantes.

- Durante el desarrollo de las actividades extractivas se construirá una letrina seca en el área del banco de material, para el uso del personal, evitando con esto el fecalismo al aire libre y la contaminación del suelo y los escurrimientos superficiales durante la época de lluvias.
- Se establecerán tambos o contenedores con tapa en forma estratégica, para la disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos a generar por el personal operativo, a fin de evitar la dispersión de estos que contaminen los escurrimientos superficiales durante la época de lluvias.

FACTOR AIRE

- La maquinaria a utilizar para las actividades extractivas y para la trituración del yeso se someterá a un mantenimiento periódico, para que esta se encuentre en óptimas condiciones de operación, minimizando las emisiones de ruido y gases contaminantes en la zona.
- Se cubrirán los vehículos de transporte del material con una lona impermeable, antes de salir del banco de material, de tal forma que se evite la dispersión de polvos o material durante su trayecto, a través de las vías federales de comunicación.



Figura 4. Ilustración de camión de volteo tapado con lonas

- Se establecerán restricciones a la velocidad de circulación de los vehículos de transporte, dando las indicaciones correspondientes a los operadores de los vehículos, a fin de disminuir la generación de polvos por la acción de arrastre del viento, durante su trayecto a través del camino que comunica a la población Laguna de San Vicente con la zona agrícola.
- Se realizará el mantenimiento periódico del camino de acceso al área del banco de material, a fin de mantenerlo en buenas condiciones y atenuar la generación de polvos durante el desplazamiento de los vehículos de transporte.
- Se dotará al personal operativo que realizará las actividades de explotación del banco de material, de equipo protector, a fin de evitar daños a su salud por la generación de ruido y polvo, al momento de la extracción y de la operación de la trituradora.
-

FACTOR PAISAJE

- Las actividades de explotación del banco de material se realizarán en forma ordenada, en niveles o terrazas de 12 m de altura, 8 m de ancho y ángulo de inclinación de taludes de 53°, realizando actividades de restauración (relleno) conforme se tengan áreas agotadas, de tal forma que se minimice el impacto al paisaje del área.

FACTOR SOCIAL

- En la contratación de mano de obra y demanda de bienes y servicios se dará preferencia a las poblaciones aledañas, como son: Xpujil, Carmen 2, Manuel Castillo Brito, Nuevo Campanario e Ingeniero Ricardo Payro, a fin de favorecer la economía de estas.
- Se instalarán señalamientos preventivos en el entronque del acceso al banco de material con el camino a Laguna de San Vicente, a fin de evitar posibles accidentes, por la entrada y salida de vehículos de transporte del material.
- Se establecerán señalamientos con medidas preventivas, restrictivas e informativas en el área del banco de material, a fin de evitar accidentes al personal operativo y a visitantes.

Etapa de abandono del sitio.

FACTOR FLORA

- Al término de las actividades de explotación del banco de material se realizarán actividades de reforestación en la parte superior del perímetro de este, con especies nativas de la zona.

FACTOR FAUNA

- Se realizarán actividades de reforestación en el perímetro del área del banco de material, lo que permitirá, en el mediano plazo, el desplazamiento de la fauna silvestre del área de influencia hacia sitios que le permitan resguardarse o protegerse.

FACTOR SUELO

- Durante el relleno del área se tendrá un control estricto sobre el suelo a depositar, el cual deberá estar libre de residuos sólidos urbanos y/o residuos peligrosos.
- Se realizará la compactación del suelo en forma gradual, conforme se vaya depositando este, en capas de 1.0 m de altura.
- Al término del relleno del área, se realizará la nivelación de esta, respetando el nivel existente en las áreas aledañas.
- Las actividades de restauración (relleno, compactación y nivelación) en el área intervenida permitirán que esta, en el corto plazo, vuelva a presentar el uso que inicialmente presentaba como terreno agrícola y mantenga la superficie agrícola dentro de la microcuenca.

FACTOR AGUA

- La ejecución de las medidas de restauración del área intervenida (relleno, compactación y nivelación) permitirá restablecer el drenaje natural de los escurrimientos superficiales durante la época de lluvias.

FACTOR AIRE

- A través de las medidas de compensación que se realizarán en el área intervenida (reforestación en el perímetro del área del banco de material), se evitará el efecto erosivo del viento a través de la formación de tolvaneras que provoquen el arrastre de suelo.

FACTOR PAISAJE

- Las actividades de restauración que se realizarán en el área explotada del banco de material permitirán que esta área vuelva a tener el uso agrícola que presentaba inicialmente, integrándose al paisaje natural de la zona, correspondiente a una zona agrícola.

VI.2.- Impactos residuales.

Un impacto residual se considera como el efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Bajo esta consideración y después de analizar las medidas de mitigación propuestas para atenuar o minimizar los impactos que generará el desarrollo del proyecto, se puede concluir que los impactos residuales que pudieran generarse en el área del proyecto, posteriormente al abandono del sitio, corresponden a la alteración de los siguientes factores ambientales: la topografía del terreno y el paisaje del área.

Sin embargo, en este caso, la modificación de la topografía del terreno y la alteración del paisaje serán temporales, debido a que, al término de las actividades de explotación del banco de material, se plantea realizar las actividades de restauración del área, correspondientes al relleno, compactación y nivelación, lo que permitirá que el área vuelva a presentar las condiciones originales correspondientes a un terreno plano de uso agrícola.

Esto nos lleva a considerar que, aun cuando esta actividad (extracción de yeso) provocará impactos que afectarán al área de desarrollo del proyecto, no se provocarán alteraciones importantes que afecten a ecosistemas protegidos o que presenten un alto grado de conservación. Los impactos que generará el desarrollo del proyecto podrán ser minimizados a través de las medidas de restauración y compensación ya mencionadas anteriormente.

Por lo tanto, no existirán impactos residuales posteriores a la ejecución de las medidas de mitigación y restauración del área impactada por el desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO VII.
PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se abordarán principalmente los Pronósticos Ambientales y la Evaluación de Alternativas, tal como lo establece el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Se analizan opciones tecnológicas, de sitio o de diseño para el proyecto. Se comparan las distintas alternativas frente al escenario de "no realizar el proyecto" (escenario actual sin proyecto) para justificar por qué la opción elegida es la que genera menor impacto negativo.

Entendiendo que el escenario está constituido por la integración de todos los elementos físicos y bióticos dentro del paisaje, que nosotros captamos perceptivamente con nuestros sentidos, particularmente por la vista, recurriremos a la construcción del escenario actual y a su correspondiente transformación en el escenario posible con la presencia del proyecto.

En los capítulos anteriores se describieron los siguientes elementos: la naturaleza, las características y el alcance del proyecto, así como las condiciones actuales del SA, la importancia de los impactos ambientales identificados y las medidas ambientales propuestas para mitigar estos impactos. En este capítulo se presenta un análisis de tres escenarios distintos, los cuales corresponden a:

- Descripción y análisis del escenario sin proyecto
- Descripción y análisis del escenario con proyecto
- Descripción y análisis del escenario con proyecto y con sus medidas de mitigación.

VII.1 Pronóstico del escenario

VII.1.1 Escenario sin proyecto

El proyecto se encuentra dentro del municipio de Calakmul, Campeche, en la comunidad de El Carmen II (Las Carmelas), y se ubica en un ambiente denominado Selva Maya. El clima es cálido subhúmedo, semiseco, con lluvias en verano, con temperaturas medias de 22 °C a 30 °C. El suelo es de origen calizo, con litosoles y rendzinas; el agua se infiltra y forma un sistema hidrológico subterráneo. El agua disponible en superficie se concentra en algunas aguadas, bajos inundables y akalchés, depresiones que se inundan en temporadas de lluvias y son vitales para la fauna. La vegetación es selva mediana subperennifolia, pero se encuentra muy transformada. El ejido tiene 4,187 ha y las precipitaciones van de 1,100 a 1,500 mm, con 83 % entre mayo y noviembre.

Es importante mencionar que el área del proyecto ha sido modificada en parte, ya que se encuentra en una zona con desarrollo urbano, sujeta a una serie de actividades antropogénicas. El ambiente se encuentra impactado en sus condiciones originales y, aun cuando ha sufrido modificaciones, estas han permitido que exista un equilibrio entre ambos.



Figura 1. Escenario sin proyecto

VII.1.2 Escenario con proyecto

El escenario esperado con el desarrollo del proyecto mantendrá las condiciones ambientales que prevalecen, para asegurar que los factores ambientales existentes no sean afectados o que el impacto sea mínimo posible.

Los resultados de la identificación de impactos ambientales indican que los efectos adversos, en su mayoría, son poco significativos y cuentan con medidas de mitigación o control, establecidas a través de la normatividad vigente y aplicables desde el diseño, además de la implementación de las medidas de seguridad mencionadas en el estudio.

La implementación del proyecto, durante su operación y ejecución, impactará positivamente la economía del lugar al generar empleos temporales y fijos, así como a las actividades económicas que se llevan a cabo en el lugar, brindando beneficios económicos, sociales y ambientales.

La funcionalidad del componente económico, principal promotor de los cambios que han sustituido paulatinamente al entorno físico por el ecosistema urbano que colinda con el sitio del proyecto, continuará siéndolo. Sin embargo, dicho componente económico puede verse afectado, particularmente la inversión aplicada para el desarrollo del proyecto, en caso de que este se realice sin la aplicación de las medidas de control de impactos y de las condicionantes y términos correspondientes, en caso de que se obtenga la autorización en materia de impacto ambiental y su aplicación no se respete.

El desarrollo del proyecto, sin la aplicación de las medidas de control de los impactos esperados, comprometería severamente los factores ambientales que aún conviven con el ecosistema urbano, así como la continuidad de los servicios ambientales que prestan al mismo.



Figura 2. Sitio del área del proyecto

VII.1.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Los desechos sólidos se recolectarán y se depositan en tambores con tapas separándolos en orgánicos e inorgánicos, los cuales serán entregadas a empresas que se dedican al reciclaje y de esta manera reducir efectos negativos a la atmósfera por la emisión de malos olores y reducir una contaminación visual y ambiental.

En cuanto a la atmósfera, el escenario esperado con la aplicación de las medidas de mitigación es mantener la calidad del aire. Esta se encuentra determinada por emisiones provenientes de las fuentes móviles de los equipos y vehículos que se utilizan en la extracción del yeso y trituración, generándose mínimas cantidades de bióxido de carbono, producto de los gases de combustión, y partículas. Las emisiones se encuentran por debajo de los niveles permitidos por la normatividad ambiental correspondiente. La empresa instrumentará un sistema de mantenimiento de los equipos y, de esta manera, minimizará las emisiones a la atmósfera y mantendrá un escenario ambiental estable, libre de contaminación atmosférica.

El escenario ambiental esperado para la vegetación, con la aplicación de las medidas de mitigación, no pone en riesgo al sistema ambiental, ya que se cuenta con material de yeso. Solo será afectada una pequeña fracción de vegetación secundaria que no llega a una etapa de selva, lo que implica que la selva natural o secundaria, en parte, ha sido eliminada en años anteriores por la ampliación y modernización de la Carretera Escárcega-Carmen II; lo que indica que las condiciones ambientales mantendrán la dinámica de desarrollo de la selva y de la fauna silvestre que se encuentra en el sistema ambiental.



Figura 3. Sistema Ambiental del área del proyecto

El desarrollo del proyecto provocará pocas modificaciones en el ambiente, sin embargo, ninguno de los impactos será significativo y se aplicarán medidas preventivas y de mitigación necesarias para el control de las posibles afectaciones. Estas medidas garantizan que la implementación del proyecto será de la manera más segura posible, tanto para el ambiente como para los trabajadores y pobladores cercanos al área del proyecto. Adicionalmente, en la etapa de operación del proyecto se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación que permitirán el desarrollo de actividades económicas y el aprovechamiento responsable de los recursos.

Las medidas de mitigación propuestas disminuirán al mínimo la generación de contaminantes, por lo que al implementarlas en el proyecto se considera ambientalmente viable su ejecución.



Figura 4. Medidas de prevención y mitigación

VII.1.4. Pronóstico ambiental

En cuanto al Sistema Ambiental en donde se pretende el aprovechamiento del yeso, una vez analizado los factores abióticos, bióticos y socioeconómicos, que se han identificado, en donde la principal característica del Sistema Ambiental es su cobertura vegetal secundaria, con predominio de acahual en los alrededores del proyecto y parches de vegetación menos perturbada que serán respetadas durante las actividades programadas. El desarrollo del proyecto no propone la transformación de materia, ni el manejo de residuos peligrosos, ni el manejo de aguas residuales, ni el cambio en el uso de suelos, ni afectaciones en la zona aledaña que puedan causar repercusiones al medio ambiente.

Es importante señalar que el proyecto ofrecerá una fuente de empleo para los habitantes del municipio de Calakmul y de comunidades vecinas (Manuel Castillo Brito, Nuevo Campanario e Ingeniero Ricardo Payro), y que la derrama económica para los habitantes será importante.

Analizando los puntos anteriores, se puede concluir que la zona de influencia y el sistema ambiental establecidos en el proyecto no se verán más afectados que en la actualidad y que, sin embargo, podrían mejorarse al aplicar medidas compensatorias y de mitigación, al mismo tiempo que se mejorará la calidad de vida de los habitantes de la región. Todo lo antes mencionado hace viable la operación de dicho proyecto.

Si no se aplican las medidas de mitigación, los impactos identificados en las diferentes etapas del aprovechamiento del yeso causarían efectos negativos sobre los elementos físicos y biológicos del área y de las zonas adyacentes, que, a la larga, podrían transformarse en efectos acumulativos y convertir el proyecto en un elemento nocivo para el sistema ambiental.

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es el instrumento que asegura que se cumpla lo establecido en la presente MIA. De acuerdo a SEMARNAT es un conjunto de medidas y acciones programadas para supervisar, controlar y dar seguimiento a los impactos ambientales y al cumplimiento de las medidas de mitigación, prevención y compensación establecidas en la autorización de impacto ambiental.

El principal motivo de un programa de vigilancia ambiental está relacionado con los efectos de los impactos ambientales identificados y la aplicación de las medidas de mitigación que minimice los efectos al ecosistema, y dar seguimiento a los mismos su posible afectación a los factores ambientales que están relacionados con el proyecto. No obstante, como resultado de la evaluación de impacto ambiental se determinó que no existen impactos severos o críticos que afecten directamente al sistema ambiental, debido a las características propias del proyecto. A pesar de ello en este proyecto se implantará un programa de vigilancia ambiental orientado al seguimiento de las medidas de mitigación.

El programa de Vigilancia Ambiental del presente proyecto abarcará las siguientes medidas:

COMPONENTE AMBIENTAL	ASPECTO A VIGILAR	MEDIDA DE MITIGACIÓN	INDICADOR/LIMITE	FRECUENCIA	RESPONSABLE	NORMA
AIRE/POLVO	Dispersión de polvo de yeso PM10 Y PM2.5	1.filtro de mangas + ciclón en trituradora 2. Bandas cubiertas 3. Riego de caminos	PM10<75µg/M^3 en 24 h	Mensual los primeros 6 meses, luego trimestral	Supervisor Ambiental	NOM-043-SEMARNAT-1993
AIRE/OPACIDAD	Emisiones visibles de chimenea/tolva	Observación	Opacidad <20%	Diaria-visual	Operador	NOM-085-SEMARNAT-2001
RUIDO	Ruido de trituradora y camiones	Barrera No trabajar de 22:00 a 6:00 hrs.	68dB/65dB noche en lindero	Trimestral	Supervisor Ambiental	NOM-081-SEMARNAT-1994
Agua/Suelo	Escurrimientos con sulfatos y SST, derrame de aceites Baños Portátiles	Cero descargas al exterior/trampa de grasas Mantenimiento constante a vehículos de volteo	SST, sulfatos, pH, Grasas y aceites	Trimestral	Supervisor Ambiental Empresa contratada para retirar Baños portátiles	NOM-001-SEMARNAT-2021, NOM-138
RESIDUOS PELIGROSOS	Aceites, filtros, estopas, diesel	Almacén temporal techado	Kg generados /manifiestos	Mensual	Responsable Almacén	NOM-052-SEMARNAT-2005/LGPGIR
Flora y Fauna	Polvo sobre hojas, afectación a fauna, desmonte	Barrera	%supervivencia barrera>85% registro fotográfico	semestral	Supervisor Ambiental	LGEEPA
Socioeconómico	Molestia en El Carmen II por tránsito	Empleo local	No. de empleos locales	mensual	Gerencia	--------
Seguridad	Riesgo por sílice y ruido ocupacional	Monitoreo de Personal de Polvo y Audiometría EPP	Exposición<10mg/m^3 polvo total	semestral	Seguridad e Higiene	NOM-010-STPS, NOM-011-STPS

Tabla 1. Acciones y medidas del Programa de Vigilancia Ambiental

Para hacer cumplir todo lo establecido en el PVA, se tendrá como encargado a un supervisor ambiental, que junto al encargado de obra se encargaran de que se cumpla con lo establecido en el mismo.

Además del PVA, el supervisor ambiental realizará las siguientes acciones y actividades.

