PROYECTO:
"NO. 41-4010-00, UNIDAD DE CALCINACIÓN NO. 10"

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR

Capítulo I.

2026

COOPERATIVA LA CRUZ AZUL, S. C. L.,
TULA DE ALLENDE, HIDALGO.

FORESTA CONSULTORÍA AMBIENTAL SPR DE RL

ÍNDICE

CAPÍTULO I: Datos Generales del Proyecto, del Promovente y del Responsable del Estudio	3
1.1. Nombre del Proyecto	3
1.2. Datos del Promovente	3
1.3. Responsable de la elaboración del estudio	3
1.4. Ubicación del proyecto y antecedentes generales	3
1.5. Antecedentes y descripción específica de las obras y actividades	7
1.6. Costo de inversión y duración estimada	9
1.7 Superficies generales del proyecto	10
1.8. Tabla resumen de características de construcción, instalación, operación y mantenimiento	11
1.9. COMPLEMENTO DE TABLAS OFICIALES	13
1.10. Componente de Riesgo Ambiental: nota de inaplicabilidad legal	19
1.11. Referencias fotográficas	20

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

1.1 Nombre del proyecto

Proyecto: "No. 41-4010-00, Calcinación No. 10" (también referido formalmente como Unidad de Calcinación No. 10).

1.2 Datos del promovente

- **Nombre o Razón Social:** Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L.
- **Registro Federal de Contribuyentes (RFC):** CCA950819TGA
- **Representante legal:** Rafael Anzures Ortiz

1.3 Responsable de la elaboración del estudio

- **Nombre o Razón Social:** Foresta Consultoría Ambiental S.P.R. de R.L.
- **Responsable Técnico:** Ing. Dirceu Fidel Rodríguez Salas
- **Contacto Electrónico:** forestahgo@gmail.com

- **Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).**

1.4 Ubicación del proyecto y antecedentes generales

- **Entidad Federativa:** Estado de Hidalgo
- **Municipio:** Tula de Allende
- **Dirección de la Instalación:** Planta Cementera La Cruz Azul, ubicada en Av. Cruz Azul S/N, Ciudad Cooperativa La Cruz Azul, C.P. 42840.

Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L. ("**La Cruz Azul**") es una empresa constituida en 1940 de conformidad con la legislación mexicana, con la finalidad de producir y comercializar cemento en diversos estados del país, motivo por el cual cuenta con una planta de producción cementera ubicada en Tula de Allende, Hidalgo (la "**Planta**").

El 29 de septiembre del 2018 La Cruz Azul celebró una asamblea general en la cual se realizaron diversas modificaciones a la administración de la sociedad, en dicha asamblea se resolvió el nombramiento de los nuevos miembros del Consejo de Administración y Vigilancia de La Cruz Azul, quedando presidida por el ingeniero Víctor Manuel Velázquez Rangel (la "**Asamblea 2018**").

Inconformes con los resultados de la Asamblea 2018, el 12 de octubre del 2018 un grupo de exsocios afines a Guillermo Héctor Álvarez Cuevas - también conocido como Billy Álvarez – impugnaron su validez. Pese a lo anterior, la legitimidad de la Asamblea 2018 fue confirmada en diversas instancias jurisdiccionales, incluyendo la Suprema Corte de Justicia de la Nación, adquiriendo el carácter de cosa juzgada y teniendo total certeza de que la legítima administración de La Cruz Azul la encabeza el ingeniero Víctor Manuel Velázquez Rangel.

Deriva de lo resuelto en tribunales jurisdiccionales y en virtud de que no fue favorable para el grupo de Billy Álvarez, desde agosto de 2020 la Planta fue ilegal y violentamente despojada de la legitima administración de La Cruz Azul por el grupo a fin a Guillermo Héctor Álvarez Cuevas, quienes detentaron ilegalmente la posesión de la Planta y su zona circundante (el "**Despojo**"). Lo anterior fue debidamente informado a la SEMARNAT mediante diversos escritos, el primero de ellos ingresado en el 2022. Para pronta referencia, a continuación, se agrega imagen del acuse del escrito referido:

COOPERATIVA LA CRUZ AZUL, S.C.L.

Promovente.- Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L.

Ref.- Asuntos relacionados con la situación jurídica de Cooperativa La Cruz Azul S.C.L.

Pachuca de Soto, Hidalgo, al 4 de marzo del 2022

SEMARNAT
DELEGACIÓN HIDALGO
17 MAR 2022
RECIBIDO
Espacio de Contraloría Ciudadano 1

Ing. Olivia Rosa Padilla Hernández
H. Delegada de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Hidalgo.
PRESENTE

El que suscribe, el C. Rafael Anzures Ortiz, en mi carácter de apoderado legal de la Sociedad Cooperativa La Cruz Azul S.C.L. (en lo sucesivo "**Cooperativa**" o "**Cruz Azul**") con Registro Federal de Contribuyente CCA950819TGA; personalidad que acredito en términos de la escritura pública número 129,240 de fecha 3 de septiembre del 2020, pasada ante la fe del Licenciado Francisco Javier Gargollo, titular de la Notaría Pública 74 de la Ciudad de México, misma que adjunto como **ANEXO UNO** en copia simple y certificada, para que realizado el cotejo correspondiente me sea devuelta esta; señalando como domicilio para oír y recibir notificaciones el ubicado en Av. Constituyentes 100, local 311, Fraccionamiento Constitución, Pachuca, Hidalgo, C.P. 42080; autorizando en los términos más amplios del artículo 19 de la Ley Federal de Procedimientos Administrativos, única y exclusivamente, a los CC. Ana Karina Favela Pérez, Jonnathan Julián Molina Suarez, Estefany Cruz Hidalgo, Rogelio Olguín Portillo, Édgar Reynoso Vudoyra, Erick Josimar Ortiz Romero, María Luisa Juárez Torres, Daniela Megumi García Oguri, y Ximena Cruz Hidalgo; con el debido respeto, comparezco ante esa H. Delegación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Hidalgo (en lo sucesivo "**Delegación SEMARNAT Hidalgo**"), para informar lo siguiente:

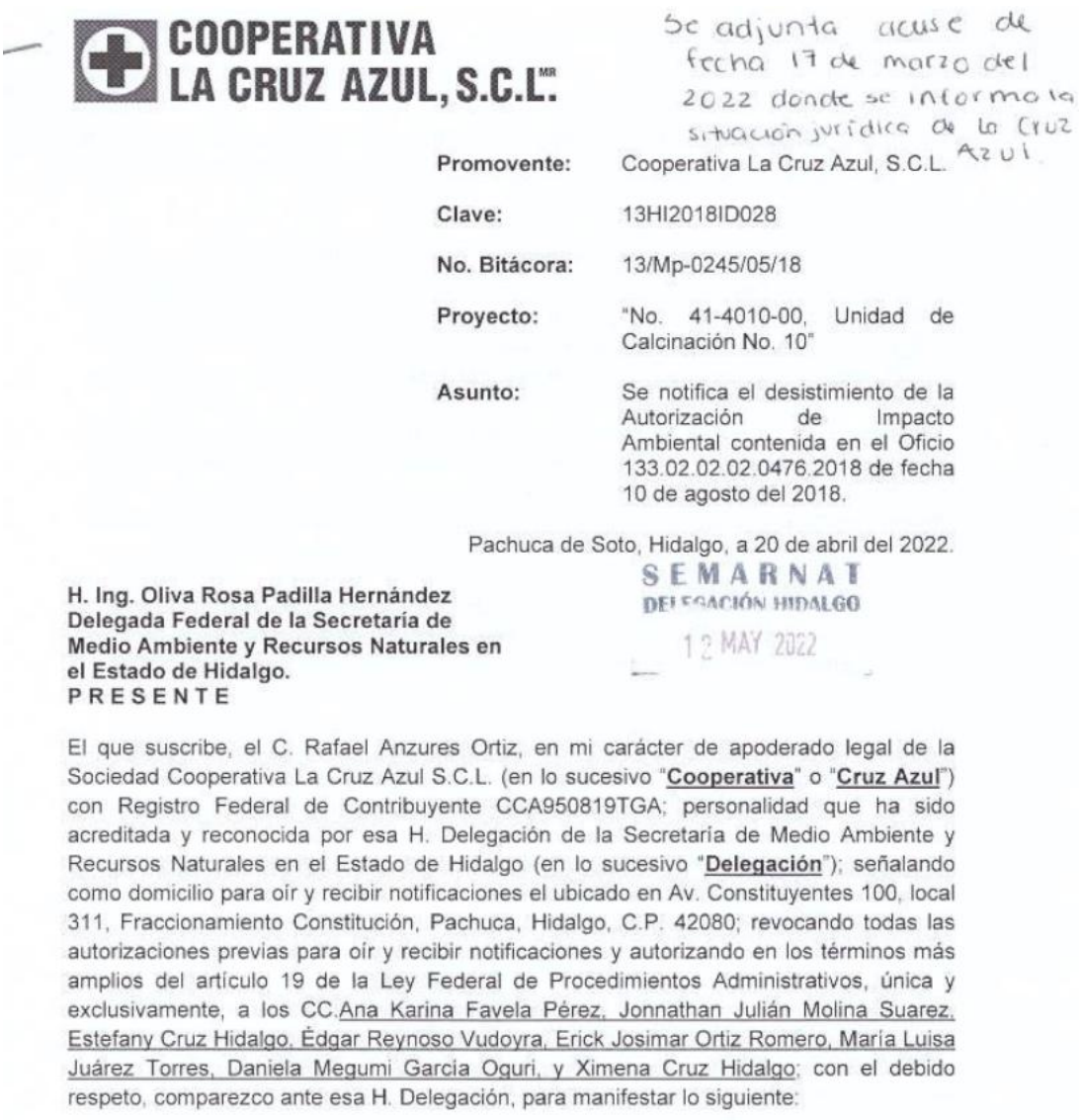
Después de agotados diversos procesos jurisdiccionales y transcurridos más de cuatro años, el pasado 12 febrero de 2026, la legítima administración de La Cruz Azul recuperó la posesión física y legal de la Planta en ejecución a una orden judicial.

Lo anterior, se vincula estrechamente con el proyecto que se somete al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, ya que, derivado de las acciones de modernización y aumento de producción de la Planta, el 24 de mayo del 2018 La Cruz Azul ingresó ante la Oficia de Representación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el estado de Hidalgo ("**SEMARNAT**") la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular para el proyecto "**No. 41-4010-00, Calcinación No. 10**" (el "**Proyecto**"). En respuesta al ingreso realizado por La Cruz Azul, mediante oficio 133.02.02.0476.2018 de 10 de agosto del 2018 la SEMARNAT emitió la Autorización de Impacto Ambiental del Proyecto con una vigencia de 30 meses para las actividades de preparación del sitio y construcción y 50 años para la operación, mantenimiento y abandono (la "**Autorización**").

Como consecuencia del Despojo, el 25 de agosto del 2021 La Cruz Azul solicitó la suspensión temporal de los efectos de la Autorización, por encontrarse imposibilitada tanto física como jurídicamente para dar cumplimiento en tiempo y forma a las actividades autorizadas, lo cual mediante oficio 133.02.02.005.2022 de 15 de marzo del 2022 la SEMARNAT determinó como no procedente.

En ese tenor, el 12 de mayo del 2022 La Cruz Azul ingresó un escrito mediante el cual notificó a la SEMARNAT el desistimiento de la Autorización, el cual fue considerado como procedente mediante

oficio 133.02.02.082.2022 de 16 de junio del 2022, (el "**Desistimiento**"). En el Acuerdo Séptimo del oficio de Desistimiento, la SEMARNAT dejó a salvo los derechos de La Cruz Azul para someter la solicitud de evaluación y resolución de manifestación de impacto ambiental del Proyecto. Para pronta referencia, a continuación, se agrega imagen del acuse del escrito referido y el oficio de respuesta:



COOPERATIVA LA CRUZ AZUL, S.C.L.MR

Se adjunta acuse de fecha 17 de marzo del 2022 donde se informa la situación jurídica de la Cruz Azul

Promovente: Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L.

Clave: 13HI2018ID028

No. Bitácora: 13/Mp-0245/05/18

Proyecto: "No. 41-4010-00, Unidad de Calcinación No. 10"

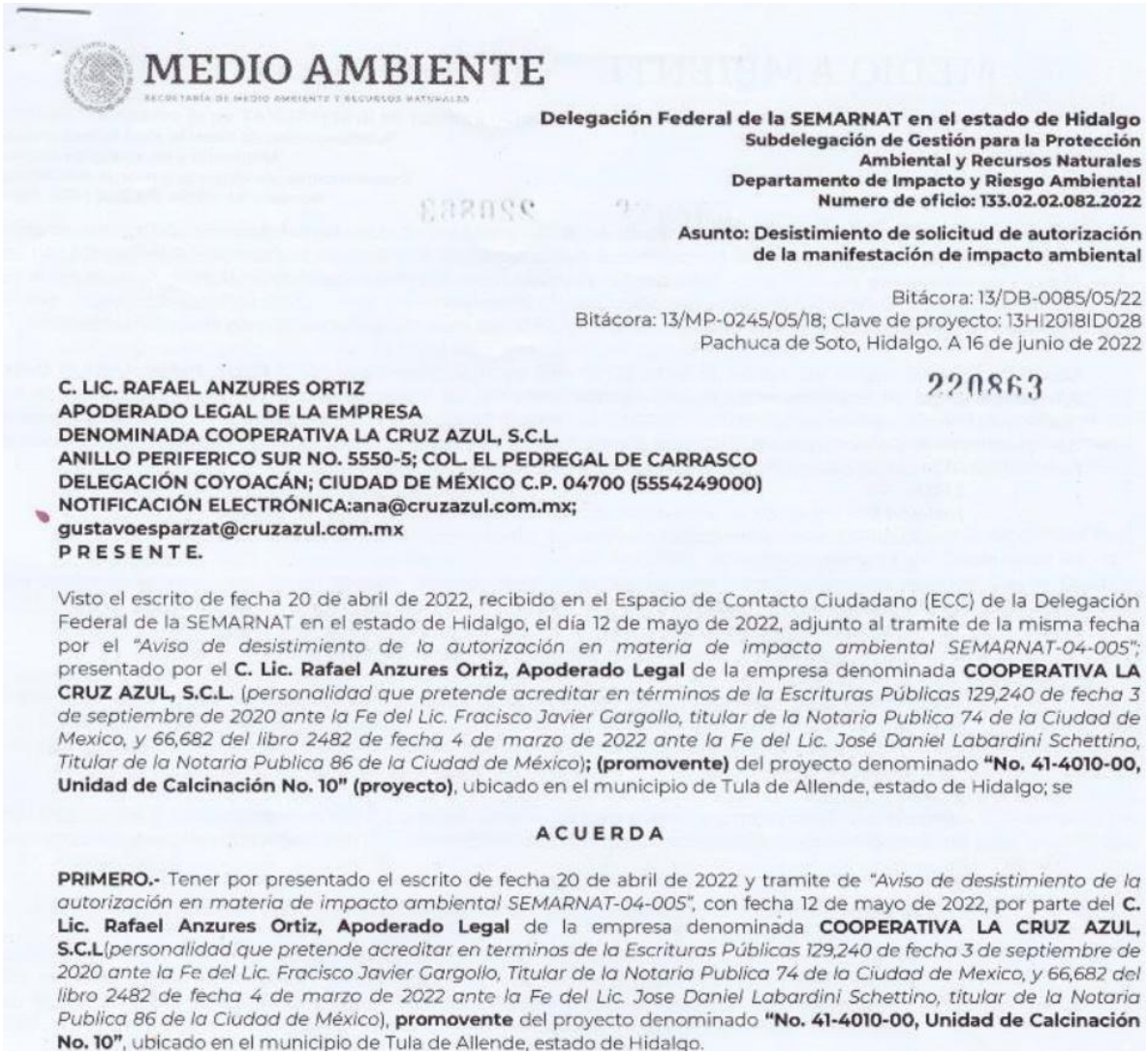
Asunto: Se notifica el desistimiento de la Autorización de Impacto Ambiental contenida en el Oficio 133.02.02.02.0476.2018 de fecha 10 de agosto del 2018.

Pachuca de Soto, Hidalgo, a 20 de abril del 2022.

SEMARNAT
DELEGACIÓN HIDALGO
12 MAY 2022

H. Ing. Oliva Rosa Padilla Hernández
Delegada Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Hidalgo.
P R E S E N T E

El que suscribe, el C. Rafael Anzures Ortiz, en mi carácter de apoderado legal de la Sociedad Cooperativa La Cruz Azul S.C.L. (en lo sucesivo "**Cooperativa**" o "**Cruz Azul**") con Registro Federal de Contribuyente CCA950819TGA; personalidad que ha sido acreditada y reconocida por esa H. Delegación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Hidalgo (en lo sucesivo "**Delegación**"); señalando como domicilio para oír y recibir notificaciones el ubicado en Av. Constituyentes 100, local 311, Fraccionamiento Constitución, Pachuca, Hidalgo, C.P. 42080; revocando todas las autorizaciones previas para oír y recibir notificaciones y autorizando en los términos más amplios del artículo 19 de la Ley Federal de Procedimientos Administrativos, única y exclusivamente, a los CC.Ana Karina Favela Pérez, Jonnathan Julián Molina Suarez, Estefany Cruz Hidalgo, Édgar Reynoso Vudoyra, Erick Josimar Ortiz Romero, María Luisa Juárez Torres, Daniela Megumi García Oguri, y Ximena Cruz Hidalgo; con el debido respeto, comparezco ante esa H. Delegación, para manifestar lo siguiente:



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Hidalgo
Subdelegación de Gestión para la Protección
Ambiental y Recursos Naturales
Departamento de Impacto y Riesgo Ambiental
Numero de oficio: 133.02.02.082.2022

Asunto: Desistimiento de solicitud de autorización de la manifestación de impacto ambiental

Bitácora: 13/DB-0085/05/22
Bitácora: 13/MP-0245/05/18; Clave de proyecto: 13HI2018ID028
Pachuca de Soto, Hidalgo. A 16 de junio de 2022

220863

C. LIC. RAFAEL ANZURES ORTIZ
APODERADO LEGAL DE LA EMPRESA
DENOMINADA COOPERATIVA LA CRUZ AZUL, S.C.L.
ANILLO PERIFERICO SUR NO. 5550-5; COL. EL PEDREGAL DE CARRASCO
DELEGACIÓN COYOACÁN; CIUDAD DE MÉXICO C.P. 04700 (5554249000)
NOTIFICACIÓN ELECTRÓNICA:ana@cruzazul.com.mx;
gustavoesparzat@cruzazul.com.mx
P R E S E N T E.

Visto el escrito de fecha 20 de abril de 2022, recibido en el Espacio de Contacto Ciudadano (ECC) de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Hidalgo, el día 12 de mayo de 2022, adjunto al tramite de la misma fecha por el *"Aviso de desistimiento de la autorización en materia de impacto ambiental SEMARNAT-04-005"*; presentado por el **C. Lic. Rafael Anzures Ortiz, Apoderado Legal** de la empresa denominada **COOPERATIVA LA CRUZ AZUL, S.C.L.** (*personalidad que pretende acreditar en términos de la Escrituras Públicas 129,240 de fecha 3 de septiembre de 2020 ante la Fe del Lic. Fracisco Javier Gargollo, titular de la Notaria Publica 74 de la Ciudad de Mexico, y 66,682 del libro 2482 de fecha 4 de marzo de 2022 ante la Fe del Lic. José Daniel Labardini Schettino, Titular de la Notaria Publica 86 de la Ciudad de México*); **(promovente)** del proyecto denominado **"No. 41-4010-00, Unidad de Calcinación No. 10" (proyecto)**, ubicado en el municipio de Tula de Allende, estado de Hidalgo; se

A C U E R D A

PRIMERO.- Tener por presentado el escrito de fecha 20 de abril de 2022 y tramite de *"Aviso de desistimiento de la autorización en materia de impacto ambiental SEMARNAT-04-005"*, con fecha 12 de mayo de 2022, por parte del **C. Lic. Rafael Anzures Ortiz, Apoderado Legal** de la empresa denominada **COOPERATIVA LA CRUZ AZUL, S.C.L**(*personalidad que pretende acreditar en terminos de la Escrituras Públicas 129,240 de fecha 3 de septiembre de 2020 ante la Fe del Lic. Fracisco Javier Gargollo, Titular de la Notaria Publica 74 de la Ciudad de Mexico, y 66,682 del libro 2482 de fecha 4 de marzo de 2022 ante la Fe del Lic. Jose Daniel Labardini Schettino, titular de la Notaria Publica 86 de la Ciudad de México*), **promovente** del proyecto denominado **"No. 41-4010-00, Unidad de Calcinación No. 10"**, ubicado en el municipio de Tula de Allende, estado de Hidalgo.

En ese tenor, y considerando que recientemente se recuperó la posesión física y jurídica de la Planta, lo cual fue debidamente informado a la SEMARNAT mediante escrito ingresado el 20 de febrero del 2026, La Cruz Azul se encuentra realizando todas las gestiones necesarias para la reactivación de las actividades propias de la Planta, estableciendo como prioridad la reactivación del presente Proyecto, motivo por el cual se somete a evaluación la presente manifestación de impacto ambiental para la conclusión, operación y mantenimiento del Proyecto.

1.5 Antecedentes y descripción específica de las obras y actividades

El proyecto contempla la conclusión de los trabajos pendientes de construcción, así como la puesta en marcha, operación y mantenimiento de la Unidad de Calcinación No. 10. Esta infraestructura constituye un elemento esencial del sistema productivo de la planta cementera y está destinada y limitada exclusivamente a la producción de Clinker Gris.

El contenido integral del proyecto se divide en tres componentes principales interconectados y los sistemas de control y automatización:

1. **Unidad de Molienda de Crudo No. 7:** Incluye el transporte de materias primas, tolvas de dosificación, el Molino de Crudo Horomill, el transporte de harina cruda y el silo de homogeneización correspondiente.
2. **Unidad de Calcinación No. 10:** Comprende la alimentación de harina cruda, el precalentador de

etapas, el horno rotatorio, el enfriador de Clinker, los sistemas de transporte de combustibles alternos sólidos, el desempolvado de calcinación, los sistemas de transporte y el silo definitivo de almacenamiento de Clinker.

3. **Unidad de Molienda de Coque de Petróleo No. 2:** Abarca el transporte de coque en greña, el molino vertical de rodillos para coque de petróleo y el transporte de coque ya molido.

Integración de sistemas de control y automatización: Cada unidad operativa se interconecta mediante un sistema de control distribuido (DCS) que permite la supervisión en tiempo real de variables críticas de proceso, alarmas y secuencias de arranque y parada. Los tableros principales se ubican en la sala de control de la Unidad de Calcinación No. 10, donde se centralizan los módulos de potencia, control lógico y comunicación con los equipos de campo. La arquitectura de automatización está diseñada bajo criterios de redundancia y seguridad funcional conforme a la norma IEC 61508, garantizando la continuidad operativa y la trazabilidad de datos de producción.