1.- En cuanto al control de Emisiones y Calidad del Aire el supervisor ambiental deberá:

- Monitorear polvo: Supervisar los sistemas de riego en frentes de explotación y vías de acarreo.
- Controlar la trituración: Verificar el correcto funcionamiento de los captadores de polvo y lonas protectoras en tolvas.
- Medir gases: Coordinar monitoreos periódicos de calidad del aire y emisiones de la maquinaria.

2.- En cuanto a la Gestión de la Explotación y Suelo, verificará que se cumpla con:

- Delimitar áreas: Asegurar que la extracción se realice estrictamente dentro de los límites autorizados.
- Salvar capa orgánica: Supervisar el descapote y almacenamiento del suelo fértil para la futura restauración.
- Controlar la erosión: Diseñar y revisar cunetas, trampas de sedimentos y barreras físicas.

3.- En cuanto a la Gestión de Residuos y Sustancias, hablará con el encargado de obra para que se realice:

- Clasificación de desechos: Organizar la separación de residuos ordinarios, reciclables y peligrosos (aceites, filtros).
- Almacenamiento seguro: Inspeccionar los diques de contención para combustibles y lubricantes de la maquinaria.
- Disposición final: Verificar los manifiestos de carga con empresas autorizadas de recolección ambiental.

4.- En cuanto al Cumplimiento Legal y Social:

- Tramitar permisos: Mantener vigentes las licencias ambientales, de agua y de emisiones ante el gobierno.
- Atender auditorías: Recibir y guiar a los inspectores de las autoridades ambientales en la obra.
- Relación comunitaria: Atender quejas de poblaciones vecinas por ruido, vibraciones o polvo.
- 5.- En materia de Seguridad Ambiental y Cierre
- Capacitar personal: Dictar charlas diarias sobre buenas prácticas ambientales a los operarios.
- Atender emergencias: Liderar la respuesta ante derrames químicos o fallas en los frentes de minado.
- Plan de cierre: Coordinar la reconfiguración del terreno y la reforestación al terminar la explotación.

Durante las distintas etapas del proyecto, el supervisor ambiental se encargará de que se cumpla el PVA y las acciones y actividades antes mencionadas. De igual manera, realizará en cada etapa del proyecto lo siguiente:

PREPARACIÓN DEL SITIO

Flora y Fauna

Realizará un recorrido minucioso previo al desmonte y despalme en el área a intervenir, con el fin de detectar la posible existencia de madrigueras o nidos y provocar su desplazamiento hacia las franjas perimetrales de protección, o llevar a cabo el traslado de especies endémicas o de alguna especie protegida.

Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio (desmonte y despalme), se definirá el área de protección correspondiente a las franjas perimetrales de protección de 20 m de ancho, que servirán como corredores biológicos y áreas de protección para las especies de fauna silvestre que se pudieran presentar en el área.

El desmonte y despalme del área se realizará en forma gradual, conforme al avance de las actividades de explotación, y por ningún motivo se realizará el desmonte de una superficie mayor a la que se vaya a intervenir en forma inmediata, a fin de mantener la vegetación del área.

Suelo

El suelo producto del despalme y el material vegetal removido serán dispuestos en un área específica dentro del banco de material para su almacenamiento temporal y, posteriormente, serán utilizados en las actividades de restauración del área intervenida.

Todos los vehículos automotores que se empleen durante la etapa de preparación del sitio deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con el objeto de estar en condiciones de cumplir con las Normas Oficiales. Se llevará una bitácora y se tomará y guardará evidencia fotográfica.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Suelo

Durante el desarrollo del proyecto se tendrá un baño portátil para el uso del personal, a fin de evitar la contaminación del suelo y el aire.



Figura 5. Baño portátil

Verificar que se coloquen contenedores con tapa, pintados y rotulados para el depósito de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, y comprobar que reciban limpieza periódica. Se llevará una bitácora y se tomará y guardará evidencia fotográfica.

Agua

Se compensarán los efectos adversos que se ocasionarán al drenaje natural del área por las actividades de explotación de material, realizando actividades de reforestación al término de las actividades de explotación sobre las terrazas o niveles y estableciendo bordos perimetrales que eviten la erosión de los taludes.

Aíre

Se realizará un programa de mantenimiento continuo de la maquinaria y vehículos a utilizar en el desarrollo del proyecto, a fin de mantener las emisiones de gases contaminantes dentro de los parámetros establecidos en la normatividad correspondiente.

Comprobar que los camiones de volteo cuenten con lonas para evitar daños al suelo y al aire. Se llevará una bitácora y se tomará y guardará evidencia fotográfica.

Seguridad

Verificar que los trabajadores cuenten con el equipo de protección al momento de la jornada laboral. Se llevará una bitácora y se tomará y guardará evidencia fotográfica.



Figura 6. Equipo de protección Personal (EPP)

Socioeconómico

Se dará prioridad a la contratación de los habitantes de las poblaciones aledañas durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

Se priorizará la contratación de bienes y servicios en la región, para generar fuentes de empleo y reactivar la economía de la zona y del municipio.

DURANTE EL ABANDONO DEL SITIO

Flora y Fauna

A fin de compensar la alteración del uso actual del suelo considerado como terreno forestal y evitar procesos de erosión de este, al término de las actividades del proyecto o conforme existan áreas abandonadas en el banco de material, se realizarán actividades de reforestación con especies nativas.

Al término de las actividades del proyecto se realizará la limpieza del área, a fin de realizar actividades de reforestación que permitan restablecer el uso del suelo como terreno forestal.

El supervisor ambiental tomará evidencia de las distintas medidas llevadas a cabo en el PVA y llevará un registro semanal en su bitácora.



Figura 7. Captura de datos del supervisor ambiental

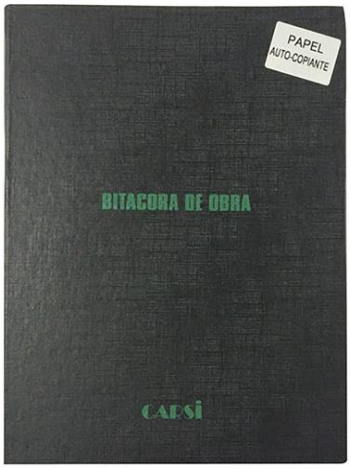


Figura 8. Bitácora de obra

VII.3 Conclusiones

Cabe resaltar que en el área a intervenir solo se realizará la explotación o extracción del material, a fin de hacer más eficiente su transporte, sin realizar ningún proceso de transformación.

Desde el punto de vista ambiental, el grado de afectación que se producirá se considera intrínseco, mitigable y compensable mediante la implementación de las medidas descritas en este estudio y en la normatividad ambiental aplicable.

El proyecto operará según el Criterio Ecológico Particular CEP-SE-001-2003, publicado en el Diario Oficial del Estado de Campeche el 27 de noviembre de 2003, el cual establece las condiciones para la localización de bancos de materiales en el Estado de Campeche, así como sus parámetros de diseño, aprovechamiento (la explotación no será de manera abrupta, sino conforme se vaya requiriendo o demandando el material de banco) y medidas mitigatorias en materia ambiental. Asimismo, se inspeccionará que sean ejecutadas todas las medidas planteadas en este estudio.

El proyecto cubre el ámbito socioeconómico, ya que beneficiará a la localidad Ejido El Carmen II, así como a las comunidades aledañas (Manuel Castillo Brito, Nuevo Campanario e Ingeniero Ricardo

Payro), durante los trabajos de aprovechamiento del banco, mediante la contratación de mano de obra local. Además, se obtendrán beneficios en los negocios por la adquisición de diferentes insumos y servicios, los cuales ayudarán al mejor desarrollo del proyecto.

El presente estudio se realizó integrando las mejores técnicas, métodos e información especializada disponibles para lograr una valoración adecuada de los impactos que se producirán sobre los componentes fisicoquímicos, ecológicos y socioeconómicos del sistema.

La vegetación que se verá afectada por la ejecución de las obras, es del tipo secundario, esto se puede constatar en el capítulo IV del presente estudio. Donde la vegetación ha sido modificada por diversos factores descritos en la MIA-P.

Al momento de realizar los recorridos previos, no se encontraron especies de flora y fauna incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, antes y durante la ejecución de las obras se ejecutará el programa para el rescate de estas.

Los impactos negativos que se generarán en todas las etapas del proyecto serán tanto temporales como permanentes; sin embargo, una vez implementadas las medidas preventivas, mitigatorias y compensatorias, se espera minimizarlos en un 90 %, así como cumplir con las condicionantes impuestas por la evaluación en este documento. Esto se logrará mediante el manejo adecuado de residuos sólidos y residuos peligrosos, y se vigilará que no afecten a la fauna y la vegetación cercanas al sitio.

Por todo esto, el proyecto se considera ambientalmente viable y socialmente aceptable. Con su establecimiento se generarán empleos que beneficiarán a muchas familias, tanto de la región como foráneas, ya que la empresa contratará mano de obra local y personal especializado para tareas específicas.

CAPÍTULO VIII.
IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

De acuerdo con el artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, la Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental, de acuerdo con el tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

Con base en lo anterior, el presente estudio se elabora con base en lo establecido en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Sector Minero. Asimismo, todo el estudio será grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que lo complemente, y deberá ser presentado en formato WORD. Se integrará un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental que no excederá las 20 cuartillas, en cuatro ejemplares; asimismo, será grabado en memoria magnética en formato WORD.

Es importante señalar que la información solicitada se presentará en idioma español para evitar que la autoridad requiera información adicional y que esto ocasione retrasos o falta de continuidad en el proceso de evaluación.

VIII.1.1 Planos definitivos

Los planos se anexan en el documento

VIII.1.2Fotografías



Imagen 1. Representación gráfica de la delimitación del AI del proyecto.

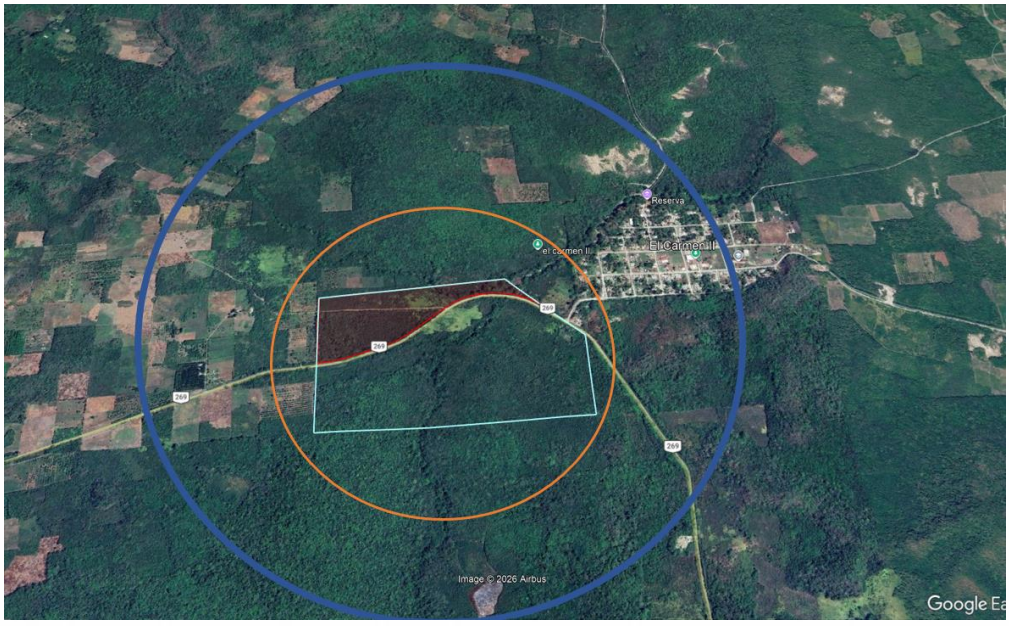


Imagen 2. Representación gráfica que muestra la delimitación del sistema ambiental con la poligonal de color azul, el AI con la poligonal naranja y el sitio del proyecto en color rojo.

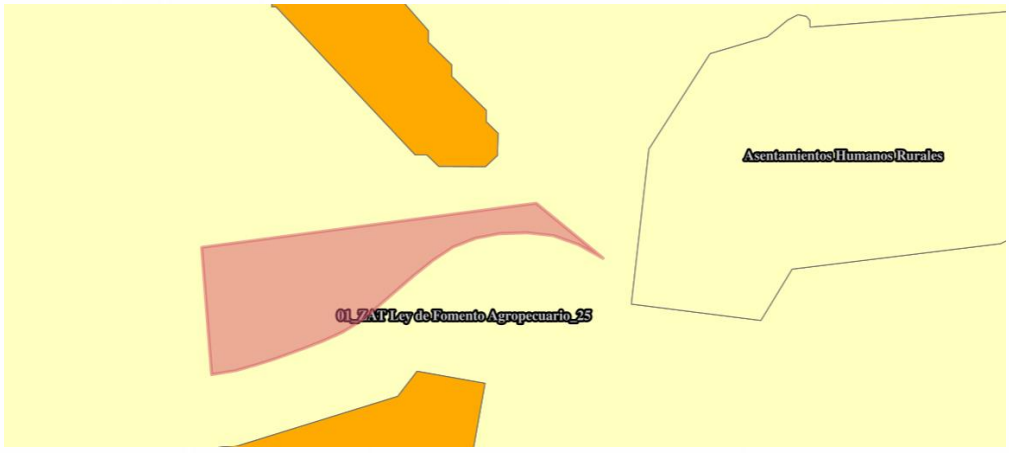


Imagen 3. Representación gráfica que muestra el sitio del proyecto con respecto al POEL de Calakmul.



Imagen 4. Vista general de la vegetación del sitio del proyecto.



Imagen 5. Estructura de la vegetación presente en el sitio del proyecto.

VIII.1.3 Listas de flora y fauna

El sitio del proyecto se ubica dentro de la región de la Selva Maya, donde predomina la Selva Mediana Subperennifolia, con áreas de vegetación secundaria derivadas de actividades agropecuarias y aprovechamientos previos. Como ya se ha mencionado, el área en donde se pretende realizar la explotación de yeso se encuentra impactada como consecuencia de la carretera colindante y de las actividades agrícolas cercanas al sitio. Por lo anterior, en el sitio se presenta vegetación de agricultura de temporal anual (INEGI, Serie VII). De acuerdo con los trabajos de campo realizados en el sitio del proyecto, se observaron las siguientes especies:

Nombre común	**Nombre científico**
Ramón	*Brosimum alicastrum*
Chicozapote	*Manilkara zapota*
Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*
Jabín	*Piscidia piscipula*
Chacá	*Bursera simaruba*
Chechén	*Metopium brownei*
Pucté	*Terminalia buceras*
Xu'ul	*Lonchocarpus xuul*
Ciricote	*Cordia dodecandra*
Katalox	*Swartzia cubensis*
Tsitsilché	*Gymnopodium floribundum*
Guayabillo	*Eugenia spp.*
Acacias	*Vachellia spp. y Senegalia spp.*
Xcanlol	*Casearia spp.*
Pastos nativos	*Familia Poaceae Herbáceo*
Ciperáceas	*Familia Cyperaceae*
Helechos	*División Polypodiophyta*
Zacate guinea	*Megathyrsus maximus*
Cascarillo	*Croton arboreus*
Guaya	*Melicoccus oliviformis*
Majahua	*Hampea trilobata*

Piñón	*Jatropha gaumeri*
Guayabillo	*Myrciaria floribunda*
Cornezuelo	*Acacia cornigera*
Laurelillo	*Nectandra salicifolia*
Campanilla	*Cascabela gaumeri*

Tabla 1. Vegetación encontrada en el área de aprovechamiento.

Con base en la información más reciente disponible en el INEGI, correspondiente al Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Calakmul, 2024, y complementada por la CONANP, la fauna del municipio de Calakmul es una de las más diversas de México debido a que forma parte de la Selva Maya.

Fauna representativa del municipio de Calakmul:

Grupo	**Especies representativas**	**Nombre científico**
Mamíferos	Jaguar	*Panthera onca*
	Puma	*Puma concolor*
	Ocelote	*Leopardus pardalis*
	Tigrillo	*Leopardus wiedii*
	Jaguarundi	*Herpailurus yagouaroundi*
	Tapir centroamericano	*Tapirus bairdii*
	Pecarí de labios blancos	*Tayassu pecari*
	Pecarí de collar	*Dicotyles tajacu*
	Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*
	Temazate rojo	*Mazama temama*
	Mono aullador negro	*Alouatta pigra*
	Mono araña	*Ateles geoffroyi*
Aves	Pavo ocelado	*Meleagris ocellata*
	Hocofaisán	*Crax rubra*
	Tucán pico canoa	*Ramphastos sulfuratus*
	Loro yucateco	*Amazona xantholora*

	Colibrí yucateco	*Amazilia yucatanensis*
	Carpintero yucateco	*Melanerpes pygmaeus*
Reptiles	Cocodrilo de Morelet	*Crocodylus moreletii*
	Boa	*Boa imperator*
	Tortuga mojina	*Rhinoclemmys areolata*
	Iguana negra	*Ctenosaura similis*
Anfibios	Rana de ojos rojos	*Agalychnis callidryas*
	Sapo gigante	*Rhinella horribilis*

Tabla 2. Especies de fauna representativa del municipio de Calakmul

VIII.2 Otros anexos

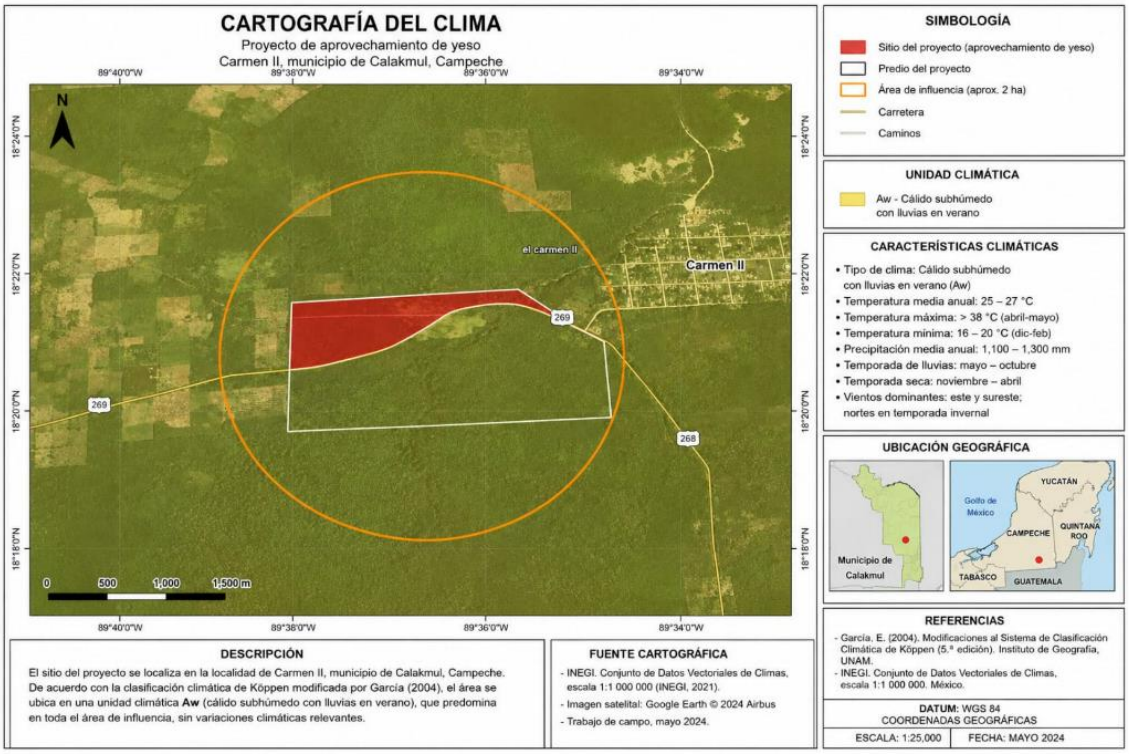


Imagen 6. Cartografía del clima del proyecto

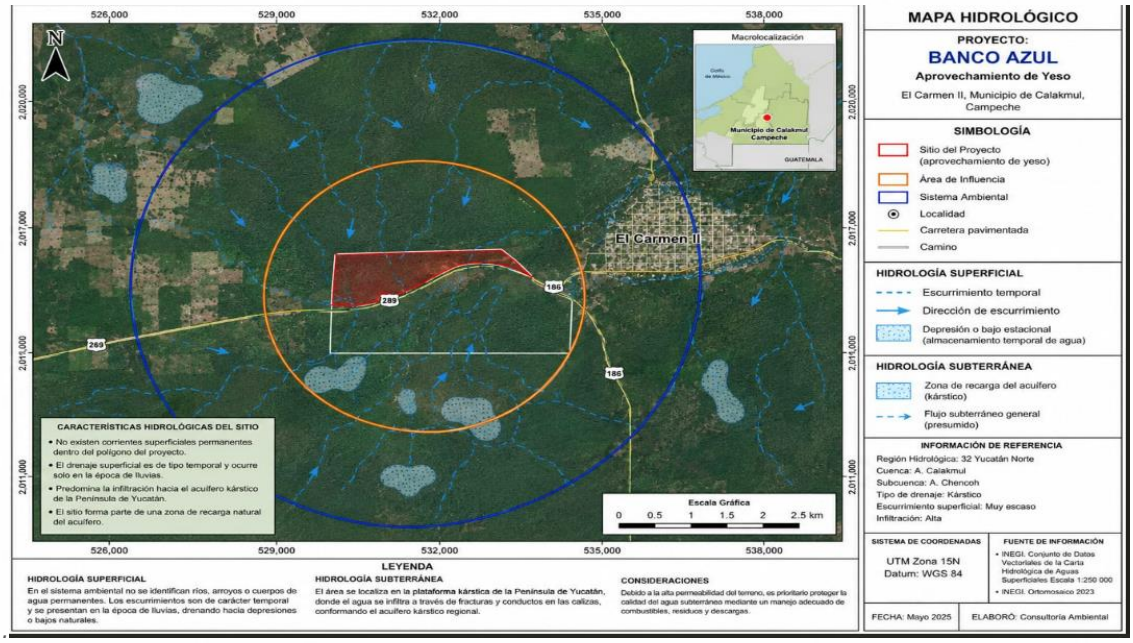


Imagen 7. Representación gráfica de la geología y geomorfología del proyecto.

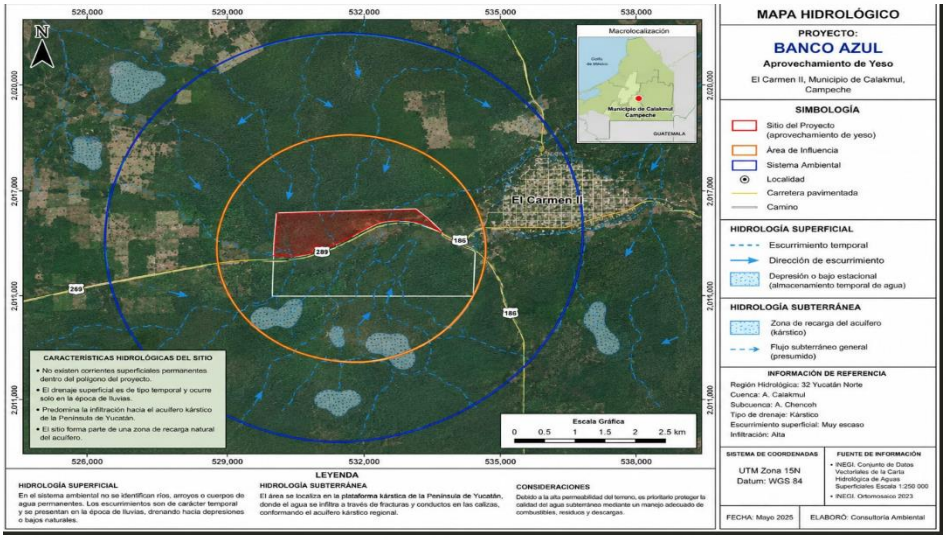


Imagen 8. Representación gráfica de la hidrología del proyecto

VIII.3 Glosario de términos

Acuífero kárstico: depósito de agua subterránea que se forma en rocas solubles (caliza, dolomía o yeso). El agua disuelve la roca con el tiempo y crea cuevas, grietas y conductos por donde el agua fluye con rapidez.

Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio 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 requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la Ley.

Banco de material: Sitio donde se encuentran acumulados en estado natural los materiales que se utilizarán en la construcción de una obra.

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Ciclo sedimentario: Proceso natural de la superficie terrestre donde las rocas viejas se rompen por el clima, viajan por el agua o el viento, y se acumulan en nuevos lugares para formar capas de suelo o rocas nuevas.

Comunidad vegetal: Se refiere a un grupo de poblaciones de plantas que habitan en determinada zona y que muestran patrones específicos en su distribución, abundancia y evolución; por ejemplo: bosque de coníferas, bosque mesófilo, selva alta, manglar, etc.

Conservación: La protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, el hábitat, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

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 cualquiera 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 y condición natural.

Cuenca hidrológica: El territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o

diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. La cuenca, conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión del recurso hidráulico.

Cuerpos de agua: Los lagos, acuíferos, ríos y sus cuencas permanentes e intermitentes, bahías, ensenadas, lagunas costeras, estuarios, marismas, embalses, pantanos, ciénegas y otras corrientes.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Desmonte: Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra. Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Fauna silvestre: Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus 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.

Flora silvestre: Las especies vegetales, así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

Hábitat: El sitio específico en un medio ambiente físico ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo determinado.

Material peligroso: Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

Matriz de Leopold: Es una herramienta de causa y efecto creada en 1971 por Luna B. Leopold. Sirve para evaluar de forma rápida el impacto ambiental de un proyecto. Usa un cuadro de doble entrada que cruza las acciones humanas con los factores ambientales afectados.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó;

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente;

Residuos sólidos: Materiales de desecho que provienen de actividades que se desarrollan en asentamientos humanos, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso o residuos sólidos municipales.

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.

Suelos lateríticos: Suelos residuales de zonas tropicales y subtropicales. Se forman por una intensa descomposición de la roca debido al calor y la lluvia. Tienen mucho hierro y aluminio, y poca sílice. Su color va del rojo oscuro al marrón.

VIII.4 Bibliografía Consultada

- Diario Oficial de la Federación. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Diario Oficial de la Federación. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003.
- Diario Oficial de la Federación. 2007. DECRETO por el que se adiciona un artículo 60 TER; y se adiciona un segundo párrafo al artículo 99; todos ellos de la Ley General de Vida Silvestre.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Gómez Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. 2.ª edición. Editorial Mundi-Prensa Libros, S.A. 750 pp.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Programa de Ordenamiento Local de Calakmul (POEL), 2024. Periódico Oficial del Estado, pp. 31-37.
- Rodríguez, P. y E. Vázquez-Domínguez. 2003. Escala y diversidad de especies. En: Monrroe, J. J. y J. Llorente B. (eds.). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., pp. 109-114.

VIII.4.1. Páginas Electrónicas Consultadas

• http://www.conafor.gob.mx

• http://www.conanp.gob.mx

• http://www.inegi.gob.mx

• http://www.conanp.gob.mx/anp/pcm.php

ANEXO 1. ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO DEL SITIO DEL PROYECTO

SUPERNOVA PENÍNSULA SAS DE CV
Servicios Profesionales, Científicos y Técnicos
RFC: SPE240905NX2

San Francisco de Campeche, Campeche, 11 de agosto de 2026

Oficio Núm: SEV/08-11/026

AQUIEN CORRESPONDA
PRESENTE

Sea este el conducto por el cual se hace entrega del Estudio Geoeléctrico (Sondeo Eléctrico Vertical, SEV) realizado para caracterizar la estratigrafía del sitio que ocupa el Proyecto: **"Banco de yeso Azul",** con pretendida ubicación en carretera Xpujil, aproximadamente a 1.5 km del núcleo de población el Carmen II, municipio de Calakmul, Estado de Campeche.

Sin otro particular de momento y en la espera de su atención, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

SIGN

ING. FERNANDO MEJIA ROMERO
RESPONSABLE TÉCNICO
CED. PROF. 9866246

C.c.p. Expediente
Minutario

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

SUPERNOVA PENÍNSULA SAS DE CV

Servicios Profesionales, Científicos y Técnicos

RFC: SPE240905NX2

TABLA DE CONTENIDO

	CAPITULO	PAGINA
I.	Introducción	3
II.	Objetivos	4
III.	Área de estudio	4
IV.	Marco teórico	6
V.	Metodología	17
VI.	Resultados	19
VII.	Conclusiones	35
VIII.	Fuentes de Información	43
IX.	Anexo fotográfico	44

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

SUPERNOVA PENÍNSULA SAS DE CV
Servicios Profesionales, Científicos y Técnicos
RFC: SPE240905NX2

SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) REALIZADO PARA CARACTERIZAR LA ESTRATIGRAFÍA DEL SITIO QUE OCUPA EL PROYECTO: "BANCO DE YESO AZUL", CON PRETENDIDA UBICACIÓN EN CARRETERA XPUJIL, APROXIMADAMENTE A 1.5 KM DEL NÚCLEO DE POBLACIÓN EL CARMEN II, MUNICIPIO DE CALAKMUL, ESTADO DE CAMPECHE.

1. INTRODUCCIÓN

La Estratigrafía es una ciencia geológica que tiene dos enfoques diferentes y complementarios: el científico, cuyo objetivo es la ordenación temporal e interpretación genética de los materiales, y el aplicado, cuya finalidad es localizar recursos naturales explotables y más recientemente contribuir a la planificación de la conservación del medio ambiente. Este doble enfoque, científico y aplicado, tiene un doble flujo de influencia de manera que de una parte los avances en el conocimiento científico facilitan la prospección de materias primas y de otra parte los datos obtenidos en la exploración de materias primas (en especial del petróleo) han suministrado informaciones valiosísimas que han contribuido al avance del conocimiento científico.

La Estratigrafía se construye a partir de la aplicación de algunos principios fundamentales, cuatro de ellos emitidos en la etapa de historia común con la Geología y el quinto emitido, de manera formal, recientemente, los cuales son: Principio de la horizontalidad original y continuidad lateral de los estratos; Principio de la superposición; Principio del uniformismo o actualismo; Principio de la sucesión faunística o de la correlación y Principio de la simultaneidad de eventos.

Los objetivos de cualquier investigación estratigráfica y en consecuencia de la Estratigrafía como ciencia, son diversos y sucesivos, y pueden resumirse en los siguientes: identificación de los materiales, delimitación de unidades litoestratigráficas, ordenación relativa de las unidades (secciones estratigráficas), interpretación genética de las unidades, levantamiento de secciones estratigrafías, correlación, introducción de la coordenada de tiempo y en el análisis de cuencas.

Con base a lo anterior y con fundamento en lo establecido en el Criterio Ecológico Particular CEP-SE-001-2003, en específico al apartado 6. Estudios necesarios, en lo subsecuente al 6.2 Estudio Geológico (estudio estratigráfico) y en acatamiento a lo que dispone el artículo 46 de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche; el presente documento expone los resultados del Estudio Geoeléctrico (Sondeo Eléctrico Vertical, SEV) realizado en el sitio que ocupa el Proyecto: "Banco de yeso Azul" con pretendida ubicación carretera Xpujil, aproximadamente a 1.5 km del núcleo de población El Carmen II, municipio de Calakmul, Estado de Campeche.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Realizar mediciones de resistividad en el “Banco de yeso Azul”

2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la resistividad del suelo en el “Banco de yeso Azul”, mediante la aplicación de un Sondeo Eléctrico Vertical.
- Realizar el análisis de inversión a los valores de resistividad obtenidos en en el “Banco de yeso Azul” .
- Determinar la cantidad de material pétreo susceptible de explotarse en el predio.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El sitio que ocupa el “Banco de yeso Azul”, se encuentra localizado en carretera Xpujil, aproximadamente a 1.5 km del núcleo de población El Carmen II, municipio de Calakmul, Estado de Campeche, figura 1.



Figura 1. Ubicación del Banco de Materiales “Durán” con referencia al núcleo de población El Carmen II, municipio de Calakmul, Estado de Campeche.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

En la figura 2 se muestra el polígono total que comprende el Banco de Materiales "Durán" y en el cuadro I se presentan las coordenadas correspondientes.



Figura 2. Polígono correspondiente al "Banco de Materiales Yeso Azul" (Sitio del Proyecto).

Cuadro I. Coordenadas UTM

FRACCIÓN A					
Superficie: 20-00-09.3 ha | Zona UTM: 16Q | Datum: WGS84					
Vértice	**Lado**	**Distancia (m)**	**Rumbo**	**X (Este)**	**Y (Norte)**
P1	P1 - P2	384.28	N 3°31'52.1" W	243231.892	2008754.072
P2	P2 - P3	358.36	N 83°7'48.1" E	243208.224	2009137.618
P3	P3 - P4	352.91	N 82°44'48.7" E	243564.013	2009180.484
P4	P4 - P5	159.03	S 48°21'47.3" E	243914.102	2009225.041
P5	P5 - P1	880.43	S 65°29'8.2" W	244032.956	2009119.381

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Extensión territorial

El estado de Campeche se localiza en la porción suroccidental de la península de Yucatán, la cual a su vez queda comprendida entre las coordenadas geográficas 17° 48' – 20° 52' de latitud norte y 89° 06' – 92° 27' de longitud oeste. Tiene una extensión aproximada de 56,859 km², equivalente al 2.9% de la superficie total del país. El estado de Campeche colinda al nor-noreste con el estado de Yucatán, al oriente con el estado de Quintana Roo, al sur con el estado de Tabasco, así como con la República de Guatemala y Belice, y al poniente con el Golfo de México.