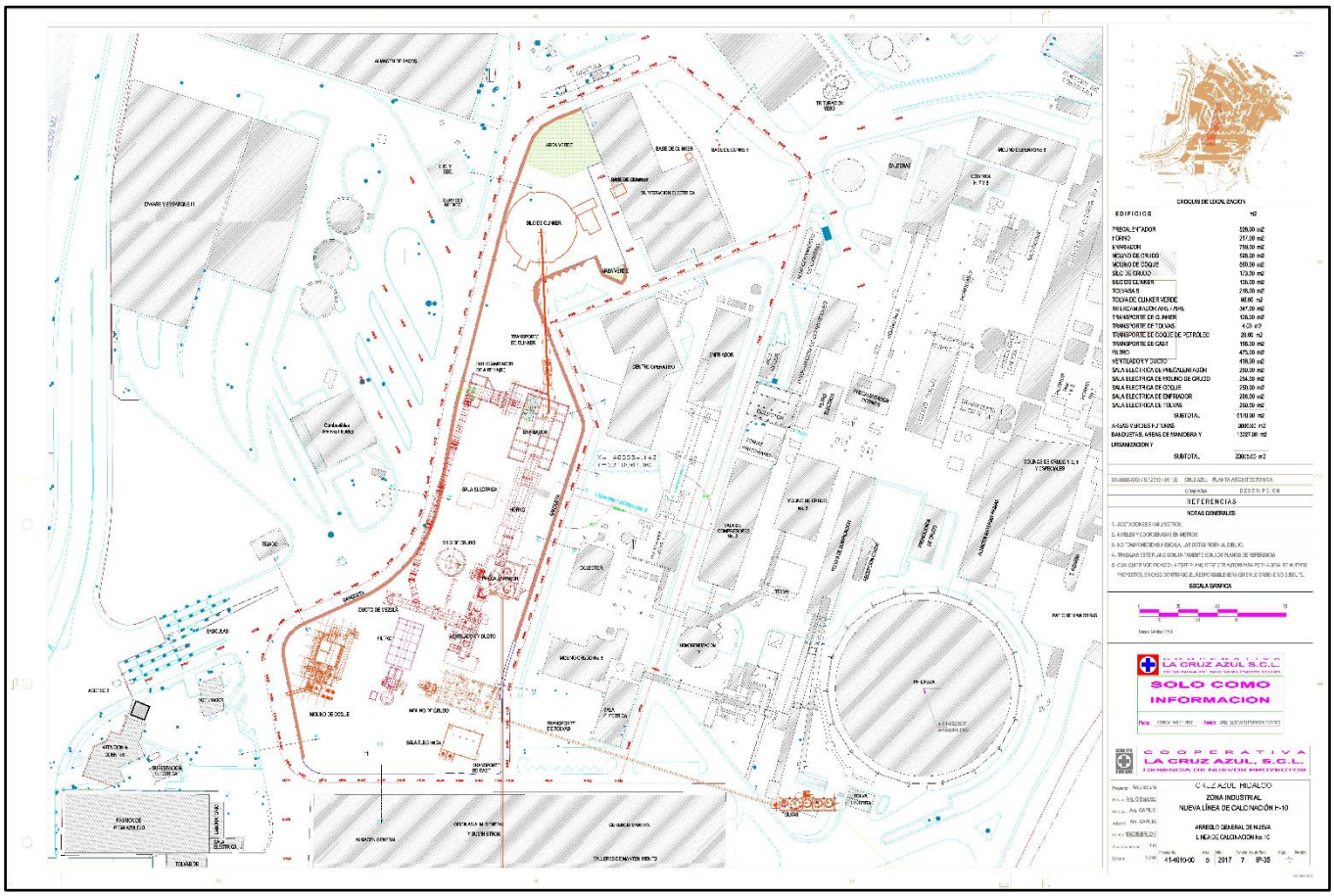


Figura 1. Plano arquitectónico general del Proyecto. (ver detalle en anexos).

Grado de Avance de la Construcción (Actualización Ponderada de Congruencia):
La obra civil y estructural se encuentra consolidada en su totalidad; esta se realizó en su momento al amparo de la autorización de la entonces Delegación Federal en el Estado de Hidalgo de la SEMARNAT mediante oficio **133.02.02.0476.2018 del 10 de agosto de 2018**. El proyecto presenta un **avance global del 76.28%**, restando formalmente un **23.72% de los trabajos de instalación de equipamiento** para la conclusión del proyecto. El desglose técnico riguroso de las actividades faltantes por rubro se detalla a continuación:

- Etapa constructiva global: 98% ejecutada (2% faltante). La obra civil se encuentra concluida al 100%. En la parte arquitectónica, se tiene Urbanización: Avance 60%, Restante 40% (pisos, pavimentos, guarniciones y banquetas) ; Cubiertas y Laminación: Avance 80%, Restante 20% de láminas (cubiertas de estructuras)
- Montaje Mecánico: 15.39% faltante por ejecutar.
- Montaje Eléctrico: 31.32% faltante por ejecutar.
- Instalación de Aislamiento Térmico: 58.34% faltante por ejecutar.
- Instalación de Materiales Refractarios: 19.75% faltante por ejecutar.

Detalle técnico complementario de las instalaciones electromecánicas y de automatización:
La instalación mecánica comprende el montaje de equipos rotativos y estáticos (molinos, ventiladores, enfriadores y precalentadores), alineación de ejes y acoplamientos, así como la integración de sistemas de transporte neumático y bandas. En el ámbito eléctrico, se incluye el tendido de líneas de potencia y control, cableado de baja y media tensión, instalación de tableros de distribución, centros de carga y transformadores, además de la conexión de motores trifásicos y sistemas de iluminación industrial. La parte electrónica y de automatización abarca la instalación de tableros de control programable (PLC), módulos de adquisición de datos, sensores de temperatura, presión y flujo, así como la configuración de la red de comunicación industrial (Profinet/Modbus) que enlaza las unidades operativas con el sistema SCADA central de la planta.

Estas instalaciones garantizan la eficiencia energética, la confiabilidad operativa y la reducción de emisiones fugitivas durante la etapa de puesta en marcha y operación estable

Obras Temporales y Provisionales

En el contexto actual del proyecto, no se consideran obras temporales ni provisionales para la instalación electromecánica, de control y de equipos, ni tampoco para las etapas de operación y mantenimiento.

Vinculación Jurídica

De acuerdo con el Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el proyecto se inscribe bajo la **literal J) correspondiente a la Industria del Cemento**.

1.6 Costo de inversión y duración estimada

- **Costo de Inversión del Proyecto:** US$ 30,671,557 (treinta millones, seiscientos setenta y un mil dólares). El periodo de recuperación estimado es de aproximadamente 8 años.
- **Costo de Medidas Ambientales:** US$ 1,500,000.00 (un millón y medio de dólares), equivalente exactamente al 5% de la inversión total, destinados a acciones de prevención, mitigación, compensación y restauración.
- **Cronograma y duración de las obras mecánicas, eléctricas, electrónicas y de instalación de equipos, incluyendo aislamientos, refractarios y acabados de urbanización:** El programa general

de trabajo histórico contemplaba una duración de 30 meses en total. Con base en el grado de avance verificado del 76.28%, se determina que restan **12 meses de ejecución** para finalizar el 23.72% pendiente (enfocado en ejecutar las instalaciones electromecánicas, electrónicas, de control y automatización, instalación de equipos, así como de aislamientos, refractarios y acabados generales de urbanización).

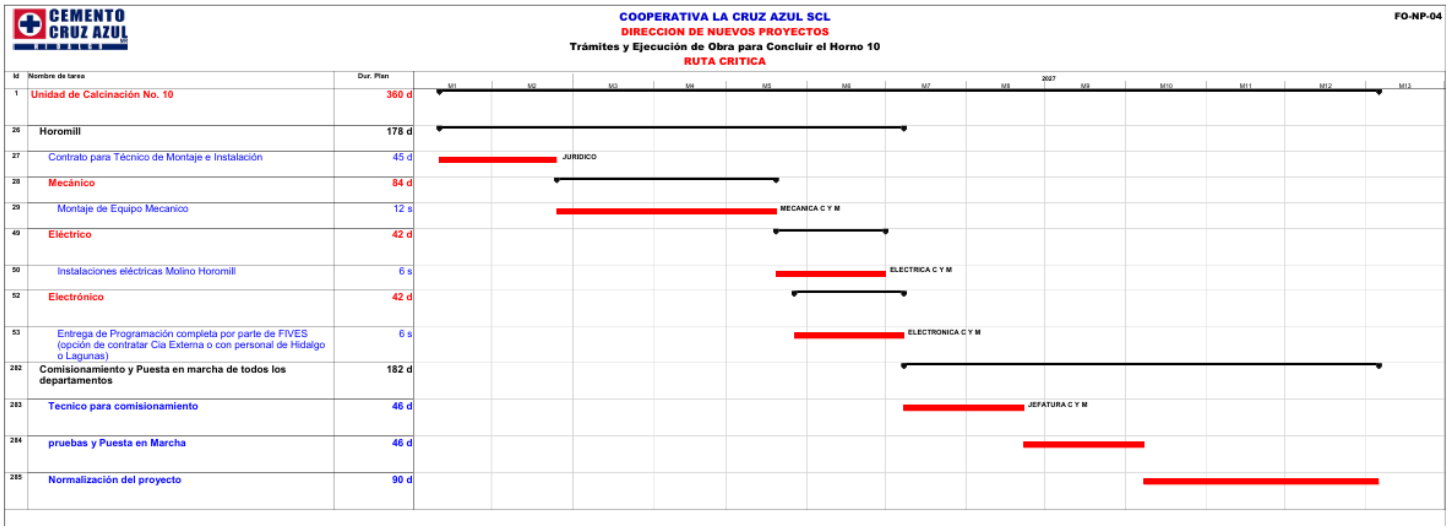


Figura 2. Cronograma del proyecto.

- **Etapa de Operación y Mantenimiento:** Se proyecta una vida útil mínima de **50 años** , la cual es prorrogable mediante los programas permanentes de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de la planta.

1.7 Superficies generales del proyecto

- **Superficie Total del Predio Industrial:** 535,092.52 m² (53.50 Ha), correspondientes a la poligonal completa de la planta cementera.
- **Superficie de Desarrollo del Proyecto (Área a Afectar):** 23,011.00 m² (2.30 Ha), delimitada dentro de la Zona Industrial Pesada (área de reserva interna).
- **Superficie de Desplante de Obras:** 6,728.69 m² destinados a edificios industriales y bases de equipos principales (chimeneas, precalentador, silos, molinos y enfriador).
- **Superficie de Urbanización y Maniobras:** 12,482.31 m² asignados a banquetas, vialidades internas, áreas de maniobra y obras de urbanización general.
- **Superficie de Vegetación y Áreas Verdes:** La zona que será destinada a vegetación y áreas verdes, corresponde a una superficie de 1,845.85 m^2 e incluye césped, árboles frutales, palmas ornamentales y nopales diversos (genero opuntia).
- **Superficie de Vegetación Forestal Total:** 0 m² existentes (sin vegetación forestal) y por lo tanto sin afectación en ese contexto.

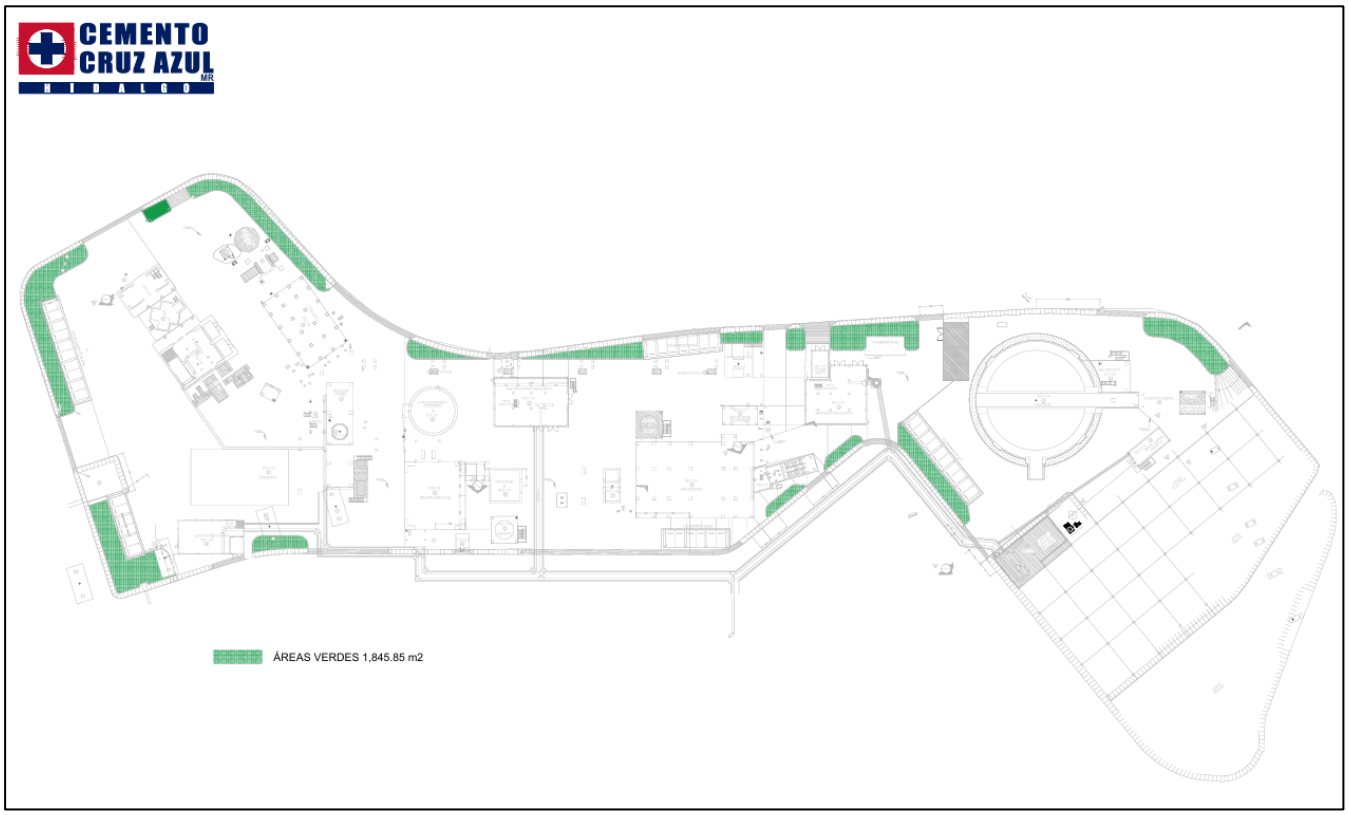


Figura 3. Ubicación de las áreas verdes del proyecto. El plano a detalle se incluye en los anexos.

1.8 Tabla resumen de características de construcción, instalación, operación y mantenimiento

Factor Ambiental / Recurso	Fase de montaje e instalación de equipos electromecánicos y sistemas de control (incluye obras complementarias urbanísticas)	Fase de Operación y Mantenimiento
Energía Eléctrica	Requerida particularmente para la instalación de equipos, de forma provisional para la operación de grúas, compresores eléctricos y soldadoras.	Consumo energético estimado de 153,476 Kw/día para toda la unidad en condiciones nominales de operación.
Consumo de Agua	1 a 3 m^3/día de agua tratada para la humectación de caminos (mitigación de emisiones de polvo). Servicios del personal: hasta 0.8 m^3/día (800 L/día para un pico máximo de 200 trabajadores).	Consumo industrial por pérdidas de evaporación en la torre de enfriamiento de 2.4 m^3/h. Servicios del personal: 160 L/día de agua potable (para 40 trabajadores fijos).
Emisiones a la Atmósfera	Generación de partículas sólidas suspendidas por gases de combustión debido al uso de maquinaria a diésel o gasolina.	Emisiones de CO, HCl, NOx, SO2 y partículas. Aplicación de tecnología de filtrado de última generación (filtro de bolsas) que reduce las emisiones de partículas de 50 gr/m^3 a menos de 10 mg/ Nm^3. Disminución neta de gases de efecto invernadero de 126,628 toneladas de CO2 al año por alta eficiencia calórica.

Factor Ambiental / Recurso	Fase de montaje e instalación de equipos electromecánicos y sistemas de control (incluye obras complementarias urbanísticas)	Fase de Operación y Mantenimiento
Generación de Residuos	Generación de 60 a 75 kg diarios de residuos sólidos urbanos (RSU); volúmenes variables de Residuos de Manejo Especial (RME); y 50 kg semanales de residuos peligrosos (estopas, trapos, grasas, aceites y envases de pintura).	Residuos de oficina y sanitarios comunes (RSU). Generación de 30 kg semanales de residuos peligrosos (trapos impregnados, aceites lubricantes usados y lámparas fluorescentes gastadas).
Descargas de Aguas Residuales	Flujo provisional de 800 L/día conducido a la red de drenaje interno de la planta cementera.	Flujo de 160 L/día derivado de servicios sanitarios, conectado a la infraestructura interna existente.

1.9 COMPLEMENTO DE TABLAS OFICIALES

SECTOR INDUSTRIAL Y RESIDUOS

Tabla 1. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

Fuente de Abastecimiento	Descripción del Sistema de Extracción, Conducción y Almacenamiento	Volumen Total Requerido
Aguas subterráneas - Pozo 5	El recurso se extrae del pozo autorizado, concesionado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), y se conduce por tuberías internas hacia las instalaciones. Su uso es para servicios personales y sanitarios.	0.24 m³/día de agua potable para consumo y servicios del personal. Para la ejecución de pavimentos se contratará servicio de unidades revolvedoras de concreto, por lo cual no existirá consumo interno de agua para dicho fin.
Aguas superficial – Canal Smeltz	El agua para uso industrial pasa por un proceso químico de suavizado para evitar incrustaciones en ductos y equipos. El agua de enfriamiento se mantiene en un circuito de recirculación interna cerrado.	**57.6 m³/día** en operación normal. 57.6 m³/día por pérdidas de evaporación en la torre de enfriamiento. Para la ejecución de pavimentos se contratará servicio de unidades revolvedoras de concreto, por lo cual no existirá consumo interno de agua para dicho fin.

Tabla 2. Plantas para el Tratamiento Previo de Agua a Utilizar o de Aguas Residuales

Tipo de Proceso	Fuente del Agua Residual a Tratar	Volumen de Descarga (L/ s)	¿Descarga a Bien Nacional?	Destino Final del Efluente
Biológico / Orgánico	Servicios hidrosanitarios del personal y residuos del comedor industrial. Planta de tratamiento de aguas residuales existente en la planta cementera (Capacidad de diseño: 197 m³/día).	**0.0018 L/s** en operación (160 L/día).	**Sí (suelo y subsuelo a través del riego de áreas verdes y por otra parte aguas pluviales y aguas tratadas al Río Tlautla)**	Las aguas de proceso se tratan y recirculan internamente, hasta su evaporación, por lo que no se descargan. El drenaje de las aguas de servicio se integra a la Planta de Tratamiento que posteriormente se usa para riego de áreas verdes y el exceso descarga al Río Tlautla).

Tabla 3. Instalación Eléctrica

Tipo de Instalación	Capacidad (MW)	Ubicación	Superficie (Ha)
Línea de Alta Tensión, Subestación Eléctrica y 2 salas eléctricas.	65 MW contratados en alta tensión de 230 KV.	Interior de la Planta Cementera La Cruz Azul, Tula de Allende, Hidalgo. Poligonal general del proyecto de calcinación (ver planos, coordenadas de referencia: 19°59'17.24" N 99°19'46.90" O; 19°59'15.64" N 99°19'49.04"; O19°59'10.29" N 99°19'48.90" O)	**0.020 Ha** (Correspondiente a los 200 m² asignados exclusivamente para la obra civil de la Ampliación de la Subestación Eléctrica).

Tabla 4. Equipos y Maquinaria Principales

Equipo Principal	Nomenclatura / Modelo	Capacidad / Especificaciones	Ubicación en Planta
Molino de Crudo	Molino Horomill No. 7	280 a 300 t.p.h. (Consumo específico: 13 KW/ton).	Edificio de molienda de crudo (Área de desplante: 518.16 m²).
Horno Rotatorio de Calcinación	Unidad de Calcinación No. 10	3,500 t.p.d. de Clinker (Dimensiones: 4.40 m de diámetro x 60 m de largo).	Área central de calcinación (Bases definitivas de desplante).
Precalentador de Etapas	Precalentador Dopol 90 (5 etapas)	Capacidad de 3,500 t.p.h. / 280 t/h de alimentación de harina.	Edificio de Precalentador (Área: 518.21 m², altura de la estructura: 126.80 m).
Enfriador de Clinker	Polytrack 7T-2.0-4R-2.0	Capacidad nominal de 3,500 t.p.d. de Clinker (Área de parrillas: 78.2 m²).	Edificio del Enfriador (Desplante sobre losa de 785.56 m²).
Molino de Coque de Petróleo	Molino Vertical de Rodillos Loesche LM 41.4.D	50 a 65 t.p.h. (Potencia instalada: 760 Kw).	Edificio de molienda de coque (Área de desplante: 951.21 m²).
Sistema de Captura de Emisiones	Filtro de Bolsas / Filtro de Proceso	Volumen de diseño: 1,235,000 a 1,278,473 m³/h (Emisión de salida: ≤ 10 mg/Nm³).	Área de desplante del Filtro de Bolsas (321.28 m²).
Silo de Almacenamiento de Crudo	Silo de Homogeneización "E"	Capacidad estática: 7,000 Ton (Dimensiones: 14.0 m de diámetro x 56.67 m de altura).	Área de desplante de Silo de Crudo (175.45 m²).

Equipo Principal	Nomenclatura / Modelo	Capacidad / Especificaciones	Ubicación en Planta
Silo de Producto Clinker	Silo de Clinker Permanente	Capacidad estática: 30,000 Ton (Altura de la structura: 47.40 m).	Estructura de desplante deslizado (Área ocupada: 1,017.00 m²).