El municipio de Calakmul se encuentra ubicado en la zona sureste del estado de Campeche, sus límites con los municipios de Candelaria, Champotón, Escárcegaal oeste, Hopelchén al norte, al este con Belice y el Estado de Quintana RooSu extensión territorial es de 13,839.11 km²que representan el 2.34% del total del territorio estatal. El territorio de Calakmul El territorio del municipio es mayormente plano, como el resto de la península de Yucatán, sin embargo en él se tiene algunos relieves de escasa altura que forman parte de la Meseta de Zoh laguna, haciendo de su territorio el de mayor elevación del estado de Campeche, en él se encuentra, cercano a la frontera con Guatemala, el Cerro Champerico que con 390 m s. n. m. es la mayor elevación del estado de Campeche, es principalmente somero, de tipo cársico y pedregoso, formado sobre roca caliza con más del 60% de carbonato de calcio. Predominan las rendzinas (molisoles) en las partes altas y los vertisoles o gleysoles en los bajos inundables ("ak'alches"). Su pH es neutro a alcalino y almacena abundante materia orgánica.

4.2. Geología del estado de Campeche:

Los límites geomorfológicos de la península de Yucatán de la cual forma parte el Estado de Campeche, se encuentran en el norte y parte noroeste del talud continental del banco de Campeche, al sur incluye el Petén de Guatemala y las montañas Maya de Belice, al oriente por el talud continental del mar del Caribe, ya que la plataforma continental es muy angosta, al oeste la planicie costera del golfo de México, al sureste del estado de Campeche y oriente del estado de Tabasco. La composición de los estratos de la península de Yucatán consiste de carbonatos autigénicos y anhidritas, precipitados desde el Cretácico Medio-Aptiano, hasta el Mioceno.

Las elevaciones de esta gran plataforma de calizas, varían de unos 300 m sobre el nivel del mar en la zona oeste, que descansan sobre metasedimentos del Paleozoico, que hacen de basamento, a profundidades que exceden los 2.400 m.

Debido al origen platafórmico de la Península, esta información se ha confirmado en la actualidad a través de diversos pozos exploratorios efectuados principalmente por PEMEX reconociendo que la columna geológica de los pozos inicia con un paquete de espesor variable de calizas y evaporitas, sobre las que descansan ciclos de plataformas de rocas carbonatadas de diversos

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

espesores, con intercalaciones de calizas, dolomías y anhidritas que contienen microfósiles de ambientes marinos someros, según los datos de los pozos exploratorios que atravesaron parcialmente la columna, entre 3 y 4 km de espesor. Al permanecer expuesta la plataforma a los procesos atmosféricos durante aproximadamente 13,000 años la península de Yucatán desarrolló importantes rasgos kársticos, tales como depresiones cerradas y elevaciones aisladas.

Dentro del territorio que abarca el estado de Campeche, las rocas expuestas comprenden un intervalo geocronológico que abarca del Paleoceno al Holoceno, y están constituidas por grandes espesores de caliza y caliza arcillosa con horizontes terrígenos, figura 3. Esta secuencia de rocas carbonatadas presenta una actitud horizontal, con algunas pequeñas ondulaciones en el ámbito local, provocadas posiblemente por la paleogeografía existente al momento del depósito.

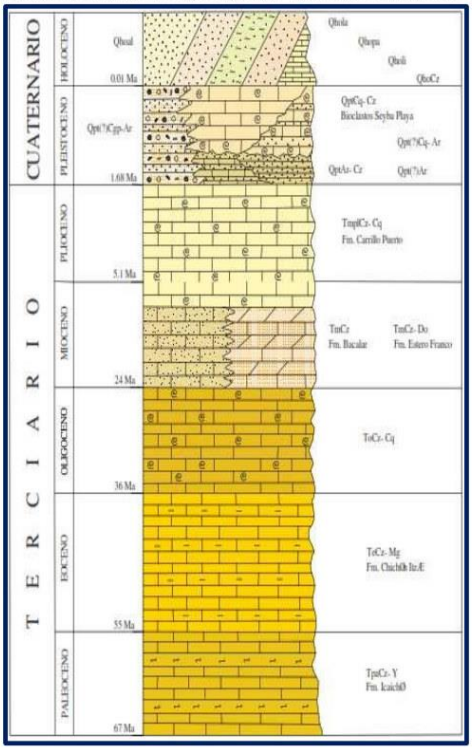


Figura 3. Columna Estratigráfica Plataforma de Yucatán.

Las rocas pertenecientes a la era Cenozoica representan la totalidad de los afloramientos rocosos de la península de Yucatán. Estas rocas consisten en una secuencia marina de carbonatos y

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

evaporitas, con material terrígeno escaso, cuyo espesor alcanza los 1,000 m. En el suroeste del Estado, esta secuencia está cubierta por aluvión cuaternario. La secuencia basal de las rocas aflorantes en el estado de Campeche corresponde al Paleoceno; sobre ella, de manera concordante, existe el depósito de una serie carbonatada depositada durante el intervalo Eoceno–Holoceno.

4.3. Fisiografía y Geomorfología.

La fisiografía de Campeche está compuesta por dos provincias fisiográficas: la Provincia XI Península de Yucatán, representada principalmente por la Subprovincia 63 Karst y Lomeríos de Campeche, y en menor proporción por la Subprovincia 62 Karts Yucateco; y la Provincia XIII Llanura Costera del Golfo Sur, representada por la Subprovincia 76 Llanura y Pantanos Tabasqueños, figura 4. La Subprovincia Karts y Lomeríos de Campeche, se distribuye en la mayor parte del territorio estatal, mientras que la Subprovincia Karst Yucateco se ubica sólo en la zona noroeste. Predominan topoformas del tipo lomerío bajo (LBJ) y lomerío alto (LAT); las llanuras de depósito (LDE) y la llanura rocosa (LRO) también se distribuyen ampliamente; y en menor proporción, la llanura costera (LCO) y la playa o barra (LBA) se presentan en una pequeña zona al norte del estado.

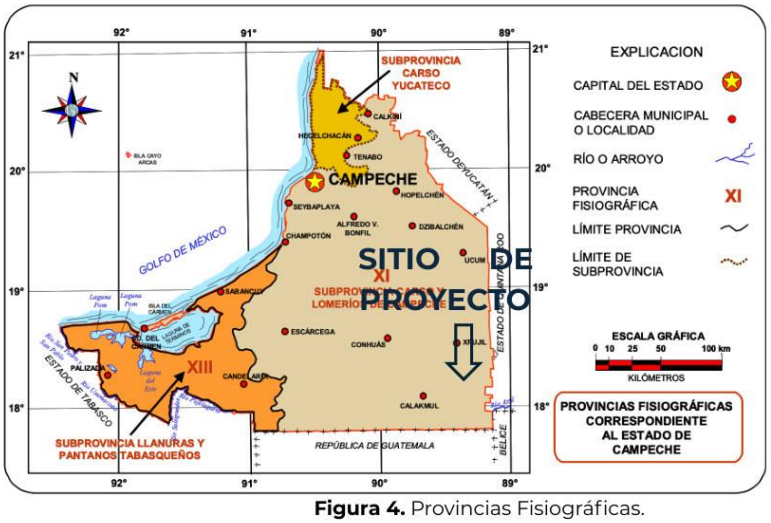


Figura 4. Provincias Fisiográficas.

4.4. El Karts de la Península de Yucatán.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

Karst o carst se refiere a un tipo especial de paisaje desarrollado en áreas dominadas por rocas relativamente solubles tales como las evaporitas (halita [NaCl], anihidrita [CaSO4] y yeso [CaSO4.2H2O]) y las calizas (dominadas por CaCO3) (Jennings, 1971; 1985). Existen otros ambientes con paisajes similares al karst pero que no se desarrollan sobre los tipos de roca mencionados, a estos se les denominan pseudokarst (Wray,1997). La palabra karst refiere al nombre del lugar en Eslovenia (anteriormente Yugoslavia) en donde Jovan Cvijic describió este tipo de paisaje por primera vez a finales del siglo XIX (Ćalić, 2007; Ford & Williams,2007; Gams, 1993). A nivel mundial, las zonas de karst representan aproximadamente el 14.1% de la superficie terrestre, de las cuales 12.2% relacionado con calizas, 0.18% con evaporitas y 1.40% con pseudokarst (Halliday, 2007; Hollingsworth, 2009).

La Península de Yucatán se caracteriza por ser una zona kárstica y por la presencia de gran cantidad de fracturas y fallas. Los ambientes donde se combinan altas densidades de procesos de disolución y fracturamiento se encuentran en tres áreas: a) en las planicies subhorizontales al norte de Quintana Roo, sobre unidades litológicas recientes, donde la vegetación dominante es de selva mediana subperennifolia, predominan los Leptosoles solos o combinados con Luvisoles e incluso Vertisoles en los que hay gran cantidad de depresiones kársticas; b) en planicies acolinadas del centro-oeste del Estado, en formaciones del Eoceno, donde los suelos dominantes son Phaeozems/Luvisol/Cambisol y Leptosol/Luvisol, que son utilizados para pastizales y cultivos; finalmente c) en las unidades litológicas más antiguas, sobre lomeríos y montañas al suroeste, los suelos dominantes son Leptosoles/ Phaeozems/ Vertisoles en los que se desarrolla una selva mediana subperennifolia.

4.5. Sismicidad.

Los movimientos bruscos y sacudidas en un terreno son las características principales de los sismos, cada lugar de la corteza terrestre puede estar expuesto a estos movimientos bruscos, pero no todos en la misma escala e intensidad, esto dependerá de la firmeza del suelo y la zona en que se encuentre. Los altos riegos de sismos en México se deben principalmente a las interacciones con las placas de Norteamérica y choques entre las placas del Pacifico y del Caribe esta línea de incidencia se llama eje Neovolcánico que cruza el país desde el Pico de Orizaba en el Este, hasta al Pico de Colima al oeste, en la placa del Caribe se encuentra la zona de estudio, esta se presenta estable, sin embargo los movimientos corticales que se generan en la placa del Pacifico se han sentido con poca intensidad en la zona, figura 5.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

SUPERNOVA PENÍNSULA SAS DE CV
Servicios Profesionales, Científicos y Técnicos
RFC: SPE240905NX2



Figura 5 Placas Tectónicas

Considerando precisamente la intensidad en la que se producen los sismos en México, existe una clasificación en el mapa que va desde la zona A hasta la zona D, misma que aumenta de manera creciente con lo que a la frecuencia sísmica concierne, figura 6.

- La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

- Las zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

- La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.



Figura 6 Regiones Sísmicas en México

De acuerdo la regionalización sísmica de la república mexicana y del Manual de Diseño de Obras Civiles, el Sitio del Proyecto se ubica en la zona sísmica A, caracterizada por sismos poco frecuentes de baja intensidad.

4.6. Métodos de exploración del subsuelo.

Algunos métodos Geofísicos son utilizados en los estudios geológico-geotécnicos en virtud de que la obtención de datos en campo y la interpretación de resultados pueden llevarse a cabo en tiempos relativamente cortos; de igual forma, son métodos no destructivos que no suelen requerir caminos de acceso o grandes maniobras para su realización, por lo que no deterioran las zonas donde son utilizados. Dentro de las desventajas que se tienen son: tienen una precisión menor que los sondeos directos y para su interpretación son necesarios conocimientos específicos, así como una experiencia importante y adecuada tanto de los operadores de los equipos como del personal que interpreta los resultados.

Actualmente la exploración geofísica ofrece una variedad amplia de métodos y modalidades:

- Métodos Sísmicos:
  - ✓ Sísmica de Refracción
  - ✓ Sísmica de Reflexión

- Métodos Eléctricos:
  - ✓ Sondeos Eléctricos Verticales (SEV)
  - ✓ Calicatas Eléctricas
  - ✓ Dipolo – Dipolo
  - ✓ Potencial Natural

- Métodos Gravimétricos.

- Métodos Magnéticos.

- Métodos Electromagnéticos de Alta Frecuencia.

Algunas de sus finalidades principales son:

a) Determinar los espesores de los diferentes materiales que constituyen el macizo rocoso, así como sus implicaciones estructurales en la zona de exploración.
b) Determinar los tiempos de arribo de las ondas longitudinales “P” y transversales “S” de los diferentes estratos presentes en el subsuelo de los portales tanto de entrada como de salida, con objeto de obtener el espesor del material de baja calidad.
c) Correlacionar los espesores, y velocidades de propagación con las características litológicas y geotécnicas de los diferentes paquetes de roca que constituyen la estratigrafía del sitio que se encuentre bajo estudio.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

SUPERNOVA PENÍNSULA SAS DE CV
Servicios Profesionales, Científicos y Técnicos
RFC: SPE240905NX2

La Geoeléctrica es la rama de la Geofísica que trata sobre el comportamiento de rocas y sedimentos con relación a la corriente eléctrica. Los métodos geoeléctricos más empleados se basan en la inyección artificial de una corriente eléctrica (sondeos eléctricos verticales **SEV** y calicatas eléctricas CE); de menor utilidad son la polarización inducida (PI) y el potencial espontáneo (PE), este último basado en la medición de campos eléctricos naturales. Otros métodos menos utilizados son: sondeos eléctricos bipolares, sondeos de frecuencia, corrientes telúricas, Audio Frecuencia Magnética (AFMAG). En los últimos tiempos se ha difundido el método conocido como imagen eléctrica o tomografía eléctrica.

El flujo de una corriente eléctrica a través de las rocas o los sedimentos, puede explicarse mediante la Ley de Ohm que establece que la caída de potencial **ΔV** entre 2 puntos por los que circula una corriente eléctrica de intensidad **I**, es proporcional a ésta y a la resistencia **R** que ofrece el medio al paso de la corriente (figura 7).

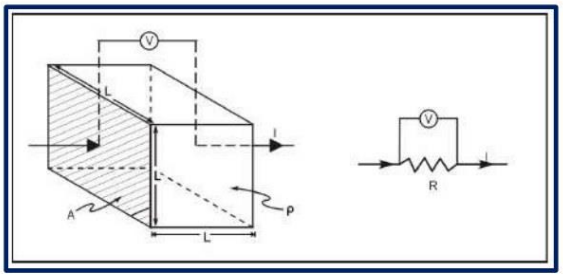


Figura 7. Diagrama explicativo de la Ley de Ohm, **(ΔV = I * R)**

La resistencia es función de la naturaleza y la geometría del conductor y esta puede asimilarse a un cilindro de longitud **L** y sección **S**:

$$\mathbf{R} = \frac{\boldsymbol{\rho} * \mathbf{L}}{\mathbf{S}}$$

ecuación en la que **ρ** representa la naturaleza del conductor y se denomina **resistividad.** En el caso de la prospección geoeléctrica, es la resistividad de las rocas o sedimentos. Remplazando R de la ecuación de la Ley de Ohm por su equivalente de la ecuación de Resistencia, se tiene que:

$$\Delta \mathbf{V} = \mathbf{I} * \frac{\boldsymbol{\rho} * \mathbf{L}}{\mathbf{S}}$$

La resistividad es una propiedad inversa a la conductividad eléctrica y generalmente se expresa en ohm por metro (**Ω*m**). La resistividad de la mayoría de las rocas y sedimentos secos es elevada, por lo que actúan como semiconductores, o conductores de baja capacidad. Este comportamiento cambia significativamente cuando las fisuras o los poros están ocupados por agua, lo que genera una disminución de la resistividad, o lo que es lo mismo en aumento en la capacidad de conducción de la corriente eléctrica. Además del grado de saturación también incide en la resistividad del medio, el contenido salino del agua; a mayor salinidad, menor resistividad y viceversa. Los contrastes en las resistividades son los que permiten aplicar exitosamente los métodos de prospección geoeléctrica mediante la inyección de corrientes continuas.

Son pocos los componentes geológicos subsaturados o secos, que presentan baja resistividad o alta conductividad entre los que pueden mencionarse a minerales metálicos como calcopirita, pirita, magnetita, galena, pirrotina, etc. El grafito también presenta elevada conductividad eléctrica, pero la mayoría de los minerales no metálicos, al igual que las rocas, tienen resistividades significativamente mayores, en general entre 2 y 6 órdenes de magnitud superiores. En la figura 8 se indican las resistividades que caracterizan a los minerales, a las rocas y a los sedimentos, y dentro de estos últimos también se aprecian diferencias notorias entre los de grano fino (margas, limos, arcillas), los de grano mediano (arenas) y grueso (gravas).

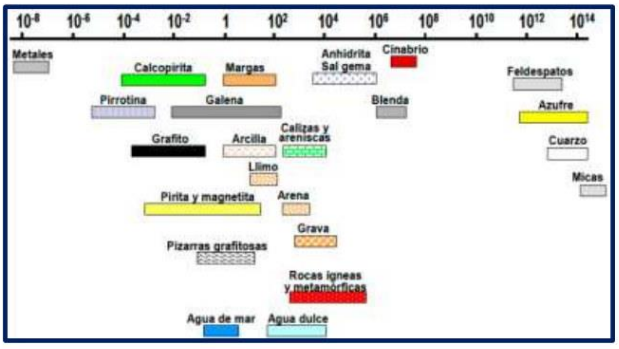


Figura 8. Resistividad de algunas rocas y minerales.