Tabla 5. Sustancias Involucradas en la Etapa de Operación

Sustancia	Tipo	Cantidad Máx. Almacenamiento o Capacidad	Capacidad de Producción / Consumo	Estado Físico	Tipo de Almacenamiento / Área
Caliza	Materia Prima	400,000 kg (400 Ton)	No aplica	Sólido granular	Tolva metálica vertical en Edificio de Tolvas de Dosificación.
Pizarra	Materia Prima	100,000 kg (100 Ton)	No aplica	Sólido granular	Tolva metálica vertical en Edificio de Tolvas de Dosificación.
Arcilla	Materia Prima	100,000 kg (100 Ton)	No aplica	Sólido granular	Tolva metálica vertical en Edificio de Tolvas de Dosificación.
Hematita	Materia Prima	100,000 kg (100 Ton)	No aplica	Sólido granular	Tolva metálica vertical en Edificio de Tolvas de Dosificación.
Fluorita	Materia Prima	30,000 kg (30 Ton)	No aplica	Sólido granular	Tolva metálica vertical en Edificio de Tolvas de Dosificación.
Coque de Petróleo	Combustible Primario	480,000 kg (Equivalente a 2 tolvas de 240 m^3)	Consumo nominal de 14,000 kg/h	Sólido pulverizado / greña	Tolvas cerradas con sistema de inertización por CO_2 en áreas anexas al Precalentador y Calcinador.
Gas Natural	Combustible Secundario	Flujo directo de acometida (Red por tubería de MACQUARIE ENERGY MÉXICO S de RL de CV)	Consumo nominal de 14,500 Nm^3/h	Gaseoso	Línea de alimentación a quemadores principales de la unidad.
Combustibles Alternos Sólidos Triturados (CAST)	Combustible Alterno	Tránsito continuo por bandas transportadoras	Consumo de 4,000 a 6,000 kg/h (Máximo histórico: 16 t.p.h.)	Sólido triturado (300x300x30 mm)	Sistema de recepción automatizado tipo Sansum y bandas en el Almacén de Preparación de CAST.
Clinker Gris	Producto Terminado	30,000,000 kg (30,000 Ton)	3,500 t.p.d. de producción nominal	Sólido nodular artificial	Silo vertical de concreto armado en el Área de almacenamiento de Clinker.

Sustancia	Tipo	Cantidad Máx. Almacenamiento o Capacidad	Capacidad de Producción / Consumo	Estado Físico	Tipo de Almacenamiento / Área
Aceites y Grasas Lubricantes	Insumo de Operación	Volúmenes mínimos de stock para recambios predictivos	No aplica	Líquido / Pastoso	Tambores industriales herméticos resguardados en el Almacén de Lubricantes de la Planta.

Residuo	Características fisicoquímicas						Estado físico	Código de peligro (CPR)	Volumen estimado de generado (kg/mes)	Disposición final
	C	R	E	T	I	B				
Trapos, estopas, textiles y guantes impregnados con aceites o grasas				X	X		Sólido.	T.I	120 kg/mes en operación normal (fase constructiva provisional generó ~800 kg/mes).	Entrega y recolección mediante empresas autorizadas por la SEMARNAT para su co-procesamiento y destrucción térmica segura dentro de los mismos hornos cementeros activos de la planta.
Aceite lubricante gastado / remanentes de mantenimiento mecánico				X	X			T.I	ND	Entrega formal a empresas autorizadas por SEMARNAT para su reciclaje, refinación o co-procesamiento energético en los hornos de calcinación de la planta.
Envases metálicos o plásticos vacíos de pinturas, lubricantes y aceites				X	X		Sólido	T.I	ND	Recolección, transporte y disposición en centros de reciclaje industrial o confinamientos en celdas autorizadas mediante prestadores de servicios avalados por SEMARNAT.
Lámparas y tubos fluorescentes gastados (mantenimiento eléctrico)				X			Sólido.	T	Cantidades menores derivadas de la sustitución lumínica ordinaria.	Acopio selectivo en cajas protectoras rígidas dentro del almacén temporal de residuos peligrosos para evitar roturas. Destrucción o confinamiento final con empresas autorizadas.

1.10 Componente de Riesgo Ambiental: nota de inaplicabilidad legal

EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NO APLICA PARA ESTE PROYECTO.

La "Unidad de Calcinación No. 10" no procesa, produce ni almacena sustancias peligrosas catalogadas en el Primer o Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas emitidos por las autoridades federales (SEMARNAT/SEGOB), ni maneja volúmenes regulados que igualen o superen las cantidades de reporte establecidas por la legislación vigente.

Por este motivo, todas las secciones analíticas normadas respecto a la **Tabla 8** (Sustancias peligrosas sujetas a reporte), **Tabla 10** (Identificación y cálculo de sustancias altamente riesgosas), **Tabla 12** (Criterios de simulaciones matemáticas de consecuencias y radios de afectación por toxicidad, inflamabilidad o sobrepresión) y **Tabla 13** (Caracterización biótica expuesta en zonas de amortiguamiento e interacciones de riesgo externas) **quedan sin efectos y se asientan formalmente bajo el criterio técnico-jurídico de "NO APLICA"**.

Lo anterior exime de forma definitiva al promovente de integrar simulaciones de escenarios catastróficos o modelaciones de radios potenciales de afectación por carecer de objeto técnico y fundamento legal. Las medidas de control del predio operarán estrictamente bajo la ingeniería ordinaria de prevención industrial, seguridad de procesos y salud ocupacional reglamentada por la STPS y la **NOM-040-SEMARNAT-2002**.

1.11 Referencias fotográficas



Figura 4. Contexto de las áreas verdes con respecto de la futura área operativa (vista al norte)



Figura 5. Vista general de las obras civiles finalizadas (vista al oriente)



Figura 6. Vista de las tres bandas transportadoras aéreas (vista al oriente)



Figura 7. Detalle de las zonas remanentes para la habilitación de pavimentos, pisos y guarniciones. Se observa la presencia exclusiva de vegetación herbácea generalista (o ruderal), descartando cualquier impacto o afectación a la flora nativa del sitio (vista al oriente).

PROYECTO:
"No. 41-4010-00, Unidad de Calcinación No. 10"

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR

Capítulo II.

2026

COOPERATIVA LA CRUZ AZUL, S. C. L., TULA DE ALLENDE, HIDALGO.

FORESTA CONSULTORÍA AMBIENTAL SPR DE RL

ÍNDICE

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO. 3

Tabla 1: Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos aplicables (matriz de síntesis). 3

II.1. Internacional 7

II.1.1. Tratados internacionales. 7

Tabla 2: Vinculación Tratados Internacionales. 8

II.2. Federal 9

Tabla 3: Vinculación Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 9

Tabla 4: Vinculación Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 11

Tabla 5: Vinculación con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 15

II.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial aplicable 16

Tabla 6: Vinculación Estrategias Ecológicas. 19

Tabla 7: Vinculación Criterios Ecológicos. 22

II.4. Programa y/o Planes de Desarrollo Urbano. 23

II.4.1 Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Tula de Allende. 23

II.4.2 Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027. 25

Tabla 8: Vinculación Acuerdos/Estrategias PMD. 26

II.5. Decreto de Área Natural Protegida (ANP) o Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC). 28

II.5.1 Plan de Manejo del ANP o ADVC. 31

Tabla 9: Vinculación Normas Oficiales Mexicanas. 32

II.7. Localidades con población indígena en las que incide el sitio de intervención del proyecto y/o su zona de influencia. 34

Tabla 10: Comunidades indígenas en Tula de Allende. 35

II.8. Conclusiones. 37

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.

Respecto a este capítulo, se realizó un puntual análisis para la vinculación de las actividades a realizar en el desarrollo del proyecto **"Unidad de Calcinación No. 10" (también denominado "No. 41-4010-00, Calcinación No. 10")** con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental, los cuales, partiendo de que la Primera Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación considera que la definición y el entendimiento del principio de prevención en materia ambiental en relación con el deber de cuidar el medio ambiente regulado por el marco normativo convencional, lo cual permite una adecuada protección al ambiente, pues tiene como finalidad evitar que se causen daños al mismo.

Tabla 1: Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos aplicables (matriz de síntesis).

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DE SUELO.		
Nombre del Instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
Tratados Internacionales (Declaraciones de Río y Estocolmo, Protocolo de Kyoto, CMNUCC, Convención de Viena)	Principios globales de desarrollo sustentable, control del cambio climático, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y protección de la capa de ozono.	**Cumple.** Integra principios de sustentabilidad y compromisos de reducción de GEI en diseño y operación.
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Artículos 1, 4 y 25. Garantía del derecho humano a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar, y rectoría económica sustentable.	**Cumple.** La operación de la planta y el desarrollo del proyecto integra medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental que salvaguardan el entorno ecológico de la región, asegurando un desarrollo industrial sustentable bajo el marco de la legalidad, garantizando el derecho a un ambiente sano.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	Artículos 1, 3 ,4 ,7, 28, 30 y 134. Competencia federal para la evaluación de impacto ambiental de obras del sector cementero y prevención de las contaminación de la atmósfera.	**Cumple.** Se somete a evaluación federal y aplica criterios de prevención de contaminación y equilibrio ecológico. El diseño garantiza que el manejo de emisiones, así como la generación y manejo de residuos se apeguen a la normativa para evitar desequilibrios ecológicos.
Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	Artículos 4 y 5 (fracción J). Disposiciones procesales que obligan a la obtención de la	**Cumple.** Se presenta formalmente esa Manifestación de Impacto Ambiental cubriendo

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DE SUELO.		
Nombre del Instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	autorización ambiental federal previa para la industria del cemento.	la totalidad de los requisitos técnicos y metodológicos establecidos en este ordenamiento para su evaluación.
Programas de Ordenamiento Ecológico (General, Regional, Local)	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: UGA 2371.20. Regulación del uso de suelo, estrategias ecológicas y criterios ambientales específicos del sitio.	**Congruente.** Las obras, actividades y operaciones proyectadas son compatibles con las políticas de uso de suelo y los criterios ecológicos dictados para la UGA aplicable, orientándose a un desarrollo industrial controlado y compatible con el entorno.
Programas y/o Planes de Desarrollo Urbano	Plan Municipal de Desarrollo. aplicables a la región industrial y el sector ambiental. Directrices de ordenamiento del territorio, sustentabilidad urbana, eficiencia energética y gestión de residuos.	**Congruente.** El desarrollo del proyecto se localiza dentro de un polígono con uso de suelo industrial preexistente y consolidado. El proyecto se alinea al Programa Municipal de Desarrollo mediante el cumplimiento de las estrategias y líneas de acción, siendo congruente con directrices municipales.
Decreto de Área Natural Protegida (ANP) o Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC)	Restricciones de uso, conservación y zonas de amortiguamiento en áreas bajo régimen de protección federal, estatal o municipal.	**No aplica.** Fuera de poligonales de conservación; sin incidencia en áreas protegidas (la más cercana Parque Nacional Tula).
Plan o Programa de Manejo del ANP o ADVC	Directrices de manejo interno de las áreas protegidas adyacentes.	**No aplica.** Debido a la nula incidencia geográfica y a la distancia respecto al Parque Nacional Tula, el proyecto no interfiere con los objetivos de conservación ni con las líneas de acción de su programa de manejo.
Normas Oficiales Mexicanas	NOM-001-SEMARNAT-2021 (descargas de aguas residuales) NOM-040-SEMARNAT-2002 (cemento y cal, emisiones a la atmósfera) NOM-043-SEMARNAT-1993 (emisiones de partículas) NOM-044-SEMARNAT-2017 (motores diésel, emisiones)	**Cumple.** El proyecto adopta e incorpora de manera integral los límites máximos permisibles, metodologías de manejo y criterios técnicos establecidos en cada NOM aplicable durante las fases de construcción y operación. El cumplimiento se asegura mediante: Infraestructura tecnológica de

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DE SUELO.		
Nombre del Instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	NOM-052-SEMARNAT-2005 (residuos peligrosos) NOM-081-SEMARNAT-1994 (ruido) NOM-085-SEMARNAT-2011 (emisiones de fuentes fijas) NOM-161-SEMARNAT-2011 (residuos de manejo especial). Regulaciones técnicas de control para emisiones, ruido, agua y residuos.	vanguardia para la prevención, control y monitoreo de emisiones, ruido, descargas y residuos. Planes de acción ambiental específicos que detallan responsabilidades, procedimientos y medidas de mitigación. Reglamentos internos de operación que alinean la gestión diaria con la normativa SEMARNAT. Monitoreo periódico conforme a la metodología de cada NOM, con registros auditables y trazables. Mecanismos de mejora continua que permiten ajustar procesos y garantizar la permanencia del cumplimiento.
Localidades con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su Zona de influencia.		
Estado	**Municipio**	**Localidad**
Hidalgo	**Tula de Allende**	**Ninguna (Predio Industrial Interno).** Las actividades del proyecto se desarrollarán íntegramente dentro de un predio de uso industrial consolidado y previamente impactado. Mediante la consulta del Catálogo Nacional del INPI, se constata que la Unidad de Calcinación No. 10 no interfiere geográficamente con comunidades indígenas ni prevé afectaciones a sus recursos naturales, usos, costumbres o derechos colectivos.
Hidalgo	**Tula de Allende**	**Ninguna (Zona de Influencia).** Si bien dentro del municipio se identificaron comunidades indígenas las cuales se detallan en la Tabla número 10 del presente documento, se concluyó que, el proyecto no genera impactos directos, fragmentación territorial, alteración a los patrones de movilidad ni

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DE SUELO.		
Nombre del Instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
		modificación del entorno cultural o social de las comunidades indígenas descritas en el catálogo del INPI, debido a la ausencia de vecindad o interacción espacial con las áreas de influencia directa o indirecta del proyecto.

II.I Análisis y justificación detallada de la vinculación jurídica y ambiental

Una vez expuesto el panorama general de congruencia en la matriz de síntesis precedente y de conformidad con los lineamientos metodológicos de la guía oficial de la SEMARNAT, a continuación se desglosa el análisis y vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables pormenorizado de los ordenamientos que regulan el desarrollo del proyecto **Unidad de calcinación No.10.**

Este apartado tiene como objetivo demostrar de manera particularizada las condiciones operativas las obligaciones normativas y las acciones de ingeniería que fundamentan la compatibilidad del proyecto con el marco legal vigente el desglose es estructura de forma jerárquica abarcando desde los compromisos asumidos en tratados internacionales, las garantías consagradas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, los mandatos de la legislación federal y local en materia de impacto ambiental y uso de suelo, hasta el cumplimiento puntual de los límites y criterios metodológicos establecidos en las normas oficiales garantizando así el principio de legalidad y la certidumbre técnica de la obra en todas sus etapas.

La **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos** protege en su artículo 4o., párrafo quinto, el derecho humano al ambiente sano para el desarrollo y bienestar, disposición jurídica que a la letra señala lo siguiente:

"Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley."

Continuando con lo anterior, la legislación aplicable en materia ambiental en México es extensa, toda vez que se trata de una materia de jurisdicción concurrente, como encuentra preceptuado en el artículo 73, fracción XXIX-G, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

"Artículo 73. El Congreso tiene facultad:

…

XXIX-G. Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

…"

Sin embargo, dicha concurrencia es resuelta por la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** (LGEEPA), que establece la distribución de competencias entre los tres órdenes de gobierno en la materia.

Asimismo, existe una gran variedad de Normas Oficiales Mexicanas que son definidas en el artículo 4, fracción XVI de la Ley de Infraestructura de Calidad como:

"ARTÍCULO 3o.- Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

XI. Norma oficial mexicana: la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación;"

Es importante señalar que no podemos soslayar que México es parte de una serie de instrumentos y tratados internacionales en materia ambiental, con sustento en el artículo 1o. de la Constitución, el cual fue reformado el 10 de junio de 2011, para establecer de manera expresa que todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en la Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, por lo que todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad.

II.1. Internacional

II.1.1. Tratados internacionales.

Como se ha señalado el sistema jurídico mexicano es iuspositivista y tiene un sistema de control convencional, por ende la legitimidad de las normas obligatorias en México emanan de la Constitución, es decir, la obligatoriedad de dar cumplimiento a normas de carácter suprasoberano, no lesiona la soberanía del Estado Mexicano, en virtud de que es la misma Constitución la que otorga el carácter de preceptivo a las normas internacionales que sean debidamente firmadas y ratificadas por el Estado Mexicano.

El Estado Mexicano ha firmado y ratificado, entre convenciones, acuerdos, convenios, protocolos, anexos y enmiendas, nuestro país ha firmado 77 tratados internacionales o acuerdos interinstitucionales en materia de medio ambiente, de ellos, hasta 1969 se firmaron tres, diez durante la década de 1970, veintitrés durante la década de 1980, cuarenta durante la década de 1990 y uno más en el año 2000.

El desarrollo del proyecto tiene vinculación con los siguientes tratados internacionales:

Tabla 2: Vinculación Tratados Internacionales.

TRATADOS INTERNACIONALES EN MATERIA DE DERECHO AMBIENTAL	
Declaración de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. ***"Declaración de Río"*** Firmada por México en la Cumbre de Río de 1992. Fecha de incorporación: 22 de junio de 2012.	La vinculación del desarrollo del proyecto a este tratado internacional se da en virtud de que La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada el 28 de enero de 1988, en el Diario Oficial de la Federación, sufrió en 1992 cambios en los que se adicionaron los principios que contemplan que el desarrollo sustentable debía integrarse en la protección ambiental. Cambios que se ven reflejados en los requerimientos ambientales que este proyecto cumple.
Declaración de la ONU sobre el Medio Ambiente Humano. ***"Declaración de Estocolmo"*** Firmada por México en la conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente Humano en 1972.	El principio de la Declaración, en cuanto a que los estados gozan del derecho soberano de explotar sus propios recursos naturales, de acuerdo con sus propias políticas ambientales, y asegurarse que las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no dañen el medio ambiente de otros estados, se ve reflejado en el Artículo 15 fracción XVII de la LGEEPA, dicho principio se vincula con el desarrollo del proyecto ya que este se desarrolla dentro del territorio nacional y no afecta el equilibrio ecológico de otros países o de zonas de jurisdicción internacional.
Protocolo de Kyoto. México suscribió el Protocolo de Kyoto el 24 de noviembre del 2000, mediante un Decreto Promulgatorio de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, firmado en Kyoto, el once de diciembre de 1997.	La vinculación jurídica que se da derivado de que este instrumento internacional fomenta y compromete a los países miembros a integrar compromisos de mitigación en la legislación interna, así como el desarrollo sustentable, dichas modificaciones han sido implementadas en la legislación Mexicana y que el desarrollo del proyecto cumple.
Convención Marco sobre Cambio Climático. México firmó esta convención en la Cumbre de Río el 13 de julio de 1992. El Senado la ratificó el 3 de diciembre de 1992. A la fecha.	México ha adoptado varias medidas para cumplir con las obligaciones estipuladas en la Convención. En 1992, llevó a cabo un estudio preliminar de gases de invernadero empleando la metodología del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de la OCDE, tomando como base 1988 (sin embargo, la comunidad científica mexicana estuvo en desacuerdo sobre algunos aspectos de la metodología, sobre todo en lo que se refiere a los factores de emisión y su relación con el clima de México). El estudio lo realizó la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. México instrumentó un intenso programa de reforestación para plantar 100 millones de árboles por un periodo de seis años. Además, la SEDESOL firmó un acuerdo bajo el que la Comisión Federal de Electricidad, entidad paraestatal coordinada por la Secretaría de Energía, reforestará áreas adicionales para contrarrestar emisiones futuras causadas por los combustibles fósiles empleados para generar

TRATADOS INTERNACIONALES EN MATERIA DE DERECHO AMBIENTAL	
	energía termoeléctrica. México ha sido un miembro activo del Comité Intergubernamental para la Negociación de una Convención Marco sobre Cambio Climático desde su creación.
Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono. México suscribió la Convención el 14 de septiembre de 1987 y formalmente formó parte el 22 de septiembre de 1988. Fecha de publicación: 5 de febrero de 1917. Fecha de última actualización: 18 de noviembre de 2022.	Inicialmente se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 1987 y más tarde, el 17 de marzo de 1988, se publicó de nuevo con correcciones. A fin de cumplir con las obligaciones de este tratado, México estableció el arriba mencionado Programa Nacional de Cambio Climático.

II.2. Federal

Cuerpo normativo que opera a nivel nacional y que se compone de leyes que desarrollan los preceptos de la Constitución Política del país, de reglamentos que regulan la implementación de las leyes, y de normas que especifican características de productos y servicios, en cumplimiento con reglamentos y leyes.

II.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El sistema jurídico mexicano es un sistema iuspositivista, por tanto, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es el cuerpo normativo que legitima y brinda validez al resto del cuerpo normativo aplicable en materia ambiental al presente asunto.

Como se mencionó con antelación, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos protege en su artículo 4o., párrafo quinto, el derecho humano al ambiente sano para el desarrollo y bienestar y el artículo 73, fracción XXIX-G distribuye la jurisdicción de materia concurrente en materia ambiental, sin embargo no son los únicos preceptos normativos aplicables al presente asunto, como se aprecia en el siguiente análisis:

Tabla 3: Vinculación Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Fecha de publicación: 5 de febrero de 1917.	
Artículo 1. *"… En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece…"*	El desarrollo del proyecto se vincula al presente artículo toda vez que el mismo impacta el ambiente, por lo que para minimizar, y mitigar dicho impacto, en su desarrollo se debe dar cumplimiento a todos los requerimientos establecidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, tratados internacionales, normas secundarias, normas municipales y normas oficiales mexicanas aplicables, por lo que, la Constitución, norma primigenia del Estado Mexicano, desde el primer artículo garantiza la protección de todos los

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Fecha de publicación: 5 de febrero de 1917.	
"… Las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia…" *"…Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad…"*	derechos humanos reconocidos en la Constitución y en los tratados Internacionales, incluido el derecho humano ambiente adecuado para su sano desarrollo, salud y bienestar. Es importante señalar que en este artículo se encuentra el fundamento que tienen las autoridades mexicanas para proteger y salvaguardar el ambiente, al ser este un Derecho Humano, reconocido tanto en los ordenamientos jurídicos del derecho constitucional mexicano, como en las disposiciones internacionales sobre Derechos Humanos como un elemento integrante del derecho a un nivel de vida adecuado, tanto en la Declaración Universal de Derechos Humanos, así como en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales y en diferentes instrumentos internacionales de los cuales México forma parte. El desarrollo del presente estudio es realizado con el propósito de identificar los impactos al ambiente que posiblemente se generen como resultado del desarrollo del proyecto dando cumplimiento a la normatividad aplicable y a las medidas de mitigación que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo (SEMARNATH) imponga, para minimizar dichas afectaciones, con el objeto de salvaguardar los derechos fundamentales de las personas a las que pudiese afectar el desarrollo del presente producto.
Artículo 4. ... **"**Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.**"**	De los preceptos Constitucionales el artículo 4 es el que de manera expresa protege el derecho humano a un ambiente sano, estableciendo como obligación del Estado Mexicano el garantizar el respeto de ese derecho, que para el caso concreto es aplicable al proyecto' al establecer las obligaciones ambientales durante la preparación del sitio, inicio, operación y abandono. Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L., es una empresa comprometida con el desarrollo sustentable y el bienestar de los miembros de su comunidad, así como de las personas cercanas al proyecto. Por lo que, conscientes de la responsabilidad ambiental que tenemos como empresa, al desarrollar el proyecto se brinda cumplimiento a los preceptos normativos dispersos en la legislación mexicana, requeridos para presentar la presente Manifestación de Impacto Ambiental para la correspondiente autorización.
Artículo 25. *"…Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante*	El estudio que se presenta del proyecto, cumple con los criterios sostenidos en el presente artículo, ya que como se ha mencionado, Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L., es una empresa comprometida con el desarrollo sustentable, ya que mediante el desarrollo del presente proyecto se estimula el

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Fecha de publicación: 5 de febrero de 1917.	
la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución..." *"… Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente…"*	crecimiento económico y el empleo, mediante la creación de empleos de manera directa e indirecta. Asimismo, en el desarrollo del proyecto se tiene presente el *interés público y el uso de los recursos productivos en beneficio general, siempre cuidando su conservación y el medio ambiente, lo cual se materializa en el* cumplimiento de los principios ambientales establecidos en los preceptos legales que se desarrollaran en el presente capítulo, así como en el establecimiento de medidas de mitigación para minimizar los impactos ambientales que se pudieran ocasionar. Por lo antes expuesto, se pone a consideración de esta Autoridad ambiental la presente solicitud, a efecto de que tenga a bien emitir la autorización correspondiente, una vez que se tenga por cumplida la normativa aplicable.

II.2.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, tiene como fin el reglamentar las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico, base de los instrumentos jurídicos que se constituye como el más importante eje rector en materia ambiental, reglamentaria de los artículos 4 párrafo quinto, y 25 párrafo primero Constitucionales.

Dentro de otros conceptos, la Ley citada establece que la Evaluación del Impacto Ambiental, es el procedimiento en donde se podrán identificar los impactos ambientales que ocasionarán las obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites máximos permisibles y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas.

Tabla 4: Vinculación Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Fecha de publicación: 28 de enero de 1988.	
Artículo 1. "... La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y	La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), atiende a los principios constitucionales señalados con antelación y establece las bases y los preceptos con los que regula el desarrollo sustentable, convirtiéndose en un instrumento de política ambiental de observancia general. En este contexto, el proyecto se trata de una actividad que requiere presentar la manifestación de impacto ambiental, en congruencia cumple con la vinculación en la materia federal.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Fecha de publicación: 28 de enero de 1988.	
bienestar; II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo; VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;...”	
Artículo 3. Fracciones: XX.- Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza; XXI.- Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo;	Con la presentación para su evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto, se cumple con la vinculación con este precepto legal, ya que se ponen a consideración de la Autoridad ambiental, los efectos en al ambiente para gestionar su desarrollo, así como las medidas de mitigación para atenuar o minimizar los impactos ambientales.
Artículo 4. La Federación, las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales. La distribución de competencias en materia de regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de los recursos forestales y el suelo, estará determinada por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, es la Ley Marco en materia de derecho ambiental en México, dispuesto que regula lo relativo a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de las personas. La presente solicitud para la evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto, cumple en cada uno de sus capítulos, con los requerimientos necesarios que buscan la protección al ambiente, sometiendo su evaluación a la autoridad competente en materia de impacto ambiental, observando y aplicando leyes, reglamentos, normas, programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano que regulen los asentamientos humanos, con el objetivo de cumplir de manera integral la normatividad aplicable a su desarrollo y ejecución que permitan regularizar las actividades que al momento se han realizado en el

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Fecha de publicación: 28 de enero de 1988.	
	predio propuesto para su construcción y otorgar su autorización.
Artículo 7. Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades: IX.- La formulación, expedición y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico del territorio a que se refiere el artículo 20 BIS 2 de esta Ley, con la participación de los municipios respectivos;	El presente estudio, se sujeta al cumplimiento y observancia de los preceptos contenidos en la LGEEPA, en sus apartados correspondientes y aplicables, donde de manera específica se definen competencias en la aplicación de los Instrumentos de política ambiental.
Artículo 28 La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, **del cemento** y eléctrica;	El proyecto cumplirá con las condicionantes establecidas por esta Secretaría, con el fin de minimizar los desequilibrios ecológicos que se pudieran ocasionar.
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.	Se da cumplimiento estricto y formal a este precepto legal mediante la presentación del presente estudio. Para su estructuración y desarrollo metodológico, se han seguido los formatos oficiales, guías técnicas y términos de referencia emitidos por la SEMARNAT para el sector industrial. Esto garantiza que la información técnica presentada cuente con la estructura y el nivel de detalle institucional requerido por la autoridad de manera homogénea.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Fecha de publicación: 28 de enero de 1988.	
ARTÍCULO 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su rehusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;	Es importante mencionar, que el proyecto se acoplará directamente al sistema de manejo de residuos con el que actualmente opera la planta de Cooperativa La Cruz Azul. En la operación ordinaria, la planta contará con contenedores estratégicamente ubicados en áreas administrativas y operativas para la separación y recolección de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos. Todos estos materiales se concentran en un sitio de almacenamiento temporal interno y, posteriormente, son enviados a instalaciones autorizadas para su disposición final, a través de prestadores de servicios registrados ante la autoridad competente. Durante las obras de instalación de los equipos de la nueva unidad de calcinación, la generación de residuos será mínima y corresponderá en su mayoría a residuos de manejo especial (RME). Para garantizar su adecuada gestión, se colocarán contenedores temporales delimitados en la zona de construcción y se capacitará al personal de obra en el flujo correcto de los desechos hacia el almacén temporal existente de la planta. De esta manera se asegura un manejo eficiente y una disposición final autorizada, evitando cualquier riesgo de afectación al suelo de la región.

II.2.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental es el instrumento jurídico que regula el procedimiento administrativo y técnico para la prevención y control de los efectos negativos que las obras o actividades públicas y privadas pueden causar en los ecosistemas. Su función principal es determinar con precisión cuáles proyectos de competencia federal están obligados a someterse a dicho proceso de evaluación antes de su ejecución, garantizando así la aplicación uniforme de la política ambiental del país.

Asimismo, este ordenamiento establece de manera estricta los plazos legales, los criterios de consulta pública y la estructura técnica que deben cumplir los estudios ambientales, tales como los Informes Preventivos y las Manifestaciones de Impacto Ambiental. A través de este marco, el reglamento dota de certeza jurídica tanto a los promoventes de proyectos como a la autoridad evaluadora, asegurando que las actividades de infraestructura e industriales se desarrollen bajo condiciones de sustentabilidad y mitigación de daños ecológicos.

Tabla 5: Vinculación con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Artículo	Vinculación
Artículo 4o.- Compete a la Secretaría: I. Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento; II. Formular, publicar y poner a disposición del público las guías para la presentación del informe preventivo, la manifestación de impacto ambiental en sus diversas modalidades y el estudio de riesgo; III. Solicitar la opinión de otras dependencias y de expertos en la materia para que sirvan de apoyo a las evaluaciones de impacto ambiental que se formulen; IV. Llevar a cabo el proceso de consulta pública que en su caso se requiera durante el procedimiento de evaluación de impacto ambiental; V. Organizar, en coordinación con las autoridades locales, la reunión pública a que se refiere la fracción III del artículo 34 de la Ley; VI. Vigilar el cumplimiento de las disposiciones de este reglamento, así como la observancia de las resoluciones previstas en el mismo, e imponer las sanciones y demás medidas de control y de seguridad necesarias, con arreglo a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y VII. Las demás previstas en este reglamento y en otras disposiciones legales y reglamentarias en la materia.	Se reconoce la competencia plena de la SEMARNAT para coordinar y dictaminar este procedimiento. En estricto acatamiento a las facultades de la Secretaría, Cooperativa La Cruz Azul S.C.L. presenta esta MIA elaborada bajo la estructura técnica y metodológica de las guías oficiales puestas a disposición por la autoridad.
Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental. **J) INDUSTRIA DEL CEMENTO:** Construcción de plantas para la fabricación de cemento, así como la producción de cal y yeso, cuando el proceso	El proyecto de la nueva Unidad de Calcinación se ajusta con total congruencia a los supuestos de competencia federal definidos en este inciso, razón por la cual se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT para su correspondiente evaluación. Es fundamental puntualizar que el proyecto no contempla la construcción de una planta de fabricación de cemento nueva o

Artículo	Vinculación
de producción esté integrado al de la fabricación de cemento.	aislada. En su lugar, consiste en la implementación e integración de un nuevo sistema de calcinación dentro del polígono de la planta industrial que Cooperativa La Cruz Azul S.C.L. ya opera en el municipio de Tula de Allende, Hidalgo. Dado que la operación de esta unidad de calcinación está vinculada y se integra directamente a la línea de producción y procesamiento de materias primas para la elaboración final de cemento (que es el giro principal de la empresa).

II.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial aplicable

La Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo, establece que el ordenamiento ecológico del territorio tiene como finalidad reconocer la vocación natural de la tierra y deberá estar dirigido a planear, establecer la política del uso de suelo, el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales en el territorio estatal y las actividades productivas para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente. Es un instrumento de política ambiental diseñado para caracterizar, diagnosticar y proponer formas de utilización del territorio y de sus recursos naturales, bajo el enfoque del uso racional, diversificado y participativo.

El ordenamiento ecológico del territorio se concibe como un proceso y una estrategia de planificación, de carácter técnico-político con el que se pretende configurar, en el largo plazo, una organización del uso y la ocupación del territorio, acorde con las potencialidades y limitaciones del mismo, las expectativas y aspiraciones de la población y los objetivos sectoriales de desarrollo, se concreta en planes que expresan el modelo territorial de largo plazo que la sociedad percibe como deseable y las estrategias mediante las cuales se actuará sobre la realidad para evolucionar hacia dicho modelo.

El ordenamiento ecológico del territorio permite tener un instrumento de planeación para regular las actividades productivas, además de coadyuvar a promover el desarrollo sustentable a partir de los usos del suelo y criterios ecológicos para el aprovechamiento del territorio, sentando las bases para la restauración y recuperación de los recursos naturales, los cuales conformarán la plataforma del desarrollo económico y social estableciendo los lineamientos estratégicos de la política ambiental. Los principios rectores o los soportes conceptuales y normativos en los que descansa el ordenamiento ecológico y territorial son los siguientes:

Integralidad: Porque concibe las estructuras territoriales bajo un enfoque holístico, es decir, como un todo, cuyas partes o subsistemas, en materia biofísica, económica, sociodemográfica, político-administrativa y urbano-regional, se encuentran en continua interacción.

Articulación: El ordenamiento incorpora las políticas de desarrollo sectoriales y los respectivos instrumentos que aplican en el municipio, a fin de favorecer la coherencia entre ellas.

Participación: La participación de los actores sociales es un elemento indispensable del proceso de ordenamiento, pues es un recurso que otorga legitimidad y propicia viabilidad en su aplicación, al fortalecer el reconocimiento e importancia del punto de vista de los actores locales, asegurando su corresponsabilidad en las decisiones que permitan construir un futuro estratégico para el territorio municipal, así como en el seguimiento y evaluación de las acciones correspondientes.

Prospectiva: Anticiparse al futuro, a través de la identificación de las tendencias de uso y ocupación del territorio, y del impacto que sobre él tienen las políticas sectoriales y macroeconómicas que actualmente se aplican, es un ejercicio fundamental para materializar el futuro deseado. Para ello, se apoya en el diseño de escenarios sobre los cuales se gestionará el desarrollo territorial local.

Equilibrio territorial: La aplicación del ordenamiento debe reducir los desequilibrios espaciales al interior de los municipios y mejorar las condiciones de vida de la población, a través de una equitativa distribución de todo tipo de actividades, servicios e infraestructura.

Sostenibilidad ambiental: Los ordenamientos deben buscar que el uso actual de los recursos no comprometa ni la disponibilidad ni la calidad de los mismos para las futuras generaciones.

Adaptativo: El proceso de ordenamiento plantea un esquema flexible que permite realizar ajustes para adecuar la propuesta de ordenamiento territorial a los cambios experimentados por el territorio.

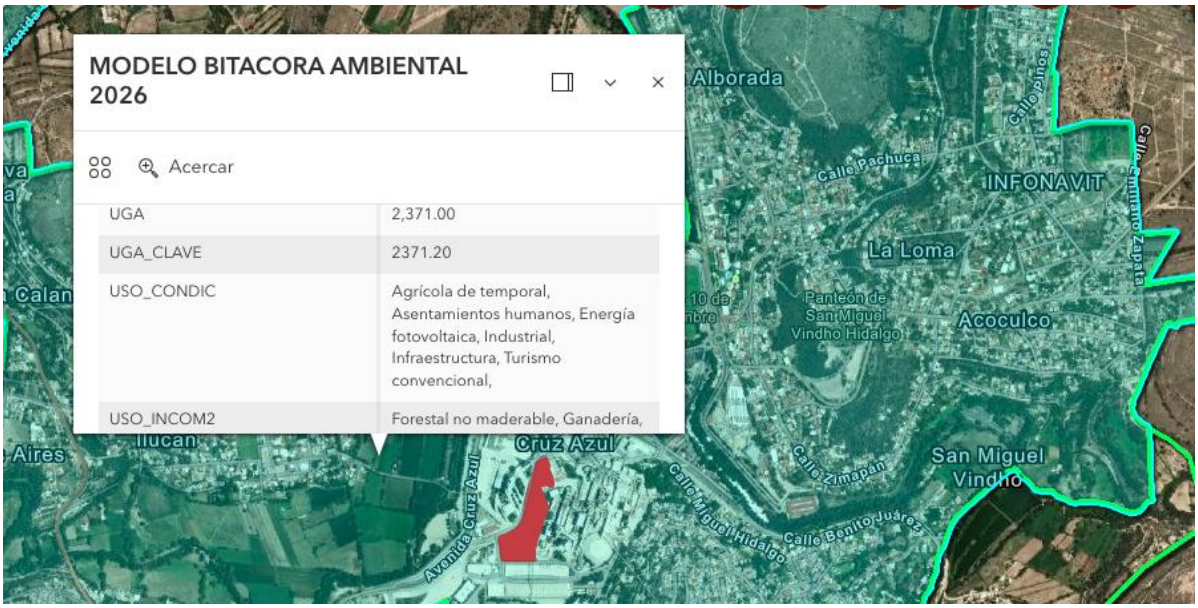


Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POETH.

Ahora bien, el proyecto en análisis, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo, se localiza dentro de la **Unidad de Gestión Ambiental 2371.20** con política ambiental para **Aprovechamiento**.



UGA 2371.20

Política: Aprovechamiento
Región: Tula
Superficie: 4085.7 ha
Riesgos Ambientales: CAI 4/5, DES 0/5, ERO 4/5, HEL 3/5, HUN 4/5, INU 5/5, SEQ 3/5, TOR 3/5
Aptitud Sectorial: AC 1/5, AG 1/5, AH 5/5, CO 4/5, FO 2/5, GA 1/5, ID 4/5, IF 5/5, MI 3/5, PE 2/5, PF 5/5, TU 5/5
Usos de suelo: Asentamiento humano urbano (4085.7ha)
Lineamientos: Aprovechar sustentablemente 4085.7ha para Asentamientos humanos.

Agua

Nombre del acuífero: 1310 Valle del Mezquital
Recarga del acuífero: Moderada
Disponibilidad de Agua Subterránea: 30.86 hm3/año
Volumen de extracción: 184.42 hm3/año

Relevancia Ambiental

Terrenos forestales: 0 ha
Terr. pref. forestales: 4085.7 ha
Captura de carbono: 0 ton/año
Valor de Conservación: Muy alto
Grado de conservación: Muy bajo
Fragilidad ecológica: Muy baja

Uso de Suelo

Usos Condicionados: Agrícola de temporal, Asentamientos humanos, Energía fotovoltaica, Industrial, Infraestructura, Turismo convencional,

Usos Incompatibles: Acuícola, Agrícola de riego, Conservación, Energía eólica, Forestal maderable, Forestal no maderable, Ganadería, Minería metálica, Minería no metálica, Turismo de naturaleza,

Criterios de Regulación Ecológica

AT01, AT02, AT03, AT04, AT05, AT06, AT07, AT08, AT09, AT10, AT11, AT12, AT13, AT14, AT15, AT16, AT17, AT18, AT19, AT20, AH01, AH02, AH03, AH04, AH05, AH09, AH10, AH11, AH12, AH13, AH14, AH15, AH16, AH17, AH18, AH19, AH20, AH21, AH22, AH23, AH24, CC03, CC05, CC08, CC09, CC11, EF01, EF02, EF03, EF04, EF05, EF06, EF07, EF08, EF09, EF10, ID01, ID02, ID03, ID04, ID05, ID06, ID07, ID08, ID09, ID10, ID11, ID12, ID13, ID14, IF01, IF02, IF03, IF04, IF05, IF06, IF07, IF08, IF09, IF10, IF11, IF12, IF13, IF14, IF15, IF16, IF21, TC01, TC02, TC03, TC04, TC05, TC06, TC07, TC08, TC09, TC10, TC11, TC12, TC13,

Figura 2. Ficha Técnica de la UGA 2371.20.

a) Uso de Suelo.

De conformidad con el documento de Propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Estatal, el uso de suelo de Asentamientos Humanos es el lineamiento indicado para el aprovechamiento del suelo para el establecimiento de centros de población legalmente establecidos, en los términos que se indiquen en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano correspondiente y de acuerdo con la Ley de Asentamientos Humanos, Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Estado de Hidalgo, así como al Sistema Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Para el caso que nos ocupa, la **Unidad de Gestión Ambiental 2,371.20** establece un uso de suelo de **Asentamiento Humano Urbano.**

b) Usos condicionados.

Ahora bien, en relación a la definición de Uso Condicionado que prevé el documento citado con anterioridad, determina que es el uso de suelo que se puede llevar a cabo en un área con peculiaridades edafológicas concretas, pero que corresponderá estar sujeto a condicionantes de

uso, que impida su deterioro provocado por la pérdida de su estructura y funcionalidad. Para el caso que nos ocupa, la **Unidad de Gestión Ambiental 2,371.20** establece un uso condicionado para Agrícola de Temporal, Asentamientos Humanos, Energía fotovoltaica, **Industrial,** Infraestructura y Turismo Convencional.

c) Políticas Ambientales.

La asignación de políticas ambientales, en adelante PA, se formula de acuerdo con lo establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en la elaboración de los programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) a cualquier escala.

Para el desarrollo del proyecto la **Unidad de Gestión Ambiental 2,371.20** donde se ubica, determina que se trata de la siguiente PA:

1) Aprovechamiento: se aplica a áreas con elevada aptitud productiva actual o potencial para varias actividades productivas, entre ellas el desarrollo urbano y las actividades agrícolas, pecuarias, turísticas e industriales. Se propone para estas UGA una reorientación de la forma actual de uso y aprovechamiento de los recursos naturales que propicie la diversificación y sustentabilidad y que no impacte negativamente el medio ambiente.

d) Asignación de lineamientos ecológicos.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Ordenamiento Ecológico en su artículo 3° frac XVI define al lineamiento ecológico como la meta o el enunciado general que refleja el estado deseable de una unidad de gestión ambiental. Permite la definición específica del objeto de la política, además de facilitar el establecimiento del mecanismo de seguimiento. En este sentido, cada UGA posee un lineamiento único con especificaciones cuantitativas sobre la superficie para el desarrollo de los sectores involucrados en cada Unidad de Gestión Ambiental. Para el caso que nos ocupa, la **Unidad de Gestión Ambiental 2,371.20,** establece el aprovechamiento sustentable de 4085.7 ha para Asentamientos Humanos.

e) Estrategias ecológicas.

Son la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de ordenamiento ecológico.

Tabla 6: Vinculación Estrategias Ecológicas.

Estrategias ecológicas					
Sector	**Estrategia General**	**Estrategia Específica**	**Clave**	**Acciones para alcanzar la estrategia**	**Fuente de información**

Estrategias ecológicas					
Industria	Impulsar e implementar la industria sustentable	Reducir el consumo energético	E187	Favorecer medidas activas para reducir el consumo energético de procesos e instalaciones	De Nacional: Prevención con Proyectos; Prevención de medio ambiente y recursos naturales en la Cadena Climática; Prevención con Proyectos Sustentables
Industria	Impulsar e implementar la industria sustentable	Mejora en la gestión de los materiales y residuos peligrosos	E188	Gestionar los residuos contaminantes a través de un administrador autorizado	De Nacional: Prevención con Proyectos Sustentables; Impulso a proyectos de mejora ambiental y cambio climático; De BANCOMEXT; Financiamiento para Proyectos Sustentables
Industria	Impulsar e implementar la industria sustentable	Auditorías ambientales	E189	Realización de auditorías de forma periódica	De Nacional: Prevención con Proyectos; Prevención de medio ambiente y recursos naturales en la Cadena Climática; Prevención con Proyectos Sustentables
Industria	Impulsar e implementar la industria sustentable	Control de emisión de CO_2 a través de estudios de emisiones a la atmósfera para disminuir el impacto al medio	E190	Ajustar los procesos industriales para hacerlos sustentables en el uso de materiales, energía y agua y disminuir las emisiones contaminantes	De Nacional: Prevención con Proyectos Sustentables; Impulso a proyectos de mejora ambiental y cambio climático; De BANCOMEXT; Financiamiento para Proyectos Sustentables

Estrategias ecológicas					
Industria	Impulsar e implementar la industria sustentable	Manejo adecuado y responsable de residuos sólidos	E191	*(No se especifica)*	De Nacional: Prevención con Proyectos Sustentables; Impulso a proyectos de mejora ambiental y cambio climático; De BANCOMEXT; Financiamiento para Proyectos Sustentables
Industria	Impulsar e implementar la Industria sustentable	Promoción y ampliación de áreas verdes en parques industriales	E195	Fomento y cuidado de áreas verdes dentro y fuera de las instalaciones	De Nacional Financiera con Proyectos Sustentables: Impulso a proyectos de medio ambiente y energía ante el Cambio Climático. De BANCOMEXT: Financiamiento para Proyectos Sustentables

a) Criterios ecológicos.

La actividad sobre el espacio debe ser reglamentada de manera precisa por medio de las normas oficiales mexicanas y sujetar los estatutos oficiales. Por ello, se formularon una serie de criterios ecológicos que corresponderá en la aplicación del Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo, para el aprovechamiento de los recursos naturales, para la protección de la flora y fauna y la prevención de la contaminación del suelo, agua y aire.

Se establecerán los Criterios de Regulación Ecológica (CRE) para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales que apliquen en las unidades de gestión ambiental (artículo 20 bis 3, fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Son congruentes con el cumplimiento de los lineamientos y estrategias ecológicas asignadas y diagnosticadas con base a las características ecológicas y geográficas de las regiones del Estado de Hidalgo y se establecen por sector o actividad económica.