El suelo es de naturaleza heterogénea; varía por su composición y según las condiciones del medio. Aunque se pueden clasificar de diversas formas los suelos, por ejemplo, en arcilloso, arenoso y rocoso, no se puede atribuir una resistividad específica a un tipo de suelo, y si se realizan mediciones se pueden encontrar diversos valores de resistividad. El suelo es una mezcla de rocas, gases, agua y otros materiales orgánicos e inorgánicos. Esta mezcla hace que la resistividad del suelo aparte de depender de su composición intrínseca, dependa de otros factores externos como el tipo de suelo, mezcla de diversos tipos de suelos, suelos con capas estratificadas a profundidades y materiales diferentes, contenido de humedad, temperatura, compactación y

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

presión y la composición y concentración de sales disueltas. La combinación de los anteriores factores da como resultado suelos con características diferentes y consecuentemente con valores de resistividad distinta.

De entre todos los factores, la humedad es el más importante; además, es el factor que se puede alterar más fácilmente mediante la lluvia o el riego del suelo. Diferentes grados de humedad para un mismo terreno darían lugar a resistividades diferentes que podrían llevar a interpretaciones erróneas de los materiales constituyentes del suelo. Es por ello la necesidad de recurrir a procedimientos que aseguren una correcta interpretación de los valores de resistividad para poder definir el rango o tipo de suelo.

Por otra parte, se podría esperar un incremento de la resistividad relativamente uniforme con mayor edad geológica de una roca sedimentaria debido a la mayor compactación asociada con el mayor espesor de las rocas situadas encima de las rocas más antiguas. Pero los valores de resistividad de la mayoría de las rocas sedimentarias de la Terciaria son anormalmente altos. Este fenómeno se interpreta con la deposición de grandes cantidades de rocas sedimentarias en agua dulce en la Terciaria.

Las rocas sedimentarias del Mesozoico se caracterizan por valores de resistividad más bajos en comparación a aquellos de las rocas sedimentarias de la Terciaria puesto que se depositaron mayoritariamente en las aguas saladas de las cuencas marinas, en la figura 9 y con base a la información presentada anteriormente referente a la Geología del estado de Campeche, se señala en el recuadro de color rojo el tipo de material y el rango de los valores que se esperan obtener en el sitio destinado al Proyecto: "**Banco de Materiales yeso Azul",** con pretendida ubicación en aproximadamente a 1.5 km del núcleo de población el Carmen II, municipio de Calakmul, Estado de Campeche

Edad geológica	Arena marina, pizarra, grauwaca	Arenas terrestres, argilita, arcosa	Rocas volcánicas como basaltos, riolitas, tobas	Granito, gabro	Caliza, dolomia, anhidrita, sal
Cuaternario, Terciario	1 - 10	15 - 50	10 - 200	500 - 2000	50 - 5000
Mesozoico	5 - 20	25 - 100	20 - 500	500 - 2000	100 - 10.000
Carbonífero	10 - 40	50 - 300	50 - 1000	1000 - 5000	200 - 100.000
Paleozoico, hasta el fin de carbonífero	40 - 200	100 - 500	100 - 2000	1000 - 5000	10.000 - 100.000
Precámbrico	100 - 2000	300 - 5000	200 - 5000	5000 - 20.000	10.000 - 100.000

Figura 9. Valores de resistividad específica en Ω*m para varios tipos de rocas saturadas con agua.

Con base a las características geológicas descritas anteriormente, al "Banco de Materiales yeso Azul" le corresponderían los valores de resistividad señalados en la figura 10.

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Figura 10. Valores de resistividad específica en Ω*m con base a la naturaleza del terreno.

Sondeo Eléctrico Vertical: se puede definir al Sondeo Eléctrico Vertical, o por sus siglas **SEV**, como una serie de mediciones de la resistividad aparente del subsuelo, efectuadas con la misma configuración electródica y aumentando la separación entre los electrodos de corriente y los de potencial para cada medición.

El objetivo del SEV es el de obtener un modelo unidimensional de la variación de la resistividad aparente en función de la profundidad a partir de las mediciones de la diferencia de potencial obtenidas en la superficie. La profundidad alcanzada por la corriente eléctrica dependerá de la separación que exista entre los electrodos de corriente y de las propiedades eléctricas del subsuelo. Si la distancia entre electrodos AB aumenta, la corriente circula a mayor profundidad, aunque la densidad de corriente disminuye, figura 11.

Podría pensarse que la profundidad de investigación es proporcional a la separación AB, sin embargo, esto no siempre se cumple dado que lo anterior sólo sería válido para un semiespacio homogéneo. La efectividad del método corresponde al caso en el que el SEV se utiliza para el estudio de medios estratificados, de capas lateralmente homogéneas en lo que respecta al parámetro de resistividad. La experiencia demuestra que los resultados obtenidos son válidos para medios en donde los estratos alcanzan una inclinación de hasta 30°.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

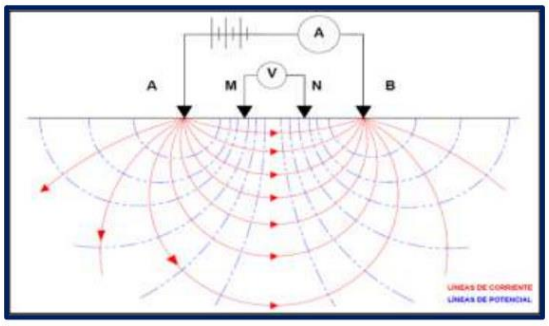


Figura 11. Principio del SEV, a medida que se da el espaciamiento entre electrodos, la corriente penetrará en las capas más profundas.

Tomografía de Resistividad eléctrica (TRE): la tomografía eléctrica es una técnica de exploración geofísica cuyo objetivo específico es el de determinar la distribución de la resistividad eléctrica en el subsuelo. Esto se puede obtener mediante la inyección de una corriente eléctrica continua en la superficie del terreno a través de 2 electrodos y midiendo la diferencia de potencial en otro par de electrodos a lo largo de una línea o un perfil y hasta un cierto rango de profundidad. Las mediciones obtenidas corresponden a valores de resistividad aparente. Una vez procesados los datos, se obtiene información sobre la distribución de resistividad real del subsuelo. Es importante mencionar que las medidas se deben de realizar involucrando varios rangos de profundidad, la cual estará en función de la apertura de los electrodos de corriente y del modelo empleado, figura 12.

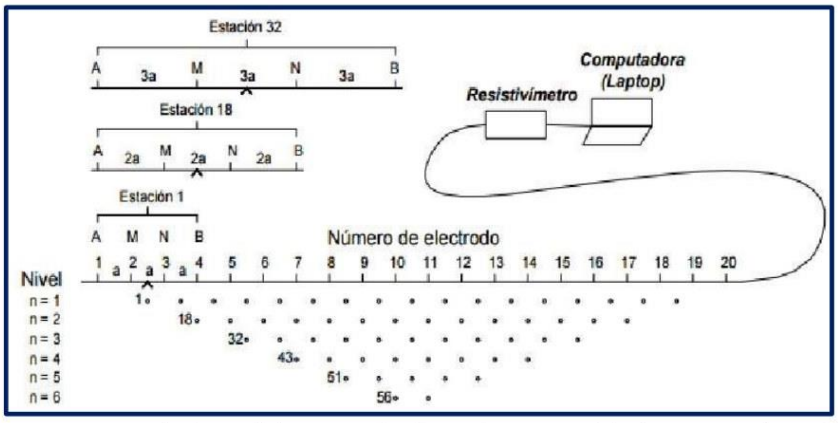


Figura 12. Secuencia de mediciones empleadas en la construcción de una pseudosección.

La relación entre la resistividad aparente y la resistividad verdadera es una relación compleja, en la cual es necesario aplicar técnicas de inversión de los datos para la determinación de la resistividad real del subsuelo a partir de los datos de resistividad aparente. El resultado que se obtiene después del procesamiento de los datos, es una imagen en 2D distancia-profundidad que muestra la distribución de resistividad real del subsuelo y que puede ser interpretado en términos geológicos. La técnica de tomografía eléctrica se puede dividir en dos etapas. La primera consiste en la adquisición de datos en campo y la segunda etapa corresponde a la inversión de los datos, dando como resultado una imagen eléctrica.

5. METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo del presente trabajo, es indispensable llevar a cabo una serie de mediciones con el fin de obtener el valor de la resistividad del suelo a diferentes profundidades, mediante la inyección de una corriente eléctrica en el subsuelo y la medición del potencial resultante a través de un arreglo electródico tetraelectródico.

Para la aplicación del método en campo, se distribuyen los electrodos con un orden definido, denominado dispositivo electródico. Entre los métodos más comunes y confiables está el método de los cuatro puntos de Wenner, el cual es un método preciso y la razón es que con el método se obtiene la resistividad del suelo para capas profundas sin enterrar los electrodos a dichas profundidades; no es necesario un equipo pesado para realizar las medidas; los resultados no son afectados por la resistencia de los electrodos auxiliares o los huecos creados para hincarlos en el terreno. El método consiste en enterrar electrodos tipo varilla en cuatro huecos en el suelo a una profundidad “b” y espaciados (en línea recta) una distancia “a”. En la figura 13 se esquematiza una secuencia de medición utilizando la configuración de Wenner.

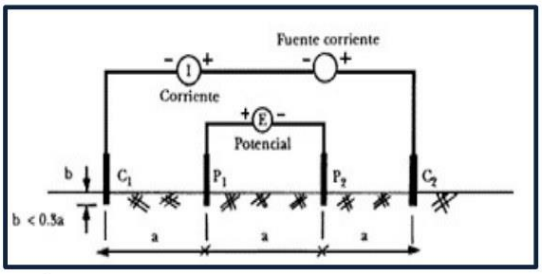


Figura 13. Esquema o configuración de Wenner.

Una corriente “I” se inyecta entre los dos electrodos externos y el potencial “V” entre los dos electrodos internos es medido por el instrumento. El instrumento mide la resistencia R = (V/I) del

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

volumen de suelo cilíndrico de radio "a" encerrado entre los electrodos internos. La resistividad aparente del suelo ($\boldsymbol{\rho a}$) a la profundidad "a" es aproximada por la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{\rho a} = \frac{4\pi Ra}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2+4b^2}} - \frac{2a}{\sqrt{4a^2+4b^2}}}$$

Para la realización del estudio y obtener los valores de resistividad se precisa de electrodos o barras metálicas de material idealmente no polarizable; cable de cobre calibre 18 AWG; conectores o pinzas para unir los electrodos al cable; fuente de corriente continua; voltímetros de alta impedancia y ordenador con el software para analizar y proyectar los resultados obtenidos en campo.

Para el caso del presente estudio, se ubicaron cuatro puntos de medición (A, B, C y D), en total se realizaron **60** mediciones a diferentes profundidades de estudio. La figura 14 muestra la ubicación de las zonas de medición en el Sitio del Proyecto.

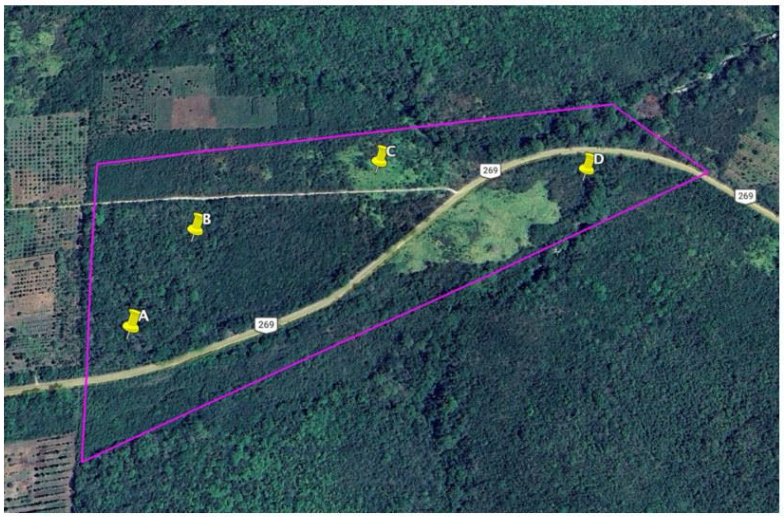


Figura 14. Ubicación de los puntos de medición A, B, C y D.

6. RESULTADOS

6.1 Geología del Sitio del Proyecto.

Con base a las fuentes de información disponible, la geología del municipio de Hecelchaán se resume de la siguiente manera:

- Período: Neógeno (80.93 %) y Cuaternario (18.21%)
- Roca: Sedimentaria: caliza (80.97 %)
- Suelo: Lacustre (12.61 %) y Residual (5.56 %)

Con relación a lo anterior, en la figura 15 se ubica el Sitio del Proyecto resaltado por la flecha de color rojo; la geología correspondiente al área bajo estudio corresponde a ***caliza de moluscos.***

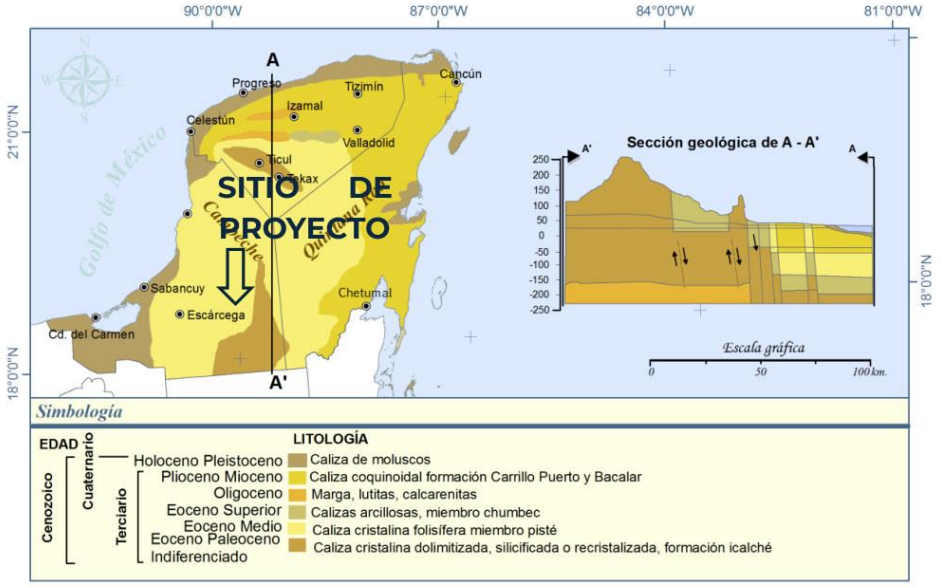


Figura 15. Geología del Banco de Materiales, con respecto al perfil litológico de la Península de Yucatán.

Con base a los períodos geológicos correspondientes al estado de Campeche y de acuerdo a lo identificado en el sitio bajo estudio con relación al municipio de Calakmul, así como también conforme a lo establecido en el Mapa de la Serie V del INEGI, la geología del Banco de Materiales es **roca sedimentaria tipo caliza**, figura 16.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

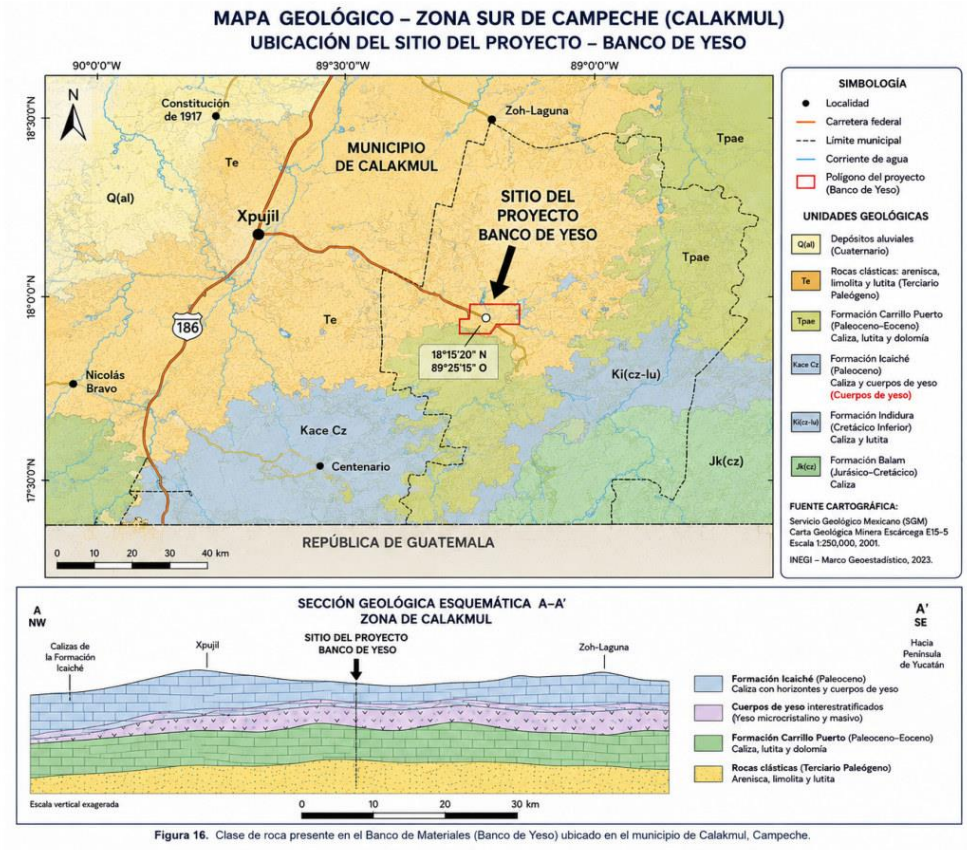


Figura 16. Clase de roca presente en el Banco de Materiales (Banco de Yeso) ubicado en el municipio de Calakmul, Campeche.