Los criterios consiguen que el progreso económico del Estado se sustente con bases sólidas, que avalen el beneficio fundado y sostenido de los recursos naturales, así como inducir los mínimos impactos desfavorables de las actividades económicas. Bajo este contexto, los criterios ecológicos fueron asignados al Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial a través de las Unidades de Gestión Ambiental UGA. Se asignaron diferentes criterios ecológicos para cada una de las UGA, con la finalidad de impedir el impacto ecológico. Sin embargo, también es obligatorio emplear medidas de regulación preventiva para impedir que una actividad productiva afecte tanto a la sociedad.

Los criterios ecológicos se sustentan con una base normativa y técnica, por lo que, para cada grupo de criterios se organizaron por actividad productiva con sustento en Normas Oficiales Mexicanas, Leyes y Reglamentos como sustento tecnológico, social y económico. A continuación, se presenta la normatividad así como los criterios y su fundamento técnico y legal.

Tabla 7: Vinculación Criterios Ecológicos.

Criterios Ecológicos	
Descripción	**Vinculación**
ID06. Los desarrollos industriales deben contar con la infraestructura necesaria para el tratamiento de sus aguas residuales previo a su descarga, en caso de que no puedan ser recibidas en los sistemas de drenaje y alcantarillado o en las cuencas, ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, por estar severamente contaminadas y no cumplir con la normatividad vigente.	El Proyecto "Unidad de Calcinación No. 10" se desarrollará al interior de la Planta Cementera La Cruz Azul, la cual dispone de infraestructura y procedimientos para el manejo de las aguas residuales generadas.
ID07. La instalación de empresas industriales de alto riesgo, como son aquellas que, por su alto impacto al medio ambiente, transforman, manipulan y almacenan materiales o sustancias peligrosas, y que pueden originar accidentes altamente riesgosos, deberán contar con un estudio específico aprobado por la autoridad, relativo a la restricción para la edificación perimetral y un área de amortiguamiento como parte integral del predio, la cual no podrá ser menor de 100 m de distancia a los límites de una zona habitada.	El proyecto corresponde a la conclusión de una unidad de proceso ubicada dentro de un complejo industrial preexistente destinado a la producción de cemento, el cual opera bajo parámetros y autorizaciones previamente establecidos. La naturaleza de la actividad **no implica la instalación de nuevas fuentes de riesgo ni la incorporación de materiales o sustancias distintas a las ya manejadas en el sitio, por lo que no se considera de alto impacto ambiental ni altamente riesgosa**. En todo caso, Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L. mantiene y reforzará las medidas de seguridad, control y prevención aplicables, contando con los estudios y autorizaciones que la legislación vigente requiera, incluyendo las restricciones y áreas de amortiguamiento que correspondan dentro del predio industrial.
ID08. Las industrias deberán contar con un sistema para la recolección, transporte, almacenamiento, manejo, reciclaje y disposición final de sus residuos sólidos y líquidos.	Durante las etapas de construcción pendientes, puesta en marcha, operación y mantenimiento de la Unidad de Calcinación No. 10, los residuos sólidos y líquidos generados serán segregados, almacenados temporalmente y manejados conforme a los procedimientos internos de la Planta Cementera La Cruz Azul. Su reciclaje, tratamiento o disposición final se realizará mediante prestadores de servicios autorizados, en cumplimiento con la legislación ambiental vigente.
ID09. Los parques industriales deben destinar un mínimo de cinco por ciento (5 %) de la superficie del terreno industrial para uso de áreas verdes, en las cuales habrá vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto.	El proyecto se ubica dentro de la Planta Cementera La Cruz Azul, en una zona industrial consolidada y destinada previamente a actividades productivas, sin requerir ampliaciones ni cambio de uso de suelo. Por lo anterior, la ejecución del proyecto no implica afectación o reducción de las áreas verdes

Criterios Ecológicos	
Descripción	**Vinculación**
	existentes dentro del complejo industrial, manteniéndose las condiciones actuales del predio. Particularmente, dentro del polígono del proyecto, se tiene la zona destinada a vegetación y áreas verdes, corresponde a una superficie de 1,845.85 m^2 e incluye césped, árboles frutales, palmas ornamentales y nopales diversos (genero opuntia).
ID10. Se deberán utilizar energías renovables en las industrias, con el propósito de mitigar emisiones contaminantes y sus efectos nocivos en el medio ambiente.	La operación de la Unidad de Calcinación No. 10 incorporará criterios de eficiencia energética y mejora tecnológica orientados a optimizar el consumo de energía y reducir la generación de emisiones contaminantes. Asimismo, Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L., promoverá la implementación de estrategias encaminadas al aprovechamiento de tecnologías más limpias y al uso eficiente de los recursos energéticos disponibles.
ID11. Se deberán implementar sistemas de mejora continua para reducir paulatinamente la contaminación atmosférica, así como la contaminación generada por la emisión de ruido, vibraciones, energía térmica, luz intrusa, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales, proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales.	La Unidad de Calcinación No. 10 operará bajo programas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como mecanismos de control operacional y mejora continua, orientados a minimizar la generación de emisiones atmosféricas, ruido y demás factores potencialmente contaminantes, dando cumplimiento a los límites y disposiciones establecidos en la normatividad ambiental aplicable.
ID12. Las aguas residuales y los residuos líquidos industriales no deberán derramarse sobre los suelos, y se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se infiltren en el subsuelo. En caso de que ocurran dichas filtraciones, la empresa responsable deberá reparar y resarcir el daño incluso si es producto de un accidente, y tomar las acciones para que no siga ocurriendo.	El proyecto contempla medidas preventivas para evitar derrames y fugas de aguas residuales o residuos líquidos industriales durante las etapas de operación y mantenimiento. En caso de presentarse algún incidente, se implementarán de manera inmediata acciones de contención, limpieza y remediación, así como medidas correctivas para evitar su recurrencia, garantizando la protección del suelo y del subsuelo.

II.4. Programa y/o Planes de Desarrollo Urbano.

II.4.1 Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Tula de Allende.

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Tula de Allende es el instrumento de planeación legalmente facultado para delimitar el crecimiento ordenado del territorio, dictaminar la zonificación secundaria y establecer los usos de suelo permitidos, condicionados y prohibidos dentro de la demarcación. Este plan tiene como directriz salvaguardar la compatibilidad de actividades, mitigar los riesgos antropogénicos y asegurar que las

infraestructuras de alta intensidad no interfieran negativamente con las zonas habitacionales, de servicios o de conservación ecológica.

Bajo la cartografía oficial y las tablas de compatibilidad vigentes de dicho programa, el polígono inmobiliario propiedad de **Cooperativa La Cruz Azul S.C.L.** (ubicado específicamente en Ciudad Cooperativa Cruz Azul, dentro del municipio de Tula de Allende) se encuentra formalmente catalogado y consolidado bajo la clave de **Zona de Uso de Suelo Industrial Pesado (IP)**. Esta asignación ampara jurídicamente el desarrollo de actividades productivas de transformación a gran escala que, por sus requerimientos operativos, de almacenamiento y de transporte, poseen una naturaleza de alta intensidad, tales como los procesos de molienda y fabricación de cemento.

Análisis de Congruencia y Vinculación Técnica con el Proyecto

El proyecto propuesto, consistente en la implementación e integración de una nueva **Unidad de Calcinación**, demuestra una congruencia absoluta e intrínseca con los objetivos, políticas y restricciones decretadas en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, basándose en los siguientes ejes técnicos y jurídicos:

- **Aprovechamiento de la Infraestructura Industrial Preexistente (No Obra Nueva):** Es una premisa fundamental de este estudio señalar que el proyecto **no contempla la apertura de un nuevo centro de población industrial ni la edificación de una planta desde cero**. La infraestructura proyectada se desplantará en su totalidad dentro del perímetro de la propiedad industrial que la Cooperativa ya opera en la localidad. Al integrarse de manera física y operativa a los nodos, espuelas de ferrocarril, patios de maniobras y redes de servicios preexistentes del complejo cementero, el proyecto no genera dispersión urbana, no demanda la extensión de redes de servicios públicos municipales (como agua potable o drenaje público exterior) ni promueve el crecimiento desordenado de la mancha urbana sobre suelo agrícola o de conservación.
- **Compatibilidad Absoluta de Usos de Suelo:** Debido a que la calcinación de materias primas e insumos es una etapa consustancial e integrada a la cadena de producción de cemento, la naturaleza del proyecto se alinea perfectamente con la vocación de la **Zona de Uso de Suelo Industrial Pesado (IP)** decretada por el municipio. El proyecto respeta la restricción territorial local al establecerse en un sector que el propio Ayuntamiento ha blindado y reservado históricamente para la manufactura pesada, garantizando que no existan conflictos de colindancia ni riesgos por incompatibilidad con zonas residenciales o equipamiento urbano sensible en el núcleo de Tula de Allende.
- **Respeto a los Coeficientes Urbanísticos (COS y CUS):** La ingeniería del proyecto ha sido diseñada de tal forma que la superficie de desplante de la nueva unidad de calcinación y sus obras auxiliares no vulneran los límites permitidos para la clave IP. El Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) y el Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS) globales del predio industrial modificado se mantienen rigurosamente dentro de los rangos autorizados por el Programa Municipal, optimizando el uso del espacio interno sin generar una sobreexplotación del predio o una saturación física que comprometa las áreas permeables o de amortiguamiento perimetral contempladas en el diseño original de la planta.
- **Mitigación de Impactos en la Vialidad y Entorno Urbano:** El Programa Municipal regula el impacto de los flujos de transporte pesado para evitar el colapso de las redes viales locales. La Unidad de Calcinación, al configurarse como una optimización técnica interna para mejorar la eficiencia del proceso productivo, no generará un incremento desproporcionado en el aforo vehicular de carga hacia el exterior de la planta. El transporte de las materias primas procesadas se realizará mediante sistemas de confinamiento

internos (bandas transportadoras y ductos automatizados), evitando el tránsito adicional de tolvas en las vialidades públicas municipales de Tula de Allende y previniendo la degradación de la infraestructura asfáltica local y la generación de tráfico en las comunidades periurbanas colindantes.

Compromisos de Gestión Local y Respeto a la Autonomía Municipal

En estricto cumplimiento del marco legal vigente y reconociendo la soberanía del orden municipal, Cooperativa La Cruz Azul S.C.L. asume el compromiso explícito de no supeditar las obligaciones locales a la obtención del Resolutivo de Impacto Ambiental de jurisdicción federal.

Por lo tanto, de manera paralela y en los tiempos que determine la normatividad local, la organización acudirá ante la **Dirección de Desarrollo Urbano y Catastro del H. Ayuntamiento de Tula de Allende** para gestionar, tramitar y obtener las licencias correspondientes, incluyendo de forma enunciativa mas no limitativa:

1. Los dictámenes de seguridad y protección civil local pertinentes para la etapa de construcción.

Con estas acciones y argumentos técnicos, se demuestra formalmente ante la SEMARNAT que el proyecto de la nueva Unidad de Calcinación para Cooperativa La Cruz Azul es plenamente factible, técnica y jurídicamente viable, y absolutamente congruente con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tula de Allende, Hidalgo.

II.4.2 Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027.

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD) de Tula de Allende, Hidalgo, para el periodo 2024-2027, constituye el instrumento rector de la planeación democrática a nivel local, cuya finalidad es establecer los objetivos estratégicos, políticas públicas, metas y líneas de acción que guiarán el crecimiento social, económico y urbano de la demarcación. Este documento sirve como una guía programática para articular los esfuerzos entre el gobierno local, la ciudadanía y los sectores productivos, buscando garantizar un desarrollo equilibrado que resuelva las problemáticas históricas del municipio y promueva la sostenibilidad a largo plazo.

En materia ambiental, el Plan Municipal de Desarrollo funciona como un marco de referencia normativo e institucional para evaluar la congruencia de los proyectos de infraestructura con las aspiraciones locales de conservación. Su objetivo es asegurar que las actividades económicas no comprometan la estabilidad ecológica del territorio, impulsando a las industrias establecidas en la región a adoptar mejores prácticas operativas y tecnologías eficientes que mitiguen de manera efectiva sus emisiones contaminantes y optimicen la gestión de sus recursos y residuos.

A efectos de demostrar que la implementación de la nueva Unidad de Calcinación de Cooperativa La Cruz Azul S.C.L. no interfiere con las metas de desarrollo del municipio, sino que se suma de forma armónica a sus políticas de sostenibilidad, se presenta la vinculación detallada con los acuerdos aplicables de la Plataforma Estratégica 6. Cuidado del Medio Ambiente.

Tabla 8: Vinculación Acuerdos/Estrategias PMD.

Código del Acuerdo / Estrategia	Disposición Municipal (Texto Oficial del Plan)	Vinculación y Argumentación de Congruencia del Proyecto
Estrategia General 6.1	Fomentar la protección ambiental mediante la implementación de programas de reforestación, gestión adecuada de residuos, y promoción de prácticas sostenibles que contribuyan al equilibrio ecológico y al bienestar de la población.	El proyecto se alinea de manera integral al incorporar prácticas operativas sostenibles dentro de las instalaciones preexistentes. A través de controles de ingeniería específicos para la etapa de calcinación, se asegura una gestión adecuada de los subproductos generados y una operación limpia que no altere el equilibrio ecológico local, sumando al bienestar de la población colindante.
Estrategia 6.1.2	Promover las energías renovables y eficiencia energética que contribuya a la sostenibilidad ambiental, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y fomentando un futuro más limpio y económico.	La Unidad de Calcinación se fundamenta en un diseño de ingeniería que busca la máxima eficiencia térmica y la optimización de los sistemas de combustión en los quemadores. Esto permite procesar las materias primas disminuyendo el consumo específico de energía térmica, logrando un proceso productivo más eficiente y limpio acorde con la política municipal.
Línea de Acción 6.1.2.3	Impulsar la eficiencia energética en la industria local mediante la adopción de tecnologías que reduzcan el consumo de energía y las emisiones de gases contaminantes.	El proyecto consiste precisamente en la adopción de tecnología moderna e integración de sistemas dentro de una planta ya existente. Su implementación optimiza el balance energético en la etapa de calcinación para la fabricación de cemento, controlando los flujos de calor para reducir de manera paralela el consumo y las emisiones indirectas de gases a la atmósfera.
Estrategia 6.1.4	Promover el ordenamiento territorial y desarrollo urbano sostenible que garantice un crecimiento equilibrado, optimice el uso de los recursos y mejore la calidad de vida de los habitantes.	El proyecto representa un crecimiento equilibrado y ordenado para el municipio, ya que en lugar de abrir una nueva frontera industrial o descapotar suelo virgen, aprovecha al 100% el espacio y el polígono ya impactado de la planta de Cruz Azul en la

Código del Acuerdo / Estrategia	Disposición Municipal (Texto Oficial del Plan)	Vinculación y Argumentación de Congruencia del Proyecto
		localidad de Jasso, optimizando el uso de suelo industrial pesado ya asignado.
Línea de Acción 6.1.4.1	Promover un desarrollo urbano que considere los límites del entorno natural y que esté basado en el uso eficiente de los recursos y la sostenibilidad ambiental.	La ingeniería de la nueva Unidad de Calcinación respeta los límites del entorno al estar confinada a las áreas de operación interna preestablecidas. Además, el uso eficiente de insumos y minerales secundarios bajo un esquema de sostenibilidad evita ejercer presiones adicionales sobre los recursos naturales o ecosistemas periféricos de Tula de Allende.
Estrategia 6.1.6	Fomentar la gestión integral de residuos sólidos mejorando la eficiencia en el reciclaje, reduciendo la contaminación e impulsando un manejo más responsable de los desechos.	El proyecto se integra formalmente al robusto Sistema de Gestión de Residuos que opera actualmente en la planta. Se asegura el manejo responsable mediante la separación en contenedores (tanto en áreas administrativas como operativas), el resguardo en el sitio de almacenamiento temporal interno de la empresa y el traslado controlado hacia su disposición final o coprocesamiento.
Línea de Acción 6.1.6.1	Reducir la generación de residuos, promoviendo el reciclaje y mejorando la disposición final de los mismos mediante una gestión eficiente y responsable.	Tanto en la fase de construcción de la nueva unidad como en su posterior operación, se implementará una gestión eficiente orientada a la reducción en la fuente. Los materiales de desecho característicos (como los residuos refractarios de mantenimiento) se evaluarán técnicamente para buscar alternativas de reciclaje o reúso industrial, enviando a disposición final únicamente aquellos materiales no valorizables a través de empresas autorizadas.

II.5. Decreto de Área Natural Protegida (ANP) o Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

El territorio del estado de Hidalgo cuenta con un robusto entramado de conservación biológica y de ecosistemas estratégicos estructurado en los tres órdenes de gobierno. Para efectos de este estudio, se identifican y evalúan los instrumentos que delimitan estas zonas de protección ambiental:

Nivel Federal: En el ámbito de jurisdicción federal administrado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), se han decretado diversas categorías de conservación en el territorio del estado de Hidalgo, abarcando desde Reservas de la Biosfera hasta Parques Nacionales. Específicamente, dentro de la demarcación del municipio de Tula de Allende, se localiza el **Parque Nacional Tula**, un espacio histórico y ecológico fundamental decretado para la preservación de los ecosistemas de la región.

Nivel Estatal: El Gobierno del Estado de Hidalgo, a través de su Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH), gestiona un padrón de áreas naturales bajo regímenes de protección estatal, las cuales complementan la red federal al salvaguardar cuencas hídricas, zonas de recarga de acuíferos y relictos de vegetación nativa en el Valle del Mezquital y zonas serranas.

Nivel Municipal: De manera complementaria, el marco reglamentario local faculta al H. Ayuntamiento de Tula de Allende para decretar y administrar **Zonas de Preservación Ecológica Municipales**, orientadas al amortiguamiento del desarrollo industrial y urbano, la protección de laderas y la mitigación del deterioro ambiental en microcuencas locales.

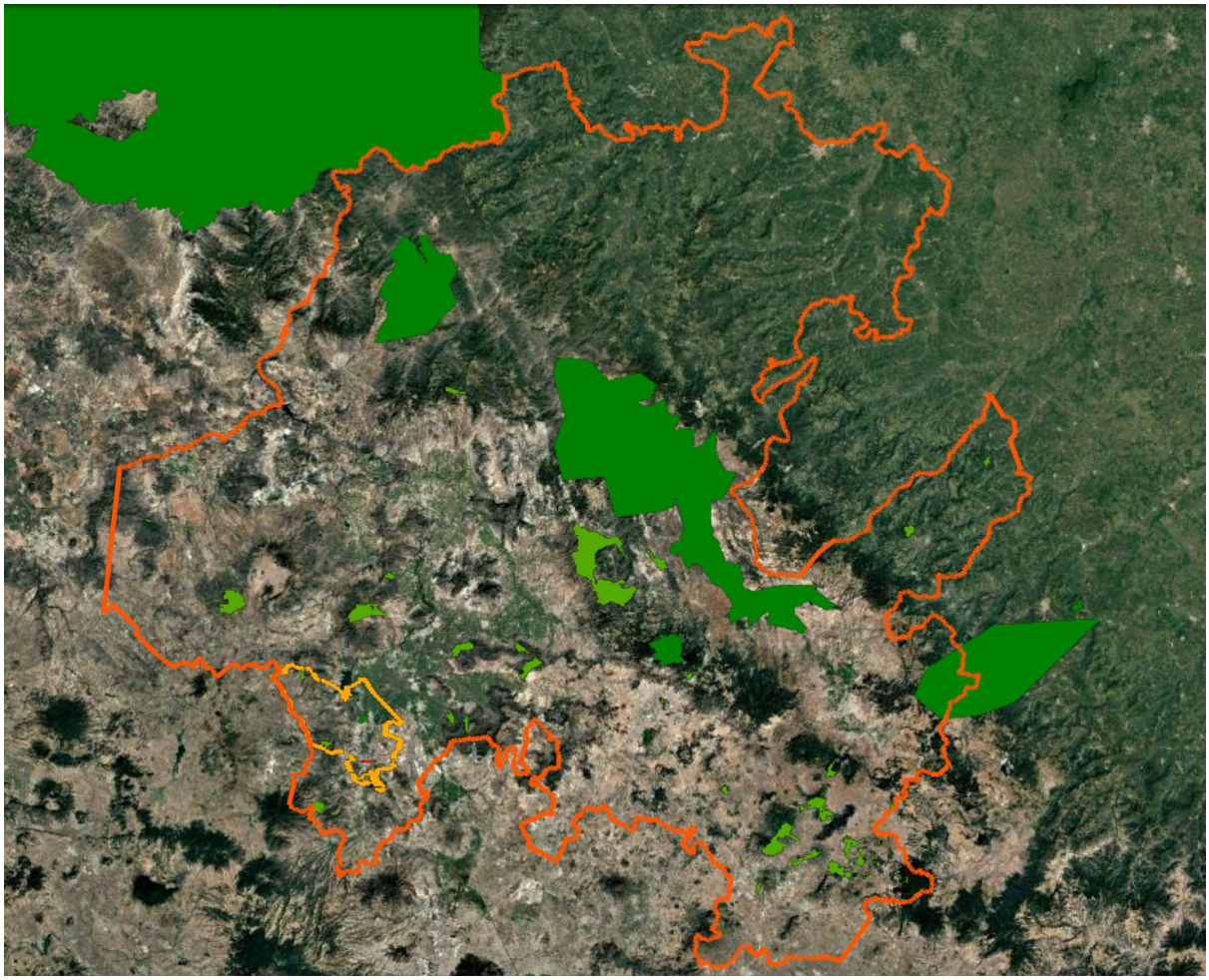


Figura 3. ANP y ZPE dentro del Estado de Hidalgo.

El proyecto propuesto, consistente en la adición e integración tecnológica de una nueva Unidad de Calcinación, se evaluó mediante herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) y análisis de superposición de poligonales cartográficas. Como resultado, se determina una congruencia total basada en lo siguiente:

Ubicación Fuera de Poligonales de Conservación: Se corrobora de manera fehaciente que el predio asignado al proyecto se encuentra **completamente fuera de los límites decretados del Parque Nacional Tula**, así como de cualquier Zona de Preservación Ecológica Municipal o estatal. Al estar desplantado estrictamente en el polígono industrial preexistente e impactado de la planta de Cruz Azul, las obras no implican la invasión, afectación física o descapote de áreas destinadas a la conservación ecológica.