Figura 16. Clase de roca presente en el Banco de Materiales.

6.2. Fisiografía del Sitio del Proyecto.

De acuerdo a la información existente y tomada de la base de datos del INEGI, el "Banco de Materiales yeso Azul", se encuentra en su totalidad en la provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán, la cual es una plataforma calcárea formada por una serie de rocas sedimentarias que sobreyacen en un basamento metamórfico de edad paleozoica; aflora además una secuencia de rocas calizas del Cenozoico, con deformaciones poco significativas.

Con base a la información disponible, en las figuras 17a, 17b y 17c, presentan la fisiografía del área bajo estudio de acuerdo a lo siguiente:



Figura 17a. Provincia: ***Península de Yucatán.***



Figura 17b. Subprovincia: ***Carso y Lomeríos de Campeche.***



Figura 17c. Sistema de Topoformas: ***Lomerío.***

Figura 17. Fisiografía del Sitio destinado al Banco de Materiales yeso Azul.

La mayor parte de la Península presenta altitudes menores a los 50 msnm, siendo uno de los rasgos más notables y destacados la escasa presencia de drenaje superficial. El drenaje de la provincia fisiográfica es, por tanto, casi totalmente subterráneo. La infiltración a grado tan extremo del agua al subsuelo es rasgo característico de un karst cuyas formas topográficas dominantes son resultado de la disolución de su roca por el agua.

6.3. Edafología del Sitio del Proyecto:

La acción de las altas temperaturas y abundantes precipitaciones sobre la roca caliza, han generado, en la entidad, suelos genéticamente jóvenes, poco profundos y de fertilización media, clasificados según la FAO-UNESCO, como Rendzinas. Regionalmente se conocen como Chacluum-Pusluum y se localizan principalmente en la zona centro y norte, abarcando el 52% del territorio estatal; se considera que son suelos aptos para frutales y hortalizas, pero se utilizan mayoritariamente para cultivos tradicionales de bajo rendimiento.

Otra unidad de suelos que domina en la porción sureste del Estado, ubicándose hacia el centro de la península de Yucatán, son los suelos clasificados como Litosoles y que en la terminología maya se asocian con Tzekel. Son suelos de escasa profundidad con presencia de rocas en el perfil, de vocación forestal, pero que la práctica de la agricultura nómada de roza, tumba y quema ha provocado que sean utilizados para la siembra de maíz, chile y frijol, induciendo la erosión severa, debido a su escasa profundidad y ubicación sobre topografía ondulada. Estos suelos cubren una superficie del 21% del territorio estatal.

De acuerdo a lo mostrado en la figura 18 y con base a la información geoespacial que muestra la distribución de los principales tipos de suelo en el territorio nacional, así como los atributos físicos, químicos y limitantes físicas y químicas presentes, de acuerdo con la base referencial mundial del recurso suelo de la FAO, el tipo de suelo presente en el "Banco de Materiales yeso azul" es: **Icaiche.**



Figura 18. Tipo de suelo presente en el Banco de Materiales.

6.4. Morfología del Karts de la Península de Yucatán.

Además de la composición de la roca caliza y las condiciones ambientales, la evolución del karst de Yucatán se encuentra relacionada también con la neotectónica y las glaciaciones (LugoHubp et al., 1992). La evolución del karst se puede observar a través de las diferentes formas del relieve que se van formando a través del tiempo. Jovan Cvijic identificó en 1919 la existencia de cuatro estados de evolución del Karst: juvenil, maduro, maduro tardío y viejo (Bharatdwaj, 2006). El estado juvenil es cuando la roca caliza queda expuesta, el drenaje superficial se pierde y se desarrolla el subterráneo; el estado maduro es cuando se observa un drenaje subterráneo bien desarrollado y una cantidad máxima de cenotes y cavernas; el estado maduro tardío se caracteriza por la desaparición de los cenotes y la aparición de los poljés y las uvalas; y el estado viejo es cuando los escurrimientos superficiales vuelven a aparecer (Bharatdwaj, 2006; Sanders, 1921). Alexander Klimchouk realizó luego una definición más completa basada en la evolución geológica del karst (Klimchouk & Ford, 2000).

En la península de Yucatán hubo dos etapas de formación de karst, una antigua, paleogénica, en una superficie elevada, con formaciones características de climas tropicales (conos cársticos); y otra reciente, en la planicie, de hasta 20 cm-30 cm de altura (Gerstenhauer [1972], citado en Lugo-Hubp et al. [1992]). Las tres formas predominantes del terreno en el karst Yucateco son las

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

depresiones cerradas conocidas como dolinas, uvalas y poljés (Aguilar, Bautista, Mendoza, Frausto & Ihl, 2016). En general, se acepta que las dolinas son de forma circular a subcircular y varían en diámetro de unos cuantos metros hasta 1 km; las uvalas son grandes depresiones (mayores de 1 km) de formas irregulares o alargadas; y los poljés son depresiones largas, con el fondo cubierto con sedimentos y situados muy cerca del nivel freático (Ćalić, 2011). Recientemente, Aguilar et al. (2016) identificaron 6717 depresiones en el estado de Yucatán, de las cuales 4620 fueron clasificadas como dolinas (cenotes), 2021 como uvalas y 76 como poljés. El paisaje kárstico de Yucatán se caracteriza por un relieve ondulado compuesto por planicies estructurales y lomeríos (Lugo-Hubp et al., 1992), con depresiones y cavernas cuyas dimensiones se van ampliando hacia el sur del estado (Duch, 1988). **En lo que concierne al Banco de Materiales, la figura 19 denota que el área que se pretende explotar se encuentra en una zona denominada Karts Cálido Subhúmedo.**

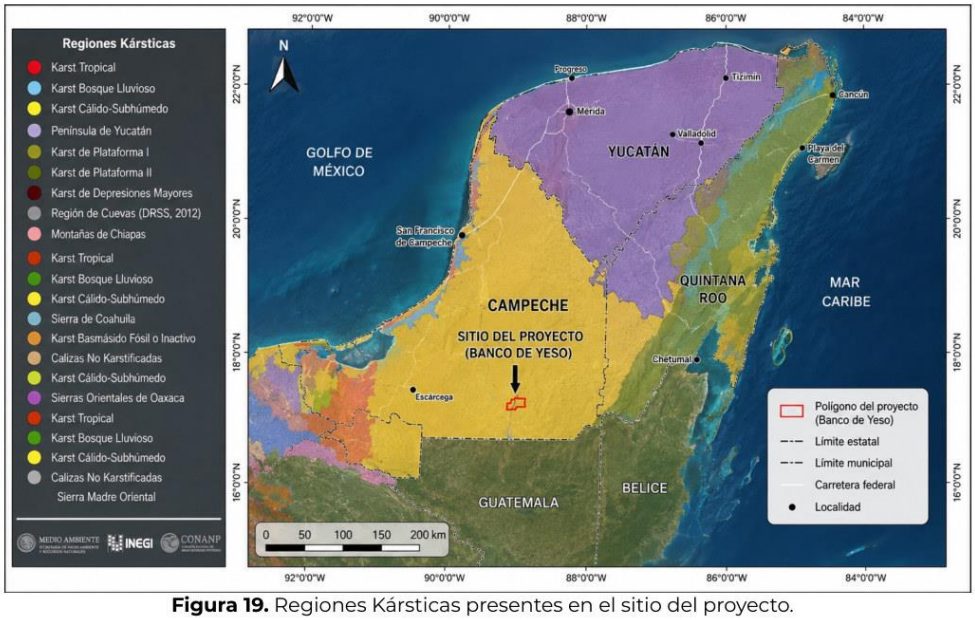


Figura 19. Regiones Kársticas presentes en el sitio del proyecto.

Derivado de lo anterior y con base al Atlas de Riesgos del Estado de Campeche, el sitio del proyecto se encuentra en una zona considerada como de Riesgo Medio, lo anterior concuerda con las condiciones de suelos y basamentos de origen calcárico que le otorgan a la región o zona circundante al sitio del proyecto una condición de **riesgo medio** relacionada con la solubilidad de dichos sustratos, figura 20.



Figura 20. Karsticidad presente en el sitio del proyecto.

6.5. Valores de resistividad y procesamiento de datos.

Para realizar la interpretación de los valores obtenidos en campo se toman en cuenta los factores que influyen en caracterizar el suelo (grado de saturación, porosidad, temperatura, tipo de suelo); esto debido a que el incremento de fluidos en el terreno se verá reflejado en una disminución en los valores de resistividad. Derivado de las mediciones efectuadas en el "Banco de Materiales yeso Azul", se presenta el cuadro II con los resultados de resistividad aparente para las zonas de medición A, B, C y D.

Cuadro II. Valores de resistividad obtenidos en las estaciones de medición

ρ_n	Espaciamiento "a" (metros)	Zona A ρa (Ω.m)	Zona B ρa (Ω.m)	Zona C ρa (Ω.m)	Zona D ρa (Ω.m)
ρ_1	1	939.07	1107.10	1194.48	1288.76
ρ_2	2	1412.98	1665.81	1797.29	1939.15
ρ_3	3	1449.39	1708.74	1843.61	1989.12
ρ_4	4	1743.99	2056.04	2218.32	2393.41
ρ_5	5	1971.60	2324.38	2507.85	2705.79
ρ_6	6	2319.03	2733.98	2949.77	3182.59
ρ_7	7	2347.68	2767.74	2986.20	3221.90
ρ_8	8	2628.80	3099.18	3343.79	3607.72
ρ_9	9	3043.73	3588.34	3871.57	4177.16
ρ_{10}	10	3353.82	3953.92	4266.00	4602.72
ρ_{11}	12	4058.31	4784.46	5162.10	5569.54
ρ_{12}	14	4359.97	5140.10	5545.81	5983.54
ρ_{13}	16	4600.41	5423.56	5851.64	6313.51

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

ρ_{14}	*18*	*5072.88*	*5980.57*	*6452.62*	*6961.93*
ρ_{15}	*20*	*5433.19*	*6405.35*	*6910.93*	*7456.41*

Con base a los criterios encontrados en la literatura, los resultados mostrados en el cuadro II de manera generalizada, señalan lo siguiente:

Zona "A" y Zona "B": los resultados de resistividad aparente obtenidos en estas zonas de medición, proponen que el suelo se compone de tres capas resistivas caracterizadas por la condición: **($\rho_{n-1} < \rho_n < \rho_{n+1}$),** esta condición representa una tendencia hacia valores más resistivos conforme se avanza en la profundidad de investigación. Los valores de resistividad encontrados en los primeros tres metros de profundidad de estudio indican la presencia de caliza blanda o fragmentos de caliza; los resultados señalan que después de esta profundidad, las condiciones que imperan en el sitio del proyecto denotan la presencia de caliza agrietada y caliza compacta (dura continua). En la figura 24 se representa en un modelo de corte geoeléctrico los resultados obtenidos.

Zona "C" y Zona "D": los resultados de resistividad aparente obtenidos en estas zonas de medición proponen que el suelo está constituido de igual forma por tres capas resistivas caracterizadas por la condición: **($\rho_{n-1} < \rho_n < \rho_{n+1}$),** esta condición representa una tendencia hacia valores más resistivos conforme se avanza en la profundidad de investigación. Los valores de resistividad encontrados a partir de los primeros tres metros de profundidad de investigación, indican la presencia de caliza blanda o fragmentos de caliza; los resultados señalan que después de esa profundidad podemos encontrar caliza agrietada y caliza compacta (dura continua).

Estos resultados hacen referencia a la presencia de tres gradientes de resistividad lo que corresponderían a tres capas o estratos presentes en el subsuelo de la zona de medición los cuáles son representados en el modelo de corte geoeléctrico de la figura 28 denotando de esta manera la probabilidad de contacto continuo entre las capas resistivas en cada zona de medición, figura 21.

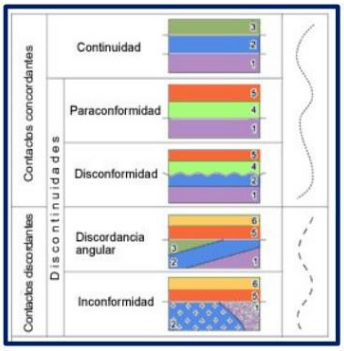
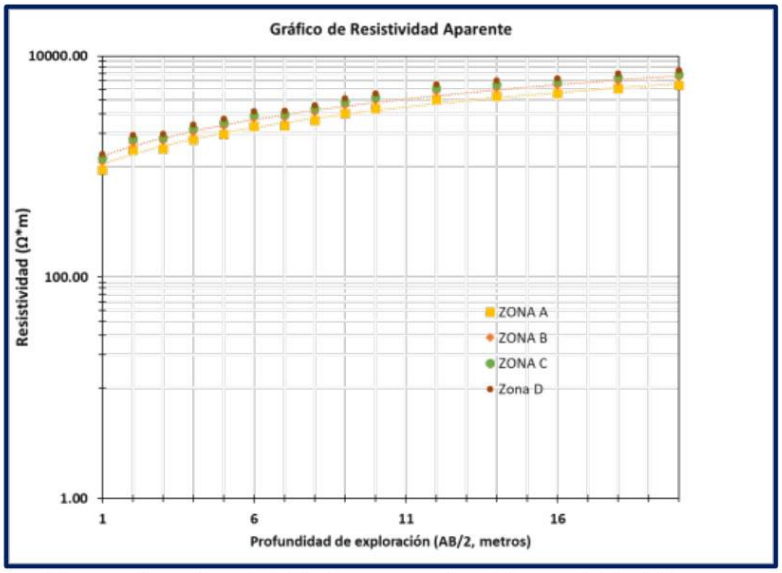


Figura 21. Tipos de contactos entre unidades litológicas.

La gráfica 1 presenta los resultados de resistividad aparente obtenidos de las zonas de medición (A, B, C y D). La dispersión de los valores de resistividad en las zonas de medición indica una tendencia hacia valores más resistivos conforme se avanza en la profundidad de investigación. Es claro observar el comportamiento similar de los valores para todos los puntos de medición.



Gráfica 1. Valores de resistividad aparente obtenidos en el sitio del proyecto.

El rango de valores obtenido de las mediciones puntuales y de acuerdo a los criterios establecidos en la literatura, estarían indicando la presencia de caliza en tres diferentes composiciones. Esto concuerda con la topografía del sitio en la cual se observa una altura efectiva aproximada a los 28 metros y con base al recorrido e inspección visual se observan afloramientos superficiales de roca caliza color grisáceo sin estratificación aparente, figura 22.

Por otra parte, posterior a los tres metros de profundidad de investigación, los valores de resistividad señalan la presencia de caliza agrietada y caliza compacta. Con base a los resultados derivados de la aplicación del modelo TRE, se indica la presencia de caliza blanda en menor proporción y caliza agrietada y compacta en mayor proporción para todas las zonas de medición.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com



Figura 22. Características de la roca caliza observada en el Banco de Materiales.

La figura 23 presenta los modelos establecidos para 2, 3 y 4 capas de resistividades aparentes. El obtenido en la gráfica 1, corresponde al de 3 capas señalado en el cuadro de color rojo para todos los puntos de medición.

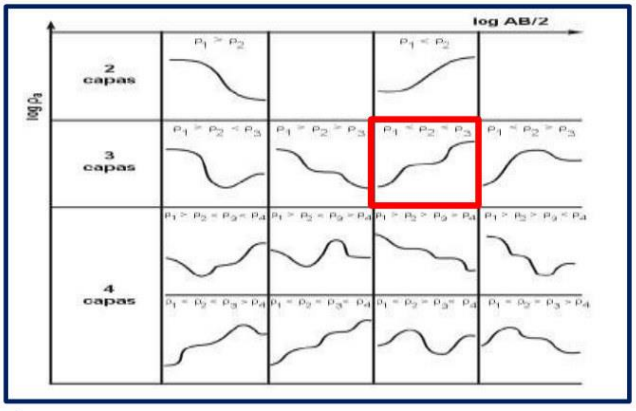
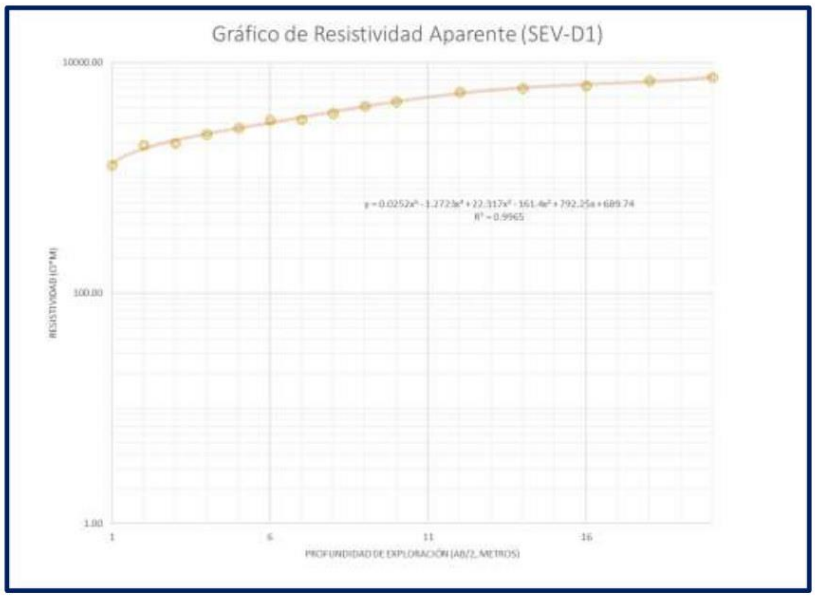


Figura 23. Curva de resistividades aparentes para 2, 3 y 4 capas.