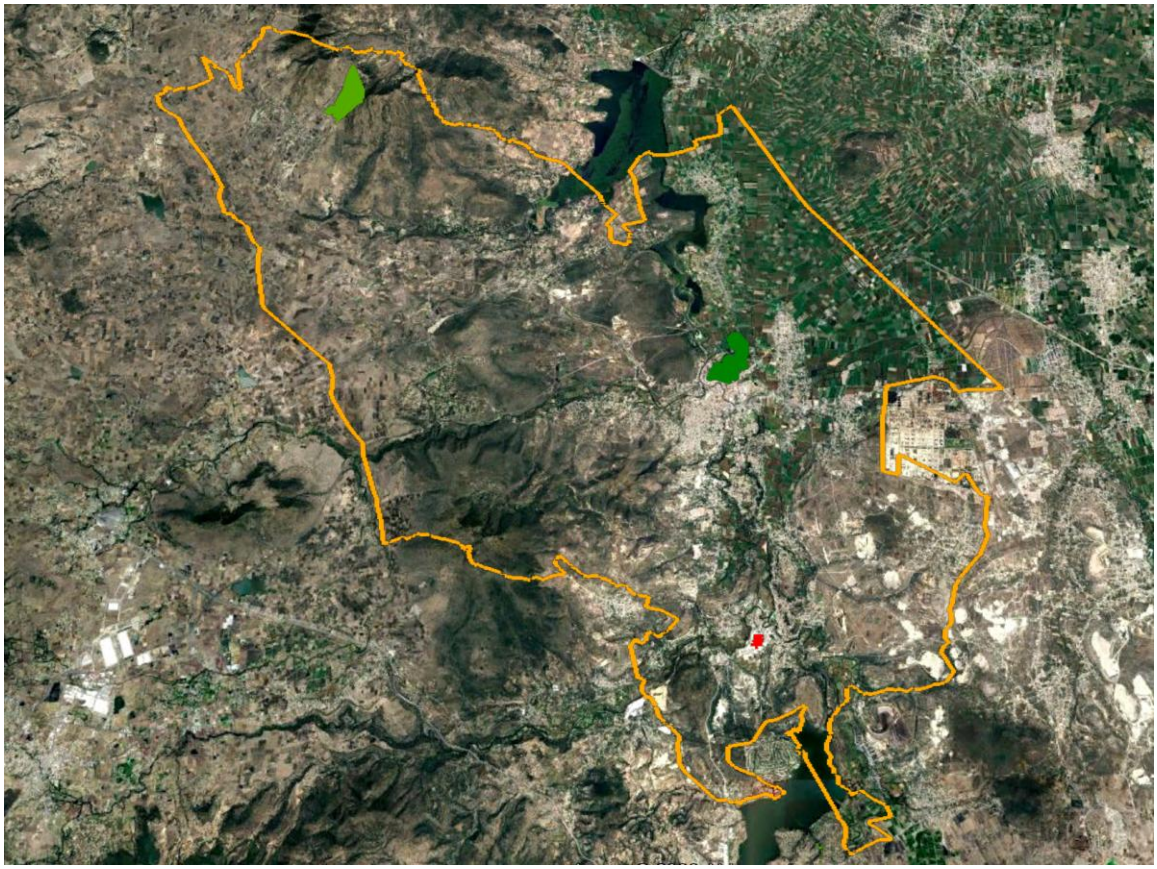


Figura 4. ANP y ZPE dentro de Tula de Allende, Hidalgo.

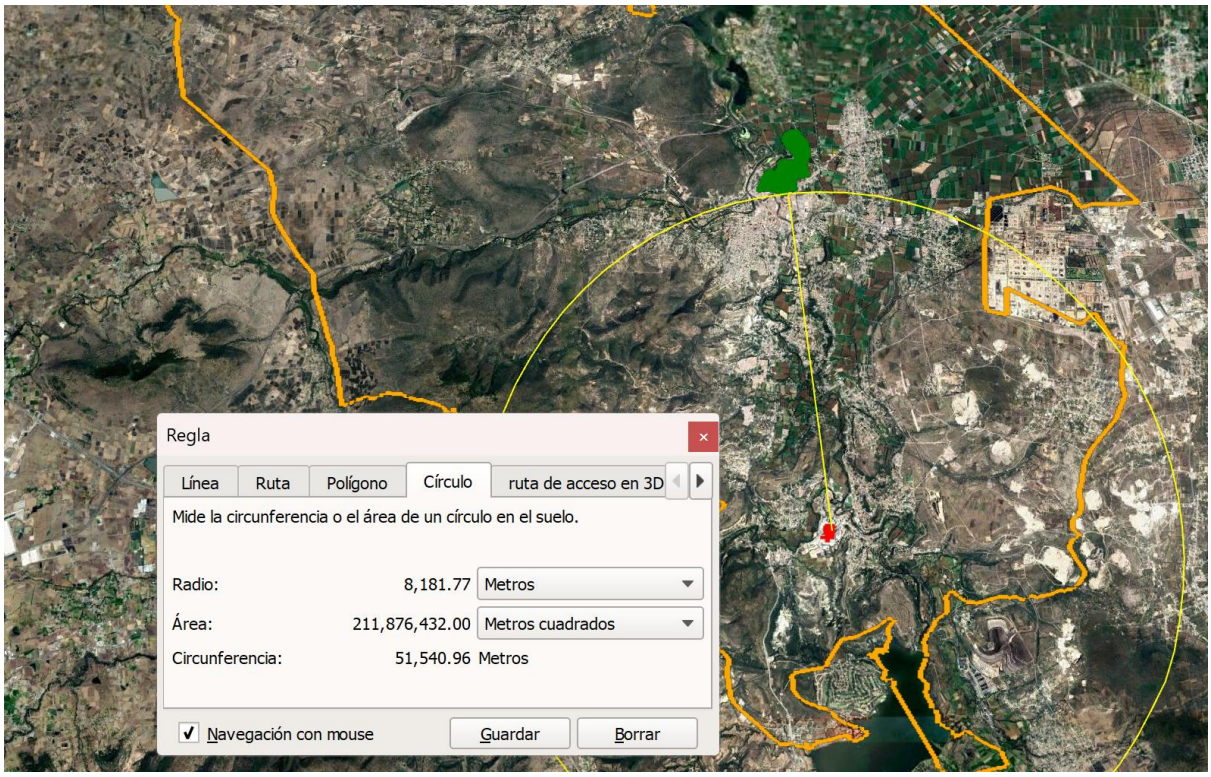


Figura 5. Distancia del proyecto al Parque Nacional Tula.

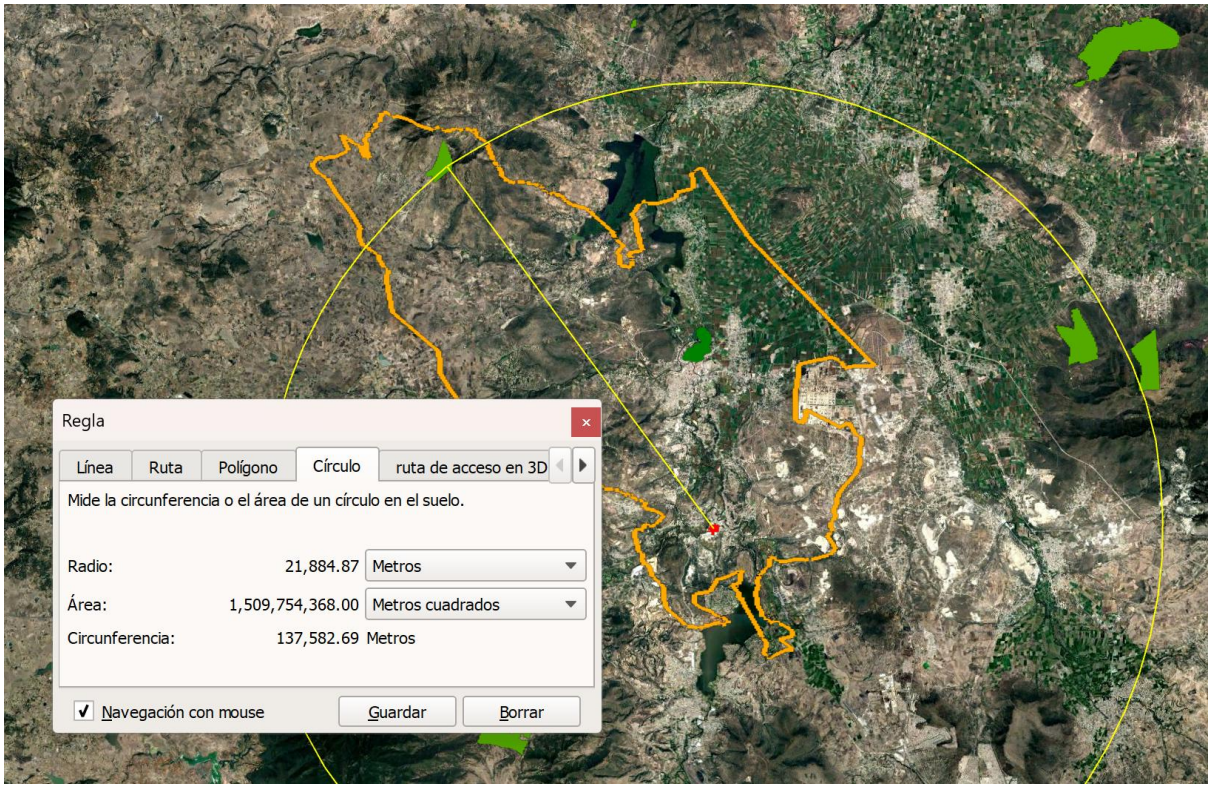


Figura 6. Distancia del proyecto a ZPEM.

II.5.1 Plan de Manejo del ANP o ADVC.

No aplica.

II.6. Normas Oficiales Mexicanas.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) se definen como regulaciones técnicas cuya observancia es obligatoria y contribuyen a la regularización de servicios, productos o procesos que pueden llegar a constituir un peligro para las personas, los animales o el medio ambiente en general. Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia ambiental, son una herramienta que permite a la autoridad ambiental establecer requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas para el aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos. Además, las NOM desempeñan un papel esencial en la generación de una atmósfera de certidumbre jurídica y promueven el cambio tecnológico con la finalidad de lograr una protección más eficiente del ambiente.

Tabla 9: Vinculación Normas Oficiales Mexicanas.

Normas	Vinculación
Norma Oficial Mexicana **NOM-001- SEMARNAT-2021**, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	La Unidad de Calcinación No. 10 en sus etapas preliminares (preparación del sitio y construcción), se considera la descarga de aguas residuales resultantes de las instalaciones sanitarias proyectadas, las cuales serán conectadas al sistema de drenaje y dirigidas al sistema de tratamiento existente, el cual opera manteniendo el agua por debajo de los límites máximos permitidos para la descarga de aguas residuales en bienes nacionales indicados en la norma.
Norma Oficial Mexicana **NOM-040- SEMARNAT-2002.** Fabricación de cemento hidráulico – niveles máximos de emisión a la atmósfera	El proyecto durante la etapa operativa deberá cumplir con lo estipulado en las tablas 1 y 2 de esta misma norma que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas, así como los requisitos de control de emisiones a la atmósfera provenientes de las fuentes fijas dedicadas a la fabricación de cemento (Unidad de calcinación No. 10), realizando monitoreo permanentes y programados además de contar con bitácoras y evidencias de los mismos.
Norma Oficial Mexicana **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.	Los vehículos utilitarios a utilizar deberán contar con las verificaciones obligatorias para la circulación en el estado de Hidalgo, teniendo un padrón de las unidades que se mantendrán en circulación durante la ejecución del proyecto.
NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	En el proyecto se ha previsto el cumplimiento de esta NOM, con la obligación de la empresa de mantener por debajo de los niveles máximos que establece la NOM las emisiones a la atmósfera. Lo anterior deberá ser consignado en las bitácoras e informes respectivos a la autoridad.

Normas	Vinculación
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.	En el proyecto se ha previsto el cumplimiento de esta NOM, con la obligación de la empresa de mantener por debajo de los niveles máximos que establece la NOM en cuanto a las emisiones a la atmósfera de gases contaminantes. Lo anterior deberá ser consignado en las bitácoras e informes respectivos a la autoridad. Para lo anterior, se realizará un programa preventivo de mantenimiento a todas las fuentes móviles de este tipo de gases, permitiendo de ésta forma evitar lo máximo la emisión de éstos.
NOM-052- SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Para las actividades de construcción, operación y mantenimiento se generan residuos peligrosos de conformidad con la tabla X del capítulo I, se gestionarán bajo esta norma los trapos, estopas, textiles y guantes impregnados; aceites lubricantes gastados; envases metálicos o plásticos vacíos de pinturas/lubricantes; y lámparas o tubos fluorescentes gastados. Se almacenarán temporalmente en recipientes herméticos etiquetados asegurando su entrega exclusiva a empresas autorizadas por la SEMARNAT.
NOM-085-SEMARNAT-1994. Contaminación Atmosférica-Fuentes Fijas-Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.	En el proyecto se ha previsto el cumplimiento de esta NOM, con la obligación de la empresa de brindar el mantenimiento preventivo y correctivo, de la maquinaria y equipos de fuentes fijas que indiquen los manuales de operación o los servicios especializados. En particular manteniendo en buen estado el escape de los vehículos. Lo anterior deberá ser consignado en las bitácoras e informes respectivos a la autoridad.
Norma Oficial Mexicana **NOM-161-SEMARNAT-2011**. Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Durante la etapa de construcción e instalación de equipos e instalaciones electromecánicas, los residuos generados (en mínima cantidad) corresponderán principalmente a residuos de manejo especial, tales como embalajes, tarimas de madera, plásticos y materiales de protección empleados en obra civil. Estos residuos serán clasificados, manejados y almacenados temporalmente en el sitio, con la posibilidad de ser reutilizados o canalizados a procesos de reciclaje, y en su caso, enviados para disposición final en sitios autorizados, conforme a sus características

Normas	Vinculación
	físicas y a lo establecido en la NOM-161-SEMARNAT-2011. En la fase de operación y mantenimiento, los residuos generados corresponden de manera mínima a residuos de manejo especial, principalmente embalajes y empaques derivados de labores rutinarias. Por sus características, estos materiales pueden ser reutilizados o enviados a reciclaje en cadenas autorizadas, asegurando un manejo responsable conforme a la NOM-161-SEMARNAT-2011. De esta forma, el proyecto no implica un incremento significativo en la carga ambiental del complejo industrial y garantiza que los RME sean gestionados bajo esquemas de aprovechamiento sustentable.
Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	Las instalaciones que circundan a la superficie propuesta para el desarrollo y operación de la Unidad de Calcinación No. 10 y áreas adicionales, mismas que se encuentran dentro de la Planta, son monitoreadas periódicamente para no sobrepasar los límites permisibles. Asimismo, al localizarse el proyecto al interior de una zona industrial consolidada, la distancia de amortiguamiento entre la Unidad de Calcinación y el límite perimetral de la planta actúa como barrera de atenuación, permitiendo que las emisiones de ruido se disipen.

II.7. Localidades con población indígena en las que incide el sitio de intervención del proyecto y/o su zona de influencia.

De conformidad con los criterios establecidos de evaluación en materia de impacto ambiental, se realizó la consulta de la actualización del Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas. El objetivo de este análisis es identificar si el sitio de intervención intersecta con polígonos, núcleos de población o ejidos registrados con presencia de comunidades indígenas organizadas u originarias.

Los resultados del análisis demuestran que el sitio donde se implementará la nueva Unidad de Calcinación se sitúa de forma exclusiva sobre un polígono industrial consolidado y de propiedad privada, catalogado como Zona de Uso Industrial Pesado por el municipio. Por consiguiente, no se registra incidencia ni afectación directa sobre comunidades o núcleos de población indígena dentro del sitio de intervención del proyecto.

De acuerdo con los registros geográficos y demográficos del INPI, en el municipio de Tula de Allende se tiene constancia oficial de ocho (8) comunidades pertenecientes al pueblo indígena Otomí. Dichas comunidades se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 10: Comunidades indígenas en Tula de Allende.

No.	Pueblo Indígena	Nombre Comunidad	Entidad Federativa	Municipio
1	Otomí	El Llano	(13) Hidalgo	(076) Tula de Allende
2	Otomí	San Miguel de Las Piedras	(13) Hidalgo	(076) Tula de Allende
3	Otomí	San Miguel de las Piedras Segunda Sección	(13) Hidalgo	(076) Tula de Allende
4	Otomí	Santa María Macua	(13) Hidalgo	(076) Tula de Allende
5	Otomí	Santa María Michimaltongo	(13) Hidalgo	(076) Tula de Allende
6	Otomí	Xijay de Cuauhtémoc	(13) Hidalgo	(076) Tula de Allende
7	Otomí	Xiteje De La Reforma	(13) Hidalgo	(076) Tula de Allende
8	Otomí	Xochitlán de las Flores	(13) Hidalgo	(076) Tula de Allende

Evaluación de impacto y convergencia con el proyecto.

Una vez determinado el universo de comunidades de interés dentro del municipio, se procedió a realizar un análisis de superposición espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). El objetivo de este mapeo fue contrastar las coordenadas del polígono del proyecto con la ubicación y de cada una de las comunidades listadas.

Derivado de esta cartografía y del análisis de proximidad, se determinó fehacientemente que el proyecto **no converge directamente ni colinda con ninguno de los núcleos de población indígena identificados**. Las distancias físicas entre el sitio del proyecto y los asentamientos de la comunidad Otomí descartan cualquier escenario de afectación por proximidad o colindancia.

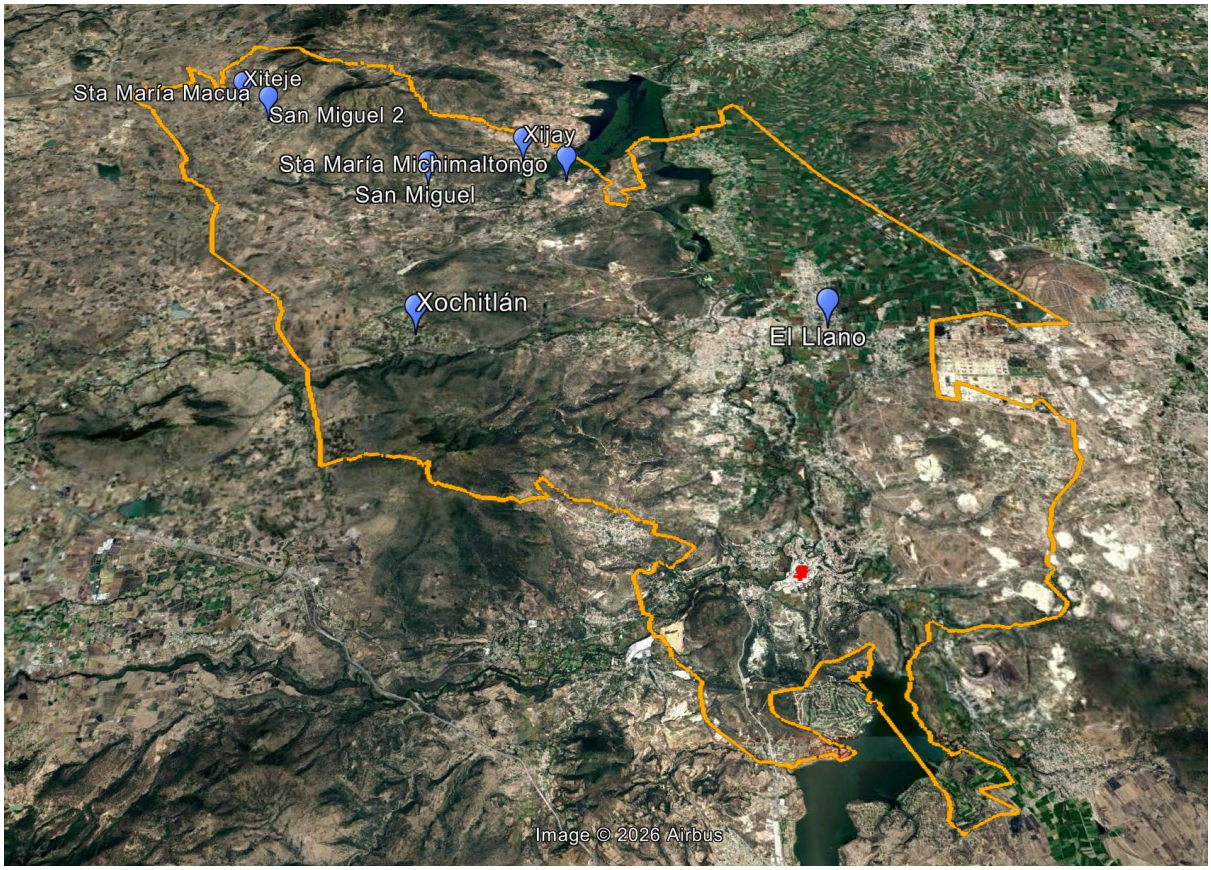


Figura 7. Localidades con población indígena identificadas mediante la cartografía del INPI respecto al polígono del proyecto.

Derivado de lo anterior, se concluye formalmente que el proyecto no genera impactos directos, fragmentación territorial, alteración a los patrones de movilidad ni modificación del entorno cultural o social de las comunidades indígenas descritas en el catálogo del INPI, debido a la ausencia de vecindad o interacción espacial con las áreas de influencia directa o indirecta del proyecto.

Por lo anterior, se considera que el proyecto cumple con el requisito establecido por la Guía de la SEMARNAT relativo a la identificación de localidades indígenas, sin que se advierta la necesidad de implementar medidas específicas adicionales en materia indígena derivadas de la ejecución del proyecto.

II.8. Conclusiones.

Con base en el análisis integral y la fundamentación vertida a lo largo del presente capítulo se concluye de manera contundente que el proyecto Unidad de Calcinación No. 10, cumple técnica y jurídicamente, y es congruente y compatible con la totalidad de los ordenamientos legales ambientales y de ordenamiento territorial vigente de los ámbitos internacional, federal, estatal y municipal.

El desplante del proyecto sobre un polígono de propiedad privada, catalogado formalmente para uso de Industria pesada consolidada y previamente impactado, garantiza la observancia obligatoria de los planes y programas de desarrollo urbano de Tula de Allende y los criterios dictados por el ordenamiento ecológico territorial en su respectiva Unidad de Gestión Ambiental (UGA 2371.20). Asimismo la total exclusión geográfica del sitio respecto a las poligonales del Parque Nacional Tula y cualquier otra ANP, así como la debida justificación de no afectación directa a la dinámica comunitaria de la localidad de San Miguel Vindhó, ratifican el pleno respeto a los derechos colectivos y la salvaguarda de los recursos naturales del entorno regional.