La gráfica 2 muestra los resultados de resistividad aparente del punto o zona de medición A, como referencia, el cual es obtenido mediante el empleo de los instrumentos de medición y comparados con la aplicación del modelo SEV-D1. La aplicación del modelo SEV-D1, permite estimar de manera más precisa la posición de puntos de inflexión; sin embargo, en este caso los puntos de inflexión en la curva en cuestión, indican solamente la transición entre zonas con base a los valores de resistividad obtenidos. De acuerdo al análisis efectuado a los valores de resistividad aparente del punto de medición A, con la aplicación del modelo SEV-D1 se identifican tres puntos de inflexión correspondientes a los estratos o capas resistivas.

Este modelo permite identificar con mayor claridad que las características edafológicas y las condiciones de vegetación, humedad, temperatura y topografía que imperan en el sitio y en la zona de influencia coadyuvan en la interpretación de los estratos específicos mencionados anteriormente. Los resultados obtenidos se ejemplifican en los modelos de corte geoeléctrico más adelante.



Gráfica 2. Modelo SEV 1D para la interpretación de los datos de resistividad para la configuración Electródica de Wenner, punto de medición A.

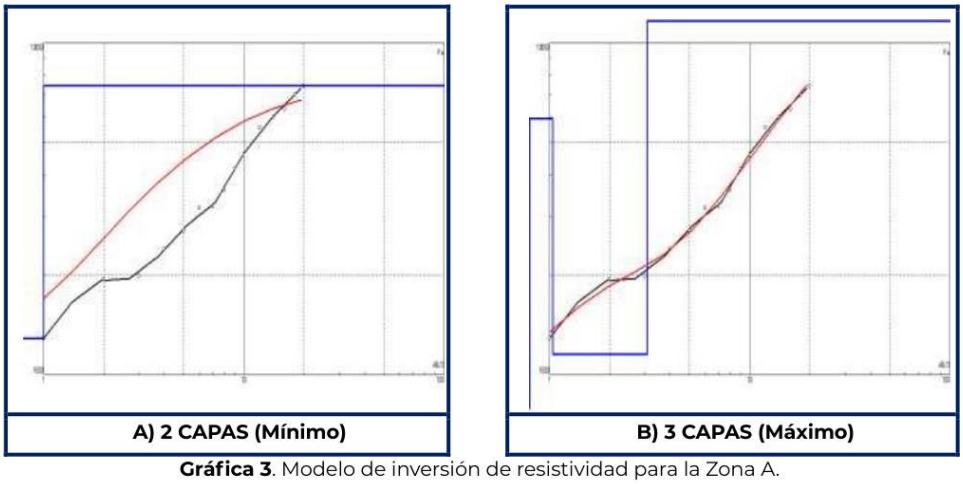
Los valores de resistividad aparente obtenidos en campo, son utilizados para generar imágenes eléctricas. Para esto es necesario convertir la pseudosección de resistividades aparentes en un modelo de resistividades verdaderas. Lo anterior es posible mediante la aplicación de algoritmos

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

de inversión de estos datos, dando como resultado una imagen eléctrica. El proceso de inversión de los datos de resistividad busca obtener un modelo del subsuelo que pueda ser considerado como una solución válida y que a su vez sea compatible con los datos de campo. Por lo tanto, los datos teóricos y los obtenidos en la práctica deben ser semejantes entre sí. Durante el proceso de inversión, se toma como criterio de convergencia el valor del error cuadrático medio (RMS), entre los datos de campo y la respuesta del modelo teórico después de cada iteración.

Si el valor del RMS se encuentra por encima de la tolerancia de error predefinido por el usuario, se rediseña el modelo. Cuando el valor del RMS sea aceptable, se puede decir que la inversión ha convergido y que el proceso de inversión se encuentra terminado. Se debe de tener en cuenta que el modelo que tenga el más bajo RMS puede, algunas veces, no ser siempre el "mejor" modelo desde la perspectiva geológica.

En la gráfica 3 podemos observar los resultados del proceso de inversión aplicado a los valores de resistividad aparente del punto de medición A. Los resultados de la inversión aplicada muestran un mínimo (inciso A) y un máximo (inciso B) de capas probables que pueden encontrarse en el punto de medición "A". Para el caso que ocupa el presente estudio y para el punto de medición A, el modelo de corte geoeléctrico se ajusta a **3 capas** resistivas en función de los puntos de inflexión obtenidos por los valores de resistividad a través del modelo SEV-D1.



A) 2 CAPAS (Mínimo) | **B) 3 CAPAS (Máximo)**

Gráfica 3. Modelo de inversión de resistividad para la Zona A.

La figura 24 representa el modelo de corte geoeléctrico-estratigráfico para las zonas de medición A y B con el perfil litográfico correspondiente a roca caliza; se observa la conformación de tres zonas o niveles donde cada una representa diferentes capas resistivas identificándose en función de los valores de resistividad como caliza blanda (A), caliza agrietada (B) y caliza compacta (C); es

preciso señalar que para efectos de interpretación visual el perfil del área bajo estudio se realizó con 5 diferentes profundidades con el fin de proporcionar una imagen característica del contacto concordante entre las zonas identificadas, esto hace suponer que las capas presentan la misma orientación y no existen interrupciones importantes en la sedimentación.

Destaca el aumento en los valores de resistividad posterior a los tres metros de profundidad de análisis. Los datos concuerdan con la caracterización fisiográfica del sitio bajo estudio ya que es clara la presencia de roca sedimentaria tipo caliza.

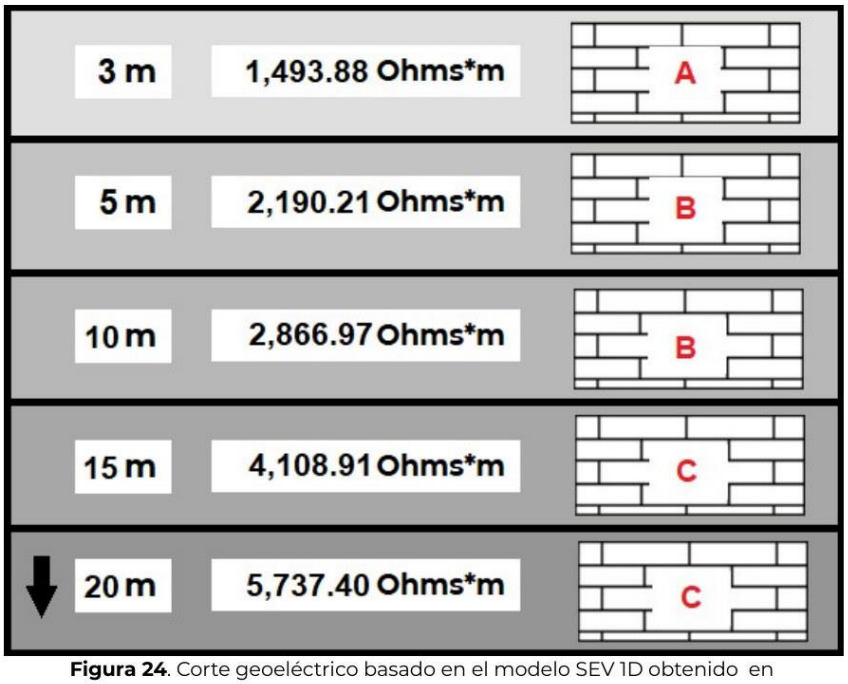


Figura 24. Corte geoeléctrico basado en el modelo SEV 1D obtenido en las zonas de medición A y B.

El modelo de resistividades reales de la figura 25 muestra que para el punto de medición A y para la profundidad de estudio, las condiciones del sitio no ejercen influencia en los valores de resistividad, ya que estos corresponden a lo obtenido con los instrumentos de medición y conforme se avanza en la profundidad de investigación, los valores obtenidos concuerdan con el análisis preliminar de la zona de estudio la cual ubica al Sitio del Proyecto como caliza que corresponde a una unidad cronoestratigráfica de la serie Eoceno.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

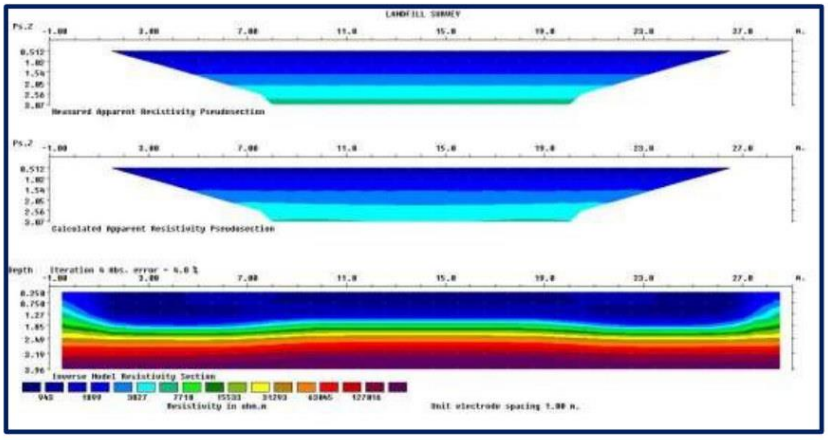


Figura 25. Modelo de resistividades reales del proceso de inversión sin topografía, punto de medición A.

Cabe señalar que, en los límites del polígono de aprovechamiento, se observa que la cubierta vegetal corresponde a vegetación secundaria arbustiva, de igual modo se observa la presencia de campos agrícolas y la topografía del sitio promueve las condiciones que permiten corroborar los datos obtenidos con el equipo de medición, figura 26.



Figura 26. Condiciones de la vegetación observada en los límites del sitio destinado al aprovechamiento.

La caliza es una roca sedimentaria porosa formada por carbonatos, principalmente carbonato de calcio o calcita ($CaCO_3$) la acción del agua de lluvia y ríos provoca la disolución de la caliza, creando un tipo de erosión característica denominada kárstica. Con independencia de su origen, la composición mineral de toda la caliza es similar, aunque existen muchos tipos diferentes.

La roca de tipo evaporítica conformada principalmente de yeso y anhidrita surge por precipitación química, esto se presenta cuando por los efectos de la evaporación del agua que permanece estancada se precipitan pequeños cristales del sulfato cálcico, acumulándose así pequeñas capas que en ocasiones dan origen a rocas con grandes capas de espesor.

En general, el comportamiento litológico de la región consiste en la ubicación de material calizo en la mayor superficie predominando en las principales zonas de transporte hídrico, mientras que el material aluvial proveniente de precipitación química y conformada por roca evaporítica se presenta en zonas de acumulación constante de agua.

Rocas sedimentarias químicas			
Composición	Textura	Nombre de la roca	
Calcita, $CaCO_3$	No clástica: cristalino de fino a grueso	Caliza cristalina	
		Travertino	
	Clástica: caparazones y fragmentos de caparazón visibles, cementados débilmente	Coquina	Caliza bioquímica
	Clástica: caparazones y fragmentos de caparazón de diversos tamaños cementados con cemento de calcita	Caliza fosilífera	
	Clástica: caparazones y arcilla microscópicos	Creta	

Figura 27. Clasificación de rocas sedimentarias.

La figura 28 representa el corte geoeléctrico para las zonas de medición C y D, con el perfil litográfico correspondiente a la roca caliza; se observa la conformación de tres zonas o niveles donde cada uno representa diferentes capas resistivas identificándose en función de los valores de resistividad como caliza blanda, caliza agrietada y caliza compacta; de igual forma, es preciso señalar que para efectos de interpretación visual el perfil del área bajo estudio se realizó con 5 diferentes profundidades con el fin de proporcionar una imagen característica del contacto

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

concordante entre las zonas identificadas, esto hace suponer que las capas presentan la misma orientación y no existen interrupciones importantes en la sedimentación, lo que se puede verificar y validar con el modelo de inversión (TRE) de la figura 29. Posterior a los tres metros de profundidad de análisis se da un incremento significativo en los valores de resistividad. Los datos obtenidos concuerdan con la caracterización fisiográfica del sitio bajo estudio ya que es clara la presencia de roca sedimentaria tipo caliza en tres composiciones diferentes.

Cabe señalar que, en los límites del polígono de aprovechamiento, se observa que la cubierta vegetal corresponde a vegetación secundaria arbustiva y las condiciones de la topografía de la zona es similar a la zona de estudio, lo que de alguna manera u otra promueve una buena concentración de humedad en los primeros metros de investigación y por ende los valores presentados de resistividad; dichos valores y los modelos aplicados permiten diferenciar 3 capas o zonas de resistividad de suelo.

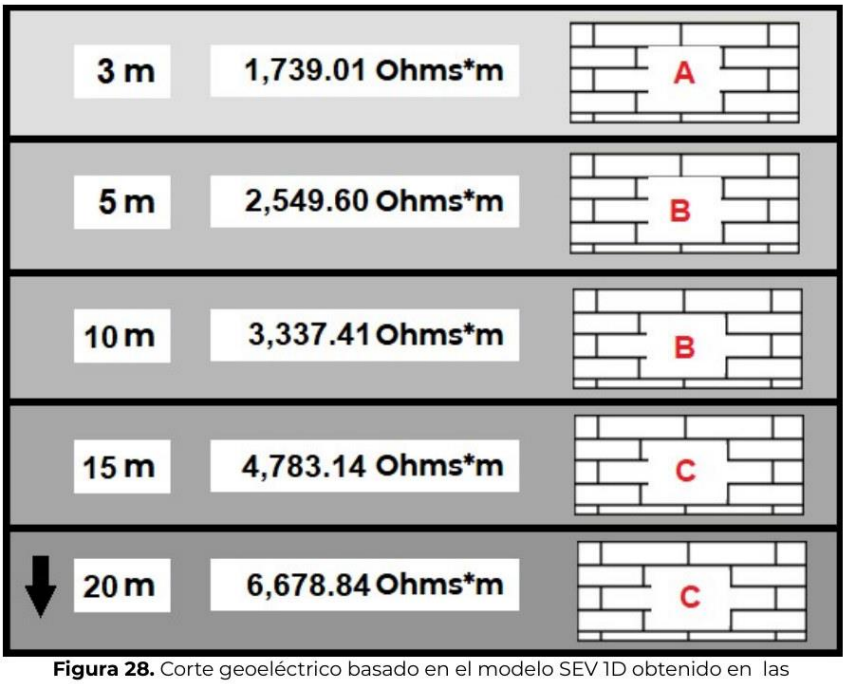


Figura 28. Corte geoeléctrico basado en el modelo SEV 1D obtenido en las zonas de medición C y D.

El modelo de resistividades reales de la figura 29 muestra que para la zona de medición C y para la profundidad de estudio, los valores de resistividad corresponden a lo obtenido con los instrumentos de medición lo cual concuerda con el análisis preliminar de la zona de estudio.

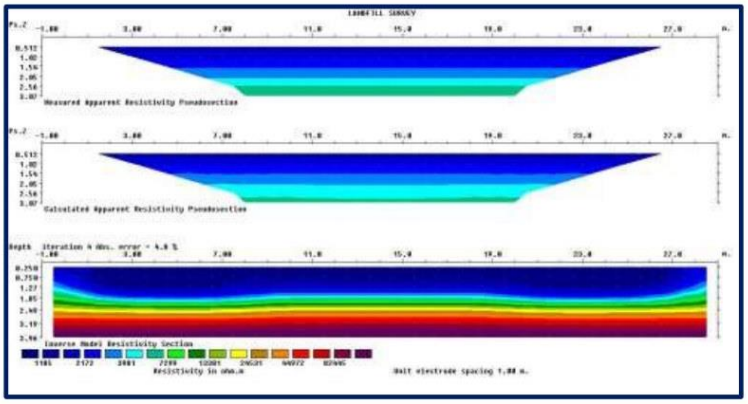


Figura 29. Modelo de resistividades reales del proceso de inversión sin topografía, punto de medición C.

7. CONCLUSIONES

7.1. Cálculo de reservas:

El cálculo relativo para obtener el potencial de reserva del "Banco de Materiales yeso Azul" se realizó tomando como referencia con la altimetria de Google Earth, figuras 30, para posteriormente seccionar y realizr el calculo de volumen del area de las secciones por las semidistancias, considerando el nivel base nivel de carretera, descontando desmonte / despalme (80cm) y 3 metros al interior del poligono, se tiene un volumen de aprovechamiento de aprovechamiento de 1,047,405.00 m3.

1,239,103.00	sobre nivel carretera
160,000.00	despalme / desmonte
31,698.00	perimetro
1,047,405.00	**aprovechamiento sobre nivel de carretera**

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

Reservas Totales Calculadas:



Figura 30. Estimación del área y la altura efectiva para el Sitio del Proyecto.