Finalmente mediante el principio de legalidad ambiental regulado por la LGEEPA, el promovente asegura que el control de sus emisiones a la atmósfera, ruido perimetral descargas de agua y el manejo diferenciado de sus corrientes residuales, se sujetarán estrictamente a los límites y metodologías de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Esto se logrará a través de la adopción infraestructura tecnológica de vanguardia, planes de manejo ambiental específicos y aplicación rígida de reglamentos operativos internos

Por lo tanto la ejecución de las obras pendientes de construcción y la posterior operación de esta unidad de proceso no representan un riesgo de desequilibrio ecológico ni de contravención del marco normativo del Estado Mexicano.

PROYECTO:
"NO. 41-4010-00, UNIDAD DE CALCINACIÓN NO. 10"

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO III

.

2026

COOPERATIVA LA CRUZ AZUL, S. C. L.,

TULA DE ALLENDE, HIDALGO.

FORESTA CONSULTORÍA AMBIENTAL SPR DE RL

ÍNDICE

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA. 1
III.1 Introducción 1
III.2 Delimitación de la REGIÓN ECOLÓGICA (RE), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP) 2
III.2.1 Delimitación de la RE 2
III.2.2 Delimitación del Área de Influencia (AI) 5
III.2.3 Delimitación del Área del Proyecto (AP) 10
III.3 Descripción y caracterización de la RE 12
III.3.1 Uso de suelo y vegetación 13
III.3.2 Componentes abióticos 15
III.3.2.1 Clima 16
III.3.2.2 Geología y geomorfología 18
III.3.2.3 Geomorfología 20
III.3.2.4 Edafología 22
III.3.2.5 Hidrología superficial 24
III.3.2.6 Hidrología subterránea 26
III.3.2.7 Síntesis de componentes abióticos 28
III.3.3 Componentes bióticos 29
III.3.4 Representatividad del muestreo biológico 32
III.3.5 Componentes sociales y económicos 36
III.3.5.1. Medio Socioeconómico. 36
III.3.6 Diagnóstico ambiental 42
III.3.7 Integración ecológica de la RE 43
III.4 Diagnóstico Ambiental de la RE 44
III.4.1 Condición ambiental actual de la RE y grado de conservación. 44
III.4.2 Problemáticas ambientales en la RE 47
III.4.3 Reporte General de Incidencias del Proyecto y su Área de Influencia 48
III.5 Conclusiones de la caracterización de la Región Ecológica 48
ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA. 49

Índice de Figuras

Figura III-1. Delimitación de la RE 3
Figura III-2. Vista panorámica del complejo industrial Cruz Azul y su entorno territorial inmediato, obtenida mediante Google Earth Pro desde un punto de observación localizado fuera del Área de Influencia. 7
Figura III-3. Delimitación del Área de Influencia (AI). 8
Figura III-4. Delimitación del Área del Proyecto (AP). 10
Figura III-5. Uso de suelo y vegetación de la RE 14

Figura III-6. Clima regional y estaciones climatológicas utilizadas para la caracterización de la RE, AI y AP. 17
Figura III-7. Geología de la RE, AI y AP. 19
Figura III-8. Geomorfología de la RE, AI y AP. 22
Figura III-9. Unidades edáficas presentes en la RE, AI y AP. 24
Figura III-10. Hidrología superficial de la RE, AI y AP. 25
Figura III-11. Localización regional del RE, AI y AP respecto al Acuífero Valle del Mezquital (Clave 1310). 27
Figura III-12. Ubicación de sitios de muestreo de flora y fauna 30
Figura III-13. Importancia de la biodiversidad 31
Figura III-14. Curva de acumulación de especies de flora de la Región Ecológica. 33
Figura III-15. Curva de acumulación de especies de aves de la Región Ecológica. 34
Figura III-16. Cobertura arbórea de la Región Ecológica. 45
Figura III-17. Densidad de carbono en la Región Ecológica. 46

Índice de Tablas

Anexo III-A. Tabla resumida de vértices de la RE 3
Anexo III-B. Tabla de vértices del AI. 8
Anexo III-C. Tabla de coordenadas del AP. 11
Tabla III-1. Superficie y porcentaje de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la RE. 15
Tabla III.2. Estimadores no paramétricos de riqueza y completitud del inventario florístico. 33
Tabla III.3. Estimadores no paramétricos de riqueza y cobertura del inventario avifaunístico. 34
Tabla III.4. Población total, relación hombres y mujeres. 37
Tabla III.5. Evolución demográfica del municipio de Tula de Allende. 37
Tabla III.6. Natalidad y mortalidad de Tula de Allende 2015 40

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA.

III.1 Introducción

La evaluación del impacto ambiental requiere comprender integralmente la Región Ecológica (RE) donde se pretende desarrollar un proyecto, identificando los elementos ambientales que comparten características ecológicas comunes, las relaciones de interdependencia existentes entre ellos y las problemáticas ambientales que actualmente influyen sobre su condición y dinámica territorial. En este contexto, la RE constituye la unidad territorial de análisis definida por el artículo 3, fracción XXXI de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), entendida como la unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

Bajo este enfoque, la caracterización ambiental desarrollada para el presente Proyecto se fundamenta en el análisis de la RE delimitada, considerando los componentes abióticos, bióticos, sociales y económicos presentes en el territorio y las interacciones que mantienen entre sí. Este análisis permite identificar las características ecológicas predominantes, evaluar el estado actual de conservación de los recursos naturales, reconocer las principales presiones ambientales existentes y establecer una línea base ambiental objetiva para la identificación y evaluación de los impactos potenciales asociados a la ejecución del Proyecto.

La delimitación de la RE se realizó considerando criterios de homogeneidad ecológica, continuidad territorial, características fisiográficas, condiciones hidrológicas, patrones de uso del suelo y cobertura vegetal, así como la distribución de los principales remanentes de vegetación y hábitats presentes en el entorno regional. Asimismo, se tomaron en consideración los instrumentos de planeación ambiental aplicables, particularmente el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (POETEH), con la finalidad de integrar una unidad territorial que represente adecuadamente las características ecológicas compartidas por el territorio donde se inserta el Proyecto.

Por su parte, el Área del Proyecto (AP) corresponde a la superficie donde se desarrollarán directamente las obras y actividades asociadas a la Unidad de Calcinación No. 10, localizada al interior de las instalaciones industriales de la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L. El Área de Influencia (AI) fue delimitada considerando la extensión espacial y la intensidad potencial de los impactos ambientales identificados para las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto, particularmente aquellos relacionados con emisiones atmosféricas, generación de ruido, tránsito de maquinaria y vehículos, manejo de materiales y residuos, así como las interacciones funcionales con la infraestructura industrial existente. Debido a que el Proyecto se desarrollará completamente dentro de un complejo industrial consolidado, sin requerir cambio de uso de suelo, remoción de vegetación natural, ocupación de nuevas superficies ni intervención sobre ecosistemas naturales, tanto el AP como el AI corresponden predominantemente a áreas previamente transformadas por actividades industriales, infraestructura asociada, vialidades, áreas de servicios y zonas urbanizadas vinculadas históricamente al desarrollo de la planta industrial de la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L.

La información presentada en este capítulo integra resultados obtenidos mediante análisis cartográfico, sistemas de información geográfica, interpretación de imágenes satelitales, recorridos de campo, estudios especializados de flora y fauna silvestre, evaluación de uso del suelo y vegetación, así como la revisión de fuentes bibliográficas, bases de datos oficiales e instrumentos de planeación territorial, entre los que destacan el POETEH y el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Tula de Allende (PMDUOT). Asimismo, se incorporan los resultados de los análisis de diversidad biológica, índices ecológicos, curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos de riqueza, con el propósito de evaluar la representatividad de los muestreos realizados y sustentar técnicamente las conclusiones derivadas de la caracterización ambiental.

La caracterización biológica se desarrolló dentro de los remanentes de vegetación presentes en la RE delimitada, considerando la heterogeneidad ambiental, la representatividad de las coberturas vegetales y la disponibilidad de hábitats para la fauna silvestre. Los resultados obtenidos permitieron documentar la composición florística y faunística regional, identificar especies endémicas y especies incluidas en alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 vigente, así como evaluar la estructura, diversidad y representatividad biológica existente en la RE.

De manera complementaria, el presente capítulo desarrolla el análisis de los componentes físicos del territorio, incluyendo clima, geología, geomorfología, edafología e hidrología, así como los componentes sociales y económicos asociados al contexto regional donde se ubica el Proyecto. La integración de estos elementos permite comprender las relaciones ecológicas y funcionales presentes en la RE y establecer el marco de referencia necesario para la evaluación ambiental del AP.

Finalmente, se presenta un diagnóstico ambiental integral de la RE, identificando las principales problemáticas ambientales existentes, los procesos de transformación territorial observados, las presiones derivadas de las actividades humanas y las tendencias de cambio que actualmente influyen sobre los recursos naturales. Este diagnóstico constituye la base técnica para valorar la interacción del área del proyecto con el entorno regional y para definir las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación que resulten necesarias durante las diferentes etapas de desarrollo del mismo.

III.2 Delimitación de la REGIÓN ECOLÓGICA (RE), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP)

La delimitación espacial utilizada en la presente Manifestación de Impacto Ambiental se estructuró en tres niveles de análisis: RE, Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP), con el propósito de evaluar adecuadamente las condiciones ambientales existentes y el alcance potencial de los impactos asociados a las diferentes etapas del Proyecto.

III.2.1 Delimitación de la RE

La RE fue delimitada considerando criterios de homogeneidad ecológica, continuidad territorial, características fisiográficas, geomorfológicas, hidrológicas, patrones de uso del suelo y cobertura vegetal, así como la distribución de los principales remanentes de vegetación presentes en el entorno regional. Asimismo, se consideraron los instrumentos de planeación ambiental aplicables, particularmente el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (POETEH), con la finalidad de integrar una unidad territorial que represente adecuadamente las características ecológicas compartidas por el territorio donde se inserta el Proyecto, en términos de lo establecido en el artículo 3, fracción XXXI de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

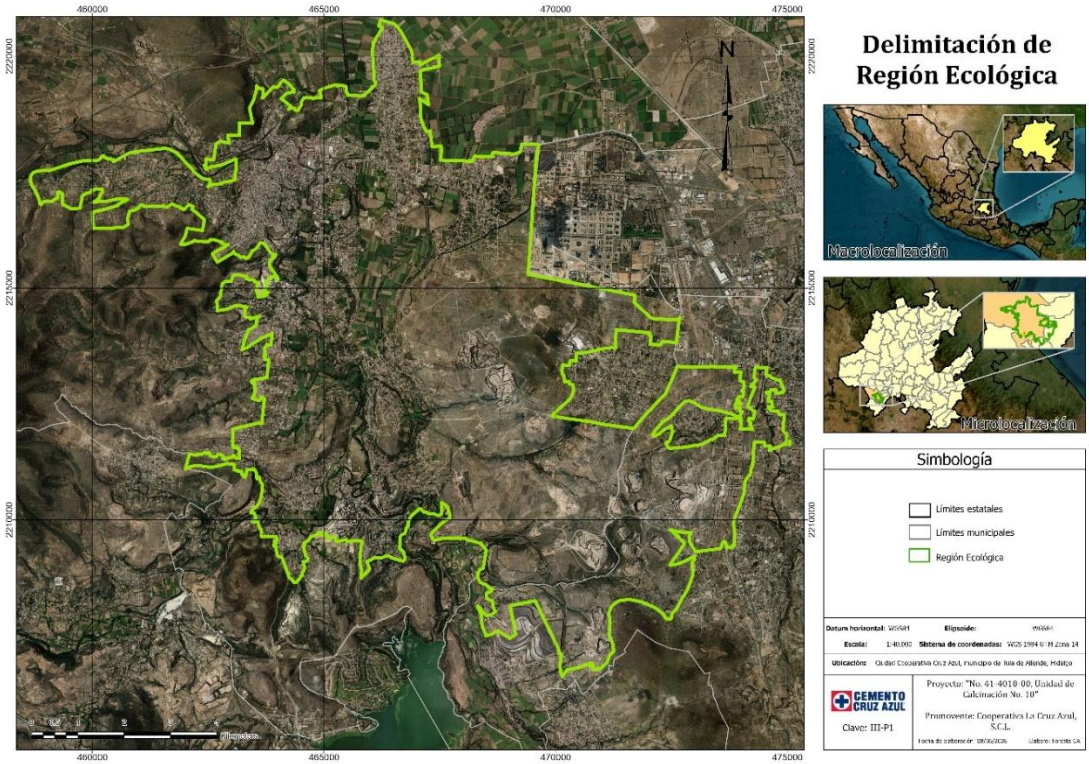
La delimitación integra las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) 2371.20, 0563, 0484 y 0472 del POETEH, las cuales comparten características ambientales asociadas al Valle del Mezquital y forman parte del Acuífero Valle del Mezquital (clave 1310). Estas unidades presentan interacciones ecológicas, territoriales y funcionales que permiten analizarlas de manera conjunta para efectos de la evaluación ambiental.

La superficie total de la RE asciende a 8,959.31 ha, constituyendo la unidad territorial utilizada para la caracterización ambiental regional, el análisis de biodiversidad, la identificación de problemáticas ambientales y la evaluación de los procesos ecológicos presentes en el entorno del Área del Proyecto.

Dentro de la RE se identificaron los remanentes de vegetación con mayor representatividad ecológica y continuidad espacial, delimitándose un polígono específico de análisis biológico con una superficie aproximada de 1,983.61 ha. En esta superficie se establecieron los sitios de muestreo para flora y fauna silvestres, debido a que concentra los principales hábitats disponibles para la biodiversidad regional y mantiene las condiciones más representativas para la caracterización ecológica del territorio.

La delimitación de la RE se presenta en el Plano III-1 “Delimitación de la RE”, mientras que la memoria técnica, tabla de coordenadas y archivos digitales georreferenciados en formato shapefile, KML y .xlsx se integran en el Anexo Cartográfico III-A.

Figura III-1. Delimitación de la RE



Fuente: Elaboración propia.

Anexo III-A. Tabla resumida de vértices de la RE

ID	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
1	465328.2857	2209535.467
2	465268.1419	2209530.483
3	465231.3434	2209632.839
4	465228.4822	2209632.256
5	465178.0165	2209616.162
6	465151.7055	2209603.108

ID	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
7	465148.6667	2209602.205
8	465088.6028	2209581.91
9	465087.8691	2209584.439
10	465058.1597	2209686.852
11	465056.1921	2209693.634
12	465045.7839	2209691.479
13	465018.5704	2209685.844
14	465012.9117	2209683.029
15	464963.3221	2209650.185
16	464953.7072	2209730.498
17	464940.6587	2209727.293
18	464879.7125	2209722.163
19	464853.8601	2209716.273
20	464855.6688	2209708.865
21	464861.7192	2209684.075
22	464771.7074	2209653.566
23	464717.5683	2209638.238
24	464712.9753	2209636.937
25	464669.3401	2209562.89
26	464655.7492	2209554.214
27	464604.0612	2209521.218
28	464563.5033	2209495.327
29	464577.6299	2209453.84

.....

ID	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
2897	465780.3885	2209044.655
2898	465775.7055	2209121.382
2899	465775.4832	2209125.024
2900	465775.0699	2209131.802
2901	465781.2916	2209163.481
2902	465778.9523	2209163.981
2903	465770.1658	2209165.861
2904	465810.793	2209533.454
2905	465812.1453	2209545.689
2906	465810.5414	2209545.656
2907	465803.506	2209545.512
2908	465762.679	2209544.672
2909	465709.8911	2209543.587
2910	465695.4998	2209543.292
2911	465688.6558	2209543.152
2912	465685.5348	2209548
2913	465648.5808	2209544.612
2914	465632.057	2209543.098

ID	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
2915	465621.0183	2209542.784
2916	465589.2639	2209541.881
2917	465588.9823	2209541.869
2918	465567.2519	2209540.94
2919	465561.6798	2209540.701
2920	465543.1795	2209539.91
2921	465529.4299	2209533.613
2922	465499.6214	2209528.664
2923	465494.0786	2209530.619
2924	465493.3263	2209534.183
2925	465492.6895	2209534.472
2926	465487.1142	2209560.69
2927	465485.4217	2209568.651
2928	465483.207	2209579.069
2929	465482.5231	2209578.882
2930	465392.3345	2209554.167
2931	465390.6252	2209562.063
2932	465387.3089	2209561.196
2933	465329.1943	2209538.83
2934	465328.2857	2209535.467

Fuente: Elaboración propia

III.2.2 Delimitación del Área de Influencia (AI)

La delimitación del Área de Influencia (AI) se realizó considerando la naturaleza, dimensiones y alcance de las obras asociadas al Proyecto, así como las características operativas de la infraestructura industrial existente donde éste se desarrollará. Para su definición se evaluaron los elementos físicos, ambientales y socioeconómicos que mantienen una interacción funcional con las actividades del Proyecto dentro del complejo industrial de la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L., localizado en Ciudad Cooperativa Cruz Azul, municipio de Tula de Allende, Hidalgo.

El Proyecto se ubica completamente dentro de instalaciones industriales previamente establecidas y actualmente en operación, ocupando una superficie de 2.30 ha, correspondiente a áreas que históricamente han sido utilizadas para actividades industriales relacionadas con la producción de cemento. Por lo anterior, las obras proyectadas no implican la incorporación de nuevas superficies naturales al proceso productivo, ni la remoción de vegetación forestal, cambio de uso del suelo, fragmentación de hábitats o afectación directa a ecosistemas conservados.

Para la delimitación del Área de Influencia se consideró la distribución espacial de las instalaciones industriales, las áreas de proceso, vialidades internas, patios de maniobras, áreas de almacenamiento, edificios de servicios, infraestructura auxiliar y demás espacios que mantienen una relación operativa directa con el funcionamiento de la planta cementera. Asimismo, se incluyeron las superficies urbanas e industriales adyacentes que presentan conectividad funcional con las actividades desarrolladas dentro del complejo.

Derivado de este análisis, el Área de Influencia quedó delimitada en una superficie de 55.08 ha, comprendiendo el conjunto de instalaciones industriales y áreas circundantes donde existe interacción funcional entre las actividades del Proyecto y los componentes ambientales y socioeconómicos del entorno. Esta delimitación permite identificar y evaluar de manera adecuada los posibles efectos derivados de las obras y actividades proyectadas, manteniendo una proporción razonable respecto a la escala y características del Proyecto.

Durante los recorridos de campo y el análisis cartográfico se identificaron diversos puntos de observación localizados en laderas, elevaciones y zonas periféricas desde los cuales es posible apreciar visualmente las instalaciones de la planta cementera. No obstante, estas superficies no fueron incorporadas al Área de Influencia debido a que no presentan una relación funcional directa con el Área del Proyecto (AP) ni constituyen áreas receptoras de impactos ambientales identificables asociados a las obras propuestas. En dichas zonas no se prevén modificaciones al uso del suelo, remoción de vegetación, movimientos de tierra, tránsito operativo, generación de residuos o cualquier otra actividad relacionada con la ejecución del Proyecto, existiendo únicamente una relación visual o paisajística con el complejo industrial.

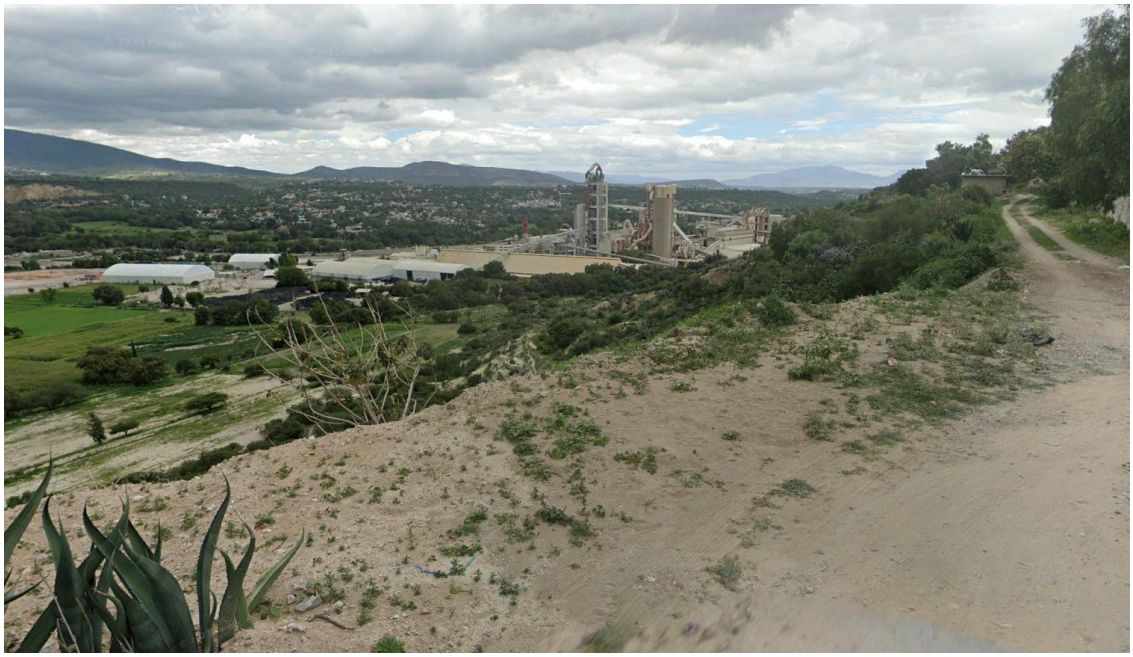
De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano vigente para el municipio de Tula de Allende, el Área de Influencia se localiza predominantemente dentro de una zona clasificada como Industria Mediana (IM-M), categoría de uso de suelo compatible con las actividades industriales actualmente desarrolladas en la planta cementera y con las obras proyectadas, por lo que el Proyecto mantiene congruencia con los instrumentos de planeación territorial aplicables.

Las verificaciones de campo, el análisis de imágenes satelitales, la interpretación de la cartografía temática y la revisión de las condiciones operativas del complejo industrial permitieron constatar que el Área de Influencia (AI) se encuentra conformada principalmente por infraestructura industrial consolidada, vialidades, áreas de servicios, instalaciones auxiliares, equipamiento urbano, jardines ornamentales y superficies previamente modificadas por actividades antrópicas, evidenciando un elevado grado de transformación territorial.

Asimismo, se verificó que las superficies localizadas fuera de la delimitación propuesta no presentan interacción funcional directa con las obras y actividades objeto de evaluación, al no formar parte de los procesos operativos, áreas de circulación, zonas de servicios, infraestructura asociada o espacios donde puedan manifestarse efectos ambientales directos atribuibles al Proyecto. Si bien desde algunos puntos elevados del entorno regional es posible la observación visual de las instalaciones industriales, dicha condición no constituye por sí misma un criterio suficiente para su incorporación al Área de Influencia (**Figura III-3**).

En consecuencia, el Área de Influencia corresponde al ámbito espacial donde potencialmente pueden presentarse interacciones ambientales, sociales y operativas derivadas de la ejecución y operación del Proyecto, incorporando exclusivamente aquellas superficies que mantienen una relación funcional directa con las actividades evaluadas.