7.2. Vida útil:

Considerando una producción diaria promedio de 300.00 m^3 al día, la vida útil o vida operativa del "Banco de Materiales yeso azul" queda establecida de la siguiente manera:

14,547.3 m^3 * 12 mes = 174,567.60 m^3 anuales

Por lo tanto, la vida útil queda en:

1,047,405.00 m3 toales / 174,567.60 m3 anuales = 6 años

7.4. Análisis valores de resistividad

El cuadro III presenta un informe general de las secciones bajo estudio denotando la permeabilidad específica y su correlación litológica.

Cuadro III.- Valores específicos en las estaciones de medición.

UNIDAD GEOFÍSICA	RESISTIVIDAD (Ohm*m)	ESPESOR (m)	PERMEABILIDAD (ESTIMADA)	CORRELACIÓN LITOLÓGICA
PUNTO "A"	939.07 – 5.43 E^3	1-20	BAJA A MEDIA	Caliza Blanda, Caliza Agrietada y Caliza Compacta
PUNTO "B"	1,107.10 – 6.40 E^3	1-20	BAJA A MEDIA	Caliza Blanda, Caliza Agrietada y Caliza Compacta
PUNTO "C"	1,194.48 – 6.91 E^3	1-20	BAJA A MEDIA	Caliza Blanda, Caliza Agrietada y Caliza Compacta
PUNTO "C"	1,288.76 – 7.45 E^3	1-20	BAJA A MEDIA	Caliza Blanda, Caliza Agrietada y Caliza Compacta

Los resultados detallados en el presente estudio señalan la presencia de roca sedimentaria tipo caliza en los cuatro puntos de medición. Los valores de resistividad en los primeros tres metros de profundidad de análisis concuerdan con las condiciones físicas visualizadas en la zona correspondiente al "Banco de Materiales yeso azul". El empleo de los modelos SEV-D1 e Inversión de resistividad, permiten la construcción de un modelo de corte geoeléctrico de tres capas que denotan la presencia de caliza blanda, caliza agrietada y caliza compacta; la última posterior a los diez metros de profundidad para todos los puntos de medición. Durante los recorridos e inspección visual se observa en el sitio del proyecto afloramientos superficiales de roca caliza color grisáceo sin estratificación aparente y dadas las características de la zona y las condiciones encontradas en el sitio propuesto, permiten identificar que los datos obtenidos, en el área bajo estudio corresponde a una unidad cronoestratigráfica de la serie Eoceno figura 32.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

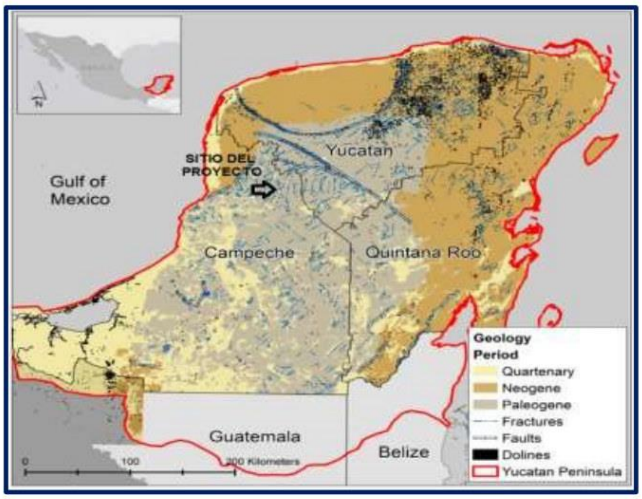


Figura 32. Columna estratigráfica generalizada.

7.5. Análisis de la mecánica de suelos.

La provincia geológica que engloba al estado de Campeche de acuerdo con la nueva nomenclatura de Ortega (1991), figura 33, forma parte de la Provincia Geológica Plataforma de Yucatán, compuesta de rocas sedimentarias marinas cenozoicas de plataforma.

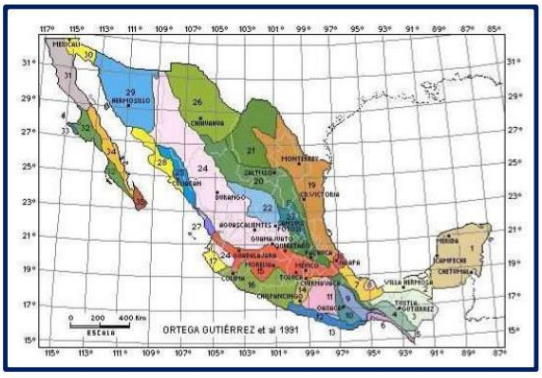


Figura 33. Provincias Geológicas de la República Mexicana.

Campa y Coney (1983), (figura 34), consideran en el contexto geotectónico que esta región forma parte del Terreno Tectono-Estratigráfico denominado como Terreno Maya.



Figura 34. Terrenos Tecnoestratigráficos de la República Mexicana.

Dentro del territorio que comprende el estado de Campeche, las rocas expuestas comprenden un intervalo geocronológico que abarca del Paleoceno al Eoceno; es decir, las rocas pertenecientes a la era del Cenozoico representan la totalidad de los afloramientos rocosos de la Península de Yucatán. Para el caso del presente estudio corresponde la siguiente:

Formación Carrillo Puerto (Tm Cz-Cq)

Aflora en una franja alargada de rumbo casi norte sur, cubre una superficie aproximada de 3000 km² que corresponde al 62 % del área cartografiada. Se puede observar en las inmediaciones de los poblados de Tenabo, Orizaba, Hecelchakán, Santa María, Calkiní, Nunkiní, Tankuché, Halachó, Maxcanú, Chunchucmil y sobre la carretera federal No. 25 que va de Mérida a Celestún.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

Aunque su extensión es amplia no existen cortes verticales debido a su comportamiento horizontal, su topografía plana y a la ausencia de drenaje, por lo que los afloramientos no exceden los dos metros de espesor.

Mecánica de suelos

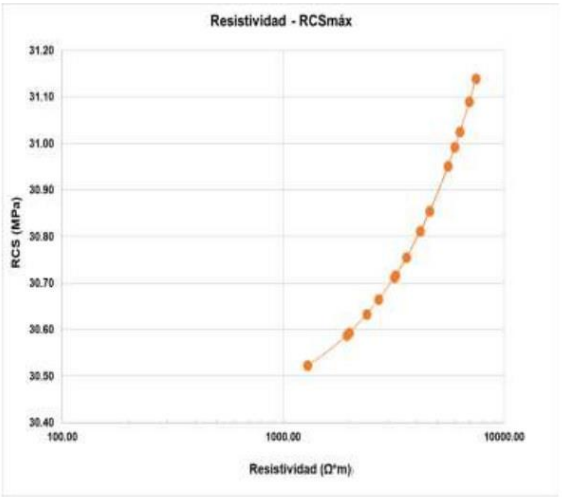
La mecánica de suelos permite estudiar las propiedades de las rocas y de los macizos rocosos, es muy importante definir algunas de ellas, que, sin restar importancia a otras, se consideran prioritarias. El comportamiento de una masa o macizo de roca in situ es diferente de un material rocoso, debido a que el material rocoso es mucho más fuerte y un macizo rocoso presenta casi siempre sistemas de debilidades estructurales llamadas diaclasas (fracturas, fisuras, juntas, discontinuidades, fallas de varios tamaños). Prácticamente todas las rocas que forman los kilómetros de la corteza terrestre están atravesadas por fisuras y grietas de corta extensión.

Una manera de estudiar lo anterior es mediante la resistencia a la comprensión simple, el cual es un parámetro común para definir los criterios de rotura y el comportamiento geomecánico de un macizo rocoso. La International Society for Rock Mechanics (ISRM) tiene una clasificación de las rocas con base a la resistencia a la comprensión:

Descripción	Resistencia a la Compresión (MPa)
Extremadamente blanda	< 1
Muy blanda	1-5
Blanda	5-25
Moderadamente blanda	25-50
Dura	50-100
Muy dura	100-250
Extremadamente dura	250

Mediante el empleo de la propuesta establecida por Feijoo y Padrón, se obtiene la Resistencia a la Comprensión Simple con base a la resistividad del suelo del sitio del proyecto en función de lo siguiente:

Resistividad	RCS en MPA	
(Ω.m)	RCS max	RCS min
1,939.15	*30.59*	*13.12*
1,989.12	*30.59*	*13.12*
2,393.41	*30.63*	*13.17*
2,705.79	*30.66*	*13.20*
3,182.59	*30.71*	*13.24*
3,221.90	*30.72*	*13.25*
3,607.72	*30.75*	*13.29*
4,177.16	*30.81*	*13.34*
4,602.72	*30.85*	*13.39*
5,569.54	*30.95*	*13.48*
5,983.54	*30.99*	*13.52*
6,313.51	*31.03*	*13.56*
6,961.93	*31.09*	*13.62*
7,456.41	*31.14*	*13.67*



En virtud de lo anterior se estima que el comportamiento de la roca en el sitio del proyecto se encuentra en el parámetro de Resistencia a la Comprensión en MPa de 25 – 50 lo que lo hace suponer de calidad moderadamente blanda.

La propiedad física más relevante de un agregado pétreo aplicado a la construcción, es su resistencia o durabilidad, la cual depende de la porosidad, tamaño de poros y de su volumen total, también es importante su tendencia a quebrarse en partículas relativamente cúbicas. Los materiales pétreos se usan para proporcionar estabilidad y alta resistencia a la compresión, cuando llegan a compactarse. Se utilizan para bases de caminos, como rellenos solos o combinados, así como en la construcción residencial y comercial, y en otras especificaciones. Los materiales para la construcción deben ser esencialmente inertes, duros, de peso natural (gravedad especifica alta, 2.6 para calizas, 2.7 en caso de dolomitas (Herrick, 1994).

Clasificación de rocas comúnmente usadas como materiales pétreos.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

Grupo	Clasificación General	Roca	Gravedad específica aproximada	Prueba de abrasión Los Ángeles*	
				Promedio	Variación media **
Ígneo	Intrusiva	Granito Diorita	2.6 2.8	38	27-49
	Extrusiva	Basalto Felsitas +	2.8 2.6	14 18	10-17
Sedimentario	Calcárea	Dolomita Caliza	2.7 2.6	25 26	18-31 19-30

De acuerdo con la prueba de resistencia llamada Los Ángeles test, que es la prueba más común de la medida de la resistencia de un agregado pétreo a la abrasión, la caliza tiene un valor de abrasión 26, y la dolomita 25.

Las calizas han recibido este nombre porque la cal se fabrica a partir de ellas "quemando" las rocas para quitarles el bióxido de carbono y dejar la cal. Se propone designar como calizas a aquellas rocas sedimentarias en las cuales la porción carbonosa está compuesta principalmente de calcita ($CaCO_3$) Las rocas de carbonatos están compuestas esencialmente por minerales de carbonatos. La composición química de las calizas como podría esperarse, refleja muy de cerca su composición mineralógica. Las calizas están formadas principalmente por calcita, y el contenido de CaO y CO_2 es muy alto, formando en algunos casos más de 95 por ciento (Huang, 1968).

El sahcab (se pronuncia sascab) es un nombre maya con el cual se designa a un polvo de carbonato de calcio, producto de la lixiviación in situ de la roca caliza por la acción del agua de lluvia, perdiendo su consistencia de roca y transformándose en un polvo blanco, untuoso al tacto muy similar al talco (Piñeiro, 2006). Su color blanco, en ocasiones blanco brillante, está muy relacionado con su pureza, es decir, entre más blanco, mayor es su contenido en carbonato de calcio. Su color de alteración puede variar de blanco amarillento a blanco grisáceo.

Del análisis de la información expuesta en el presente documento y dadas las características geológicas del estado de Campeche y en particular del sitio bajo estudio el cual corresponde al “Banco de Materiales yeso azul”, se poseen las condiciones favorables para la explotación y aprovechamiento.

8. FUENTES DE INFORMACIÓN.

1. Juan Antonio Vera Torres, 1994. "Estratigrafía, Principios y Métodos". Editorial Rueda.
2. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Hecelchakán, Campeche, Clave geoestadística 04005.
3. Servicio Geológico Mexicano, 2005. "Carta Geológico-Minera Campeche E15-3 Campeche" Segunda Edición.
4. INEGI (2012). Guía para la interpretación de cartografía: Uso de suelo y vegetación: Escala 1:250,000: Serie IV. INEGI.
5. CONAFOR (2013). Inventario estatal forestal y de suelos-CONAFOR, SEMARNAT. Campeche, México.
6. IEEE Std 81-1983. "Guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth surface potencial of a ground system"
7. ASTM G57-95a "Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method".
8. Edward J. Tarbuck and Frederick K. Lutgens. 2005. "Ciencias de la Tierra, Una Introducción a la Geología Física". 8ª Edición. Ed. Prentice Hall.
9. Mecánica de Suelos, Tomo II; Juárez Badillo y Rico Rodríguez. Edit. Limusa; México 1982.
10. Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Vol. 2. Alfonso Rico y Hermilo Del Castillo.

Calle 61, número 13 entre 10 y 12. Colonia Centro. C.P. 24000 | Proyectosambientales101@gmail.com

SUPERNOVA PENÍNSULA SAS DE CV

Servicios Profesionales, Científicos y Técnicos

RFC: SPE240905NX2

9. ANEXO FOTOGRÁFICO.

	
Acceso al Banco de Material	Condiciones de la vegetación en las inmediaciones del Banco de Material.
	
Toma de lecturas con el equipo de medición	Espaciamiento entre los electrodos de medición

ANEXO 2. IDENTIFICACIÓN OFICIAL DEL PROMOVENTE


MÉXICO
INSTITUTO NACIONAL ELECTORAL
CREDENCIAL PARA VOTAR
NOMBRE
CENTURION
CHAN
JAIME DEL CARMEN
DOMICILIO
AV PTO DE CAMPECHE 90
COL RENOVACION 1RA SECC 24155
CARMEN, CAMP.
FECHA DE NACIMIENTO
03/03/1969
SEXO H
CLAVE DE ELECTOR CNCHJM69030304H601
CURP CECJ690303HCCNHM07
AÑO DE REGISTRO 2002 04
ESTADO 04
MUNICIPIO 003
SECCIÓN 0230
LOCALIDAD 0001
EMISIÓN 2017
VIGENCIA 2027


INE
EDMUNDO JACOBO MOLINA
SECRETARIO EJECUTIVO DEL
INSTITUTO NACIONAL ELECTORAL
IDMEX1734533271<<0230038501092
6903033H2712310MEX<04<<07409<5
CENTURION<CHAN<<JAIME<DEL<CARM

ANEXO 3. CURP DEL PROMOVENTE

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

CONSTANCIA DE LA CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN

Soy México

Clave:
CECJ690303HCCNHM07

Nombre
JAIME DEL CARMEN CENTURION CHAN

Entidad de registro: **CAMPECHE**

GOBIERNO DE MÉXICO | GOBERNACIÓN | RENAPO

104008196900056

CURP Certificada: verificada con el Registro Civil

JAIME DEL CARMEN CENTURION CHAN

PRESENTE

Ciudad de México, a 15 de abril de 2024

El derecho a la identidad está consagrado en nuestra Constitución. En la Secretaría de Gobernación trabajamos todos los días para garantizar que las y los mexicanos gocen de este derecho plenamente; y de esta forma puedan acceder de manera más sencilla a trámites y servicios.

Nuestro objetivo es que el uso y adopción de la Clave Única de Registro de Población (CURP) permita a la población tener una sola llave de acceso a servicios gubernamentales, ser atendida rápidamente y poder realizar trámites desde cualquier computadora con acceso a internet dentro o fuera del país.

Nuestro compromiso es que la identidad de cada persona esté protegida y segura, por ello contamos con los máximos estándares para la protección de los datos personales. En este marco, es importante que verifiques que la información contenida en la constancia anexa sea correcta para contribuir a la construcción de un registro fiel y confiable de la identidad de la población.

Agradezco tu participación.

LUISA MARÍA ALCALDE LUJÁN

SECRETARIA DE GOBERNACIÓN

Estamos a sus órdenes para cualquier aclaración o duda sobre la conformación de su clave en **TELCURP, marcando el 800 911 11 11**

La impresión de la constancia CURP en papel bond, a color o blanco y negro, es válida y debe ser aceptada para realizar todo trámite.

TRÁMITE GRATUITO

Los datos personales recabados, incorporados y tratados en la "Base de Datos Nacional de la Clave Única de Registro de Población" son utilizados para la asignación y gestión de la Clave Única de Registro de Población, en cumplimiento a las funciones y atribuciones de la Dirección General del Registro Nacional de Población e Identidad (RENAPO) de la Secretaría de Gobernación. La persona titular de los datos personales podrá ejercer sus derechos ARCOP a través de la Unidad de Transparencia de la Secretaría de Gobernación, enviando correo electrónico a unidad_transparencia@segob.gob.mx o de manera personal en la calle Abraham González no.50, Planta Baja, Col. Juárez, Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06600. En RENAPO protegemos y salvaguardamos tus datos personales. Consulta la versión integral de nuestro Aviso de Privacidad en https://www.gob.mx/segob/renapo