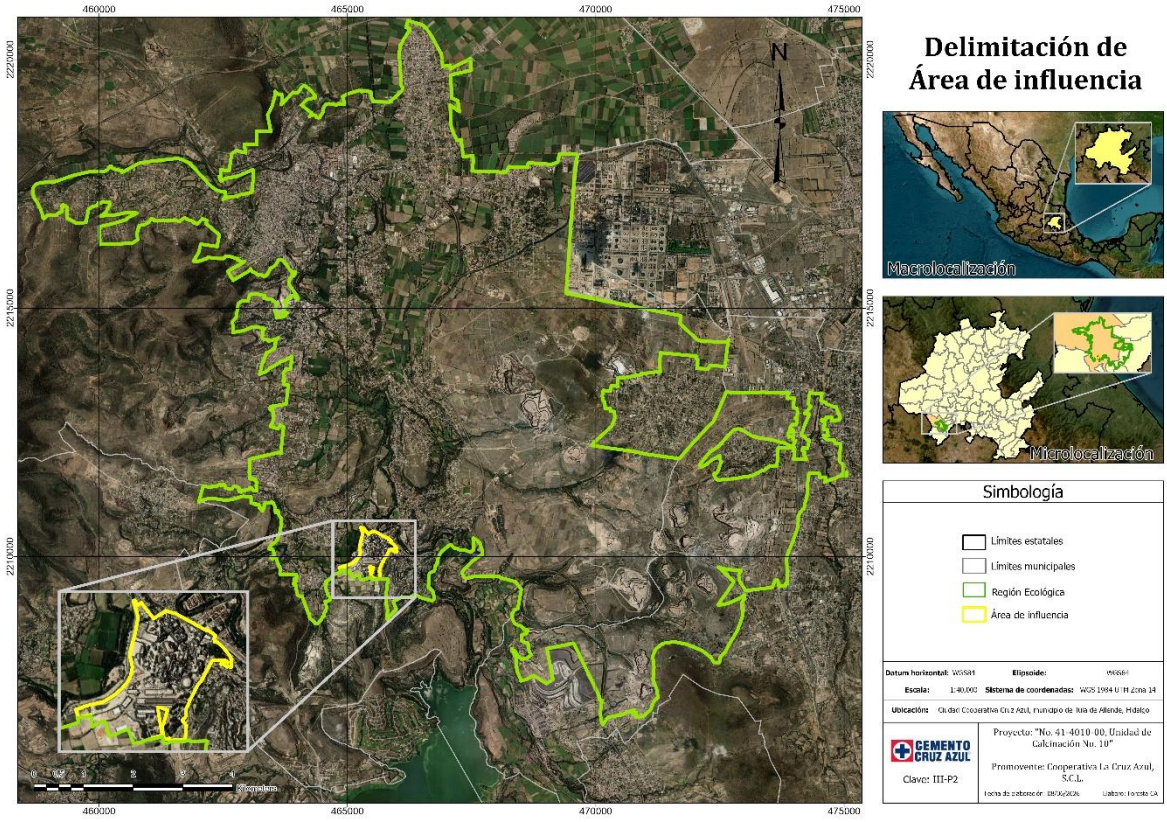
Figura III-2. Vista panorámica del complejo industrial Cruz Azul y su entorno territorial inmediato, obtenida mediante Google Earth Pro desde un punto de observación localizado fuera del Área de Influencia.



Fuente: *Elaboración propia.*

La delimitación del Área de Influencia (AI) se presenta en el Plano III-2 “Delimitación del Área de Influencia”, mientras que la memoria técnica, tabla de coordenadas y archivos georreferenciados correspondientes se integran en el Anexo Cartográfico III-B.

Figura III-3. Delimitación del Área de Influencia (AI).



Fuente: Elaboración propia

Anexo III-B. Tabla de vértices del AI.

ID	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
1	464952.5746	2209739.958
2	464859.8271	2209719.98
3	464841.5834	2209778.948
4	464849.61	2209782.432
5	464867.4117	2209786.254
6	464917.3898	2209805.993
7	465045.1271	2209835.734
8	465134.2151	2209891.298
9	465178.3371	2209930.926
10	465220.5511	2209979.024
11	465248.6954	2210029.836
12	465260.7433	2210093.584
13	465242.3395	2210173.486

ID	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
14	465245.7554	2210213.915
15	465270.097	2210305.217
16	465283.1031	2210352.861
17	465293.084	2210408.999
18	465301.5635	2210451.356
19	465297.5555	2210487.605
20	465275.6012	2210558.841
21	465267.5912	2210584.831
22	465277.4023	2210588.275
23	465301.5331	2210552.246
24	465325.6637	2210570.526
25	465369.476	2210514.447
26	465379.209	2210501.99

.....

ID	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
219	465479.7922	2209656.274
220	465494.1607	2209677.498
221	465497.9095	2209698.514
222	465509.9195	2209737.744
223	465523.1396	2209776.434
224	465519.8796	2209776.394
225	465517.8796	2209776.344
226	465486.6795	2209787.274
227	465461.7596	2209796.084
228	465447.47	2209794.879
229	465467.2463	2209677.605
230	465482.0575	2209589.775
231	465390.954	2209562.149
232	465387.3089	2209561.196
233	465329.1943	2209538.83
234	465328.2857	2209535.467
235	465268.1419	2209530.483
236	465231.3434	2209632.839
237	465228.4822	2209632.256
238	465178.0165	2209616.162
239	465151.7055	2209603.108
240	465148.6667	2209602.205
241	465088.6028	2209581.91
242	465087.8691	2209584.439
243	465058.1597	2209686.852
244	465056.1921	2209693.634
245	465045.7839	2209691.479

ID	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
246	465018.5704	2209685.844
247	465012.9117	2209683.029
248	464963.3221	2209650.185
249	464952.5746	2209739.958
250	464952.5746	2209739.958
251	464952.7358	2209739.993
252	464952.4194	2209741.255
253	464952.5746	2209739.958

Fuente: Elaboración propia.

III.2.3 Delimitación del Área del Proyecto (AP)

El Área del Proyecto (AP) corresponde a la superficie específica donde se desarrollarán directamente las obras, actividades de adecuación, equipamiento y operación asociadas a la Unidad de Calcinación No. 10, localizada al interior de las instalaciones industriales de la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L., en Ciudad Cooperativa Cruz Azul, municipio de Tula de Allende, Hidalgo.

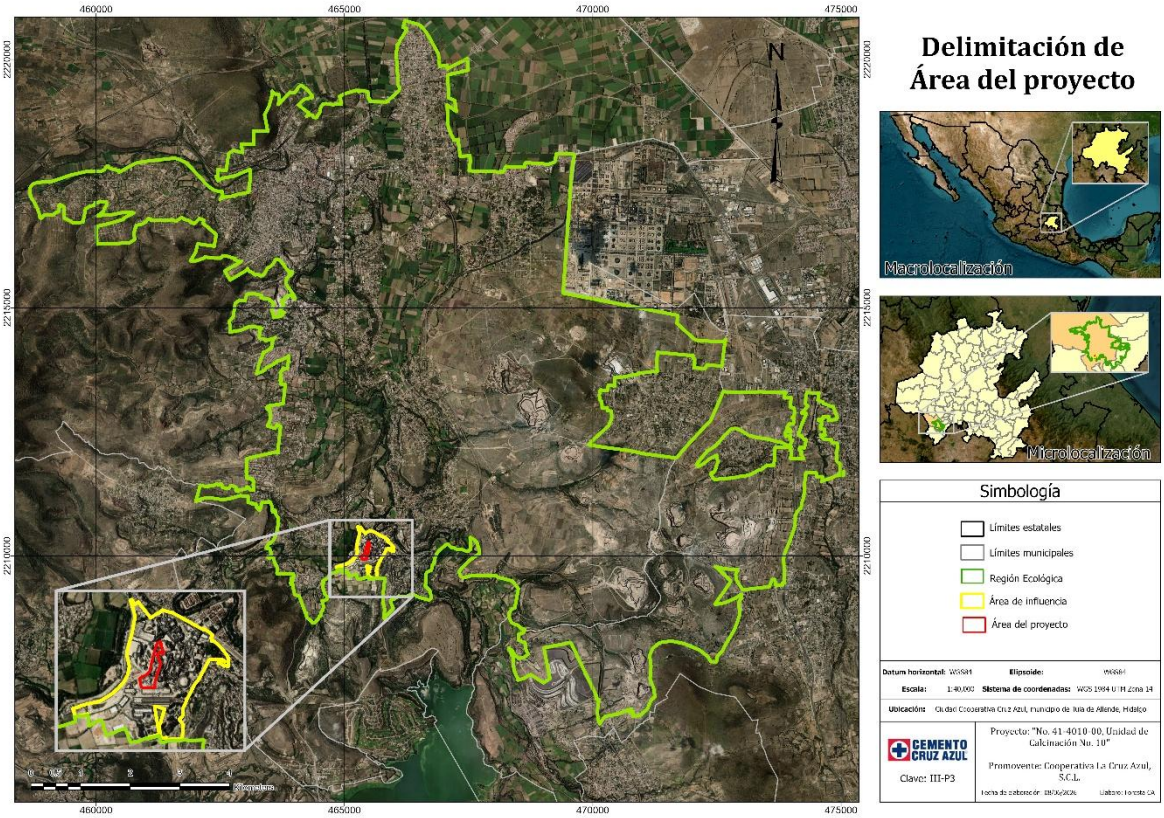
La delimitación del AP fue definida considerando exclusivamente las áreas que serán objeto de intervención directa por el Proyecto y aquellas instalaciones auxiliares necesarias para su funcionamiento, mantenimiento y operación. En este sentido, el AP comprende una superficie total de 2.30 hectáreas, ubicada completamente dentro de terrenos previamente urbanizados e industrializados que forman parte del complejo cementero existente.

Las verificaciones de campo, el análisis de imágenes satelitales de alta resolución y la revisión de la infraestructura operativa permitieron constatar que la totalidad del AP se encuentra constituida por edificaciones industriales, plataformas de operación, vialidades internas, áreas de servicios e instalaciones auxiliares previamente establecidas, por lo que la ejecución del Proyecto no implica la ocupación de nuevas superficies naturales, la remoción de vegetación forestal ni la modificación de ecosistemas conservados.

La delimitación adoptada permite identificar con precisión el ámbito espacial donde potencialmente se manifestarán los impactos ambientales directos asociados a la construcción, equipamiento y operación de la Unidad de Calcinación No. 10, constituyendo la unidad territorial básica para la evaluación ambiental del Proyecto.

La delimitación del AP se presenta en el Plano III-3 “Delimitación del Área del Proyecto”, mientras que las coordenadas geográficas y archivos geoespaciales correspondientes se integran en el Anexo Cartográfico III-C.

Figura III-4. Delimitación del Área del Proyecto (AP).



Fuente: Elaboración propia.

Anexo III-C. Tabla de coordenadas del AP.

ID	X	Y		ID	X	Y		ID	X	Y
0	465501.22	2210248.58		42	465463.31	2210021.75		84	465337.69	2209993.84
1	465493.61	2210245.56		43	465459.58	2210010.33		85	465337.25	2209997.02
2	465512.69	2210197.54		44	465458.65	2210007.47		86	465337.15	2209997.37
3	465513.47	2210195.59		45	465456.76	2210001.77		87	465337.62	2210001.02
4	465513.85	2210192.18		46	465453.93	2209993.06		88	465339.23	2210004.96
5	465513.37	2210188.63		47	465452.79	2209989.4		89	465340.92	2210007.41
6	465511.29	2210185.79		48	465451.81	2209985.9		90	465344.7	2210010.7
7	465500.78	2210190.32		49	465451.16	2209982.91		91	465348.49	2210012.85
8	465498.07	2210197.08		50	465450.56	2209979.47		92	465379.14	2210026.74
9	465497.07	2210199.66		51	465450.18	2209975.74		93	465381.32	2210027.83
10	465492.17	2210197.59		52	465449.96	2209971.94		94	465385.47	2210030.3
11	465490.96	2210194.85		53	465449.91	2209968.17		95	465389.66	2210033.13
12	465488.4	2210195.98		54	465449.92	2209967.65		96	465393.58	2210036.21
13	465487.19	2210193.23		55	465449.86	2209954.37		97	465397.37	2210039.61

ID	X	Y		ID	X	Y		ID	X	Y
14	465484.62	2210194.36		56	465449.86	2209948.79		98	465400.79	2210043.18
15	465483.41	2210191.61		57	465449.82	2209937.84		99	465403.99	2210046.99
16	465480.85	2210192.74		58	465449.76	2209937.26		100	465406.99	2210051.11
17	465479.64	2210190		59	465449.59	2209936.73		101	465409.12	2210054.63
18	465477.08	2210191.13		60	465449.19	2209936.07		102	465411.88	2210059.68
19	465475.87	2210188.38		61	465448.67	2209935.58		103	465413.93	2210064.3
20	465473.31	2210189.51		62	465447.94	2209935.22		104	465415.44	2210069.03
21	465472.1	2210186.76		63	465447.09	2209935.04		105	465416.6	2210073.88
22	465469.41	2210187.95		64	465437.62	2209935.05		106	465424.61	2210118.53
23	465468.34	2210183.62		65	465436.52	2209935.09		107	465425.81	2210124.47
24	465469.37	2210183.37		66	465426.98	2209935.82		108	465426.96	2210129.25
25	465467.99	2210177.43		67	465418.22	2209935.42		109	465431.4	2210144.78
26	465471.24	2210169.24		68	465410.24	2209935.34		110	465441.03	2210183.79
27	465475.16	2210159.22		69	465408.61	2209935.32		111	465451.41	2210224.04
28	465487.55	2210127.62		70	465400.49	2209935.35		112	465452.47	2210227.29
29	465487.94	2210126.66		71	465374.02	2209935.32		113	465461.7	2210252.74
30	465489.23	2210123.33		72	465358.25	2209935.33		114	465463.77	2210258.32
31	465491.53	2210117.56		73	465356.66	2209935.49		115	465465.67	2210262.04
32	465492.26	2210114.73		74	465355.31	2209935.91		116	465470.34	2210267.34
33	465492.25	2210112.93		75	465353.83	2209936.54		117	465477.28	2210271.2
34	465492.25	2210111.68		76	465352.52	2209937.24		118	465481.62	2210272.93
35	465487.82	2210097.38		77	465351.34	2209938.06		119	465482.56	2210273.31
36	465484.09	2210085.89		78	465350.18	2209939.12		120	465490.15	2210276.41
37	465479.97	2210073.14		79	465349.2	2209940.24		121	465490.74	2210274.95
38	465478.09	2210067.41		80	465348.29	2209941.56		122	465498.8	2210254.67
39	465474.41	2210056		81	465347.73	2209943.11		123	465501.22	2210248.58
40	465470.72	2210044.57		82	465347.59	2209943.67				
41	465467.02	2210033.15		83	465339.47	2209984.78				

III.3 Descripción y caracterización de la RE

La RE delimitada para el presente estudio comprende una superficie aproximada de 8959.31 ha localizada al sur y suroeste del complejo industrial de la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L., dentro del municipio de Tula de Allende, Hidalgo. Esta unidad territorial fue definida considerando criterios de continuidad ecológica, funcionalidad ambiental, uso de suelo y vegetación, hidrología, geomorfología y ordenamiento ecológico, permitiendo integrar un territorio que comparte características ecológicas comunes y que representa adecuadamente el contexto ambiental donde se inserta el Proyecto.

La RE forma parte del Valle del Mezquital y se encuentra asociada al Acuífero Valle del Mezquital (clave 1310), uno de los sistemas hidrológicos subterráneos más importantes del estado de Hidalgo. Asimismo, comprende territorios incluidos dentro de las Unidades de Gestión Ambiental 2371.20, 0563, 0484 y 0472 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo, las cuales presentan diferentes grados de transformación derivados de actividades industriales, urbanas, agropecuarias y extractivas desarrolladas históricamente en la región.

La configuración actual del paisaje refleja un proceso de transformación territorial acumulado durante varias décadas, donde la expansión de la infraestructura industrial, el crecimiento urbano, la agricultura y la extracción de materiales pétreos han modificado significativamente la cobertura vegetal original. No obstante, aún persisten remanentes de vegetación secundaria derivados de matorral crasicaule que conservan elementos florísticos y faunísticos representativos de los ecosistemas regionales y que constituyen los principales reservorios de biodiversidad dentro de la RE.

III.3.1 Uso de suelo y vegetación

La caracterización del uso de suelo y vegetación de la Región Ecológica (RE) se realizó con base en la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), complementada mediante análisis geoespacial en Sistemas de Información Geográfica (SIG), interpretación de imágenes satelitales de alta resolución y recorridos de verificación en campo efectuados durante el desarrollo de los estudios ambientales asociados al Proyecto.

Los resultados obtenidos indican que la Región Ecológica comprende una superficie total de 8,959.31 ha y presenta un marcado predominio de coberturas antropogénicas y productivas. Los asentamientos humanos constituyen la cobertura de mayor extensión con 2,328.33 ha (25.99 %), seguidos por la agricultura de temporal anual con 2,258.87 ha (25.21 %), el pastizal inducido con 1,983.61 ha (22.14 %) y la agricultura de riego anual y semipermanente con 1,450.99 ha (16.20 %). Adicionalmente, la agricultura de temporal anual y permanente ocupa 148.09 ha (1.65 %). En conjunto, estas coberturas representan aproximadamente el 91.2 % de la superficie regional, evidenciando el elevado grado de transformación histórica del territorio.

Las superficies clasificadas como desprovistas de vegetación abarcan 364.53 ha (4.07 %), mientras que las áreas catalogadas como sin vegetación aparente representan 37.66 ha (0.42 %). Estas coberturas se asocian principalmente a bancos de materiales, zonas industriales, superficies compactadas, áreas urbanizadas y terrenos sujetos a procesos de alteración antrópica de larga duración.

Los remanentes de vegetación natural y secundaria corresponden principalmente al matorral crasicaule, con una superficie de 283.28 ha (3.16 %), así como a la vegetación secundaria arbustiva derivada de matorral crasicaule, que ocupa 70.09 ha (0.78 %). De manera complementaria, se identificaron 33.86 ha (0.38 %) de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino. En conjunto, estas coberturas representan alrededor del 4.32 % de la Región Ecológica y constituyen los principales remanentes de vegetación seminatural presentes dentro del área de estudio.

Las áreas urbanas e industriales se concentran principalmente en el corredor Tula de Allende–Atitalaquia–Ciudad Cooperativa Cruz Azul, donde históricamente se han desarrollado actividades industriales, extractivas y de infraestructura. Por su parte, las actividades agrícolas predominan en las zonas relativamente planas del Valle del Mezquital, favorecidas por la disponibilidad de suelos aptos para el cultivo y por los sistemas de riego regionales.

Particular relevancia adquieren las superficies clasificadas cartográficamente como pastizal inducido, ya que constituyen una de las unidades de vegetación más extensas dentro de la Región Ecológica. De acuerdo con la definición oficial de INEGI, esta cobertura corresponde a comunidades secundarias establecidas como resultado de procesos de disturbio asociados al desmonte de la vegetación original, actividades agropecuarias, incendios recurrentes, sobrepastoreo o abandono de áreas agrícolas. Sin embargo, la verificación realizada en campo permitió constatar que gran parte de estas superficies presentan una estructura vegetal más compleja que la reflejada por la cartografía temática, incorporando elementos arbustivos y arbóreos dispersos característicos de los ecosistemas xerófilos regionales.

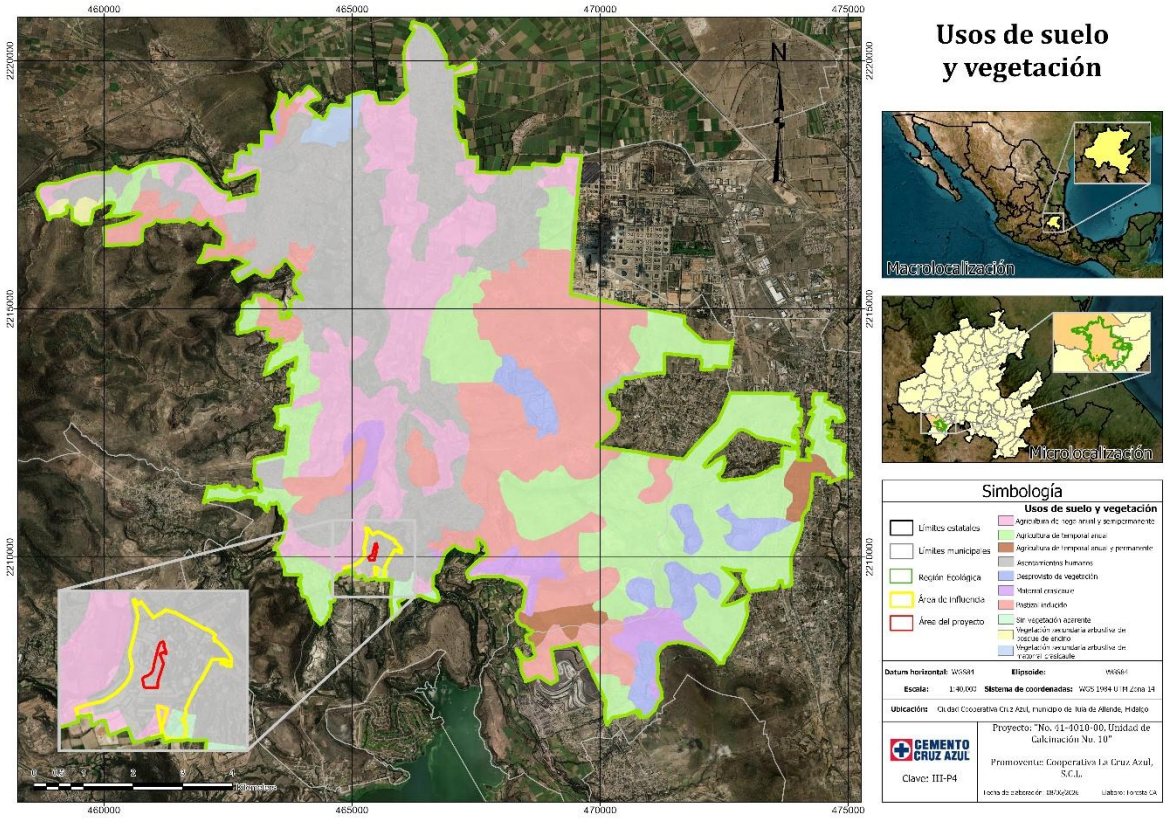
Durante los recorridos de campo se registró la presencia de especies como mezquite (*Prosopis laevigata*), huizache (*Vachellia farnesiana*), uña de gato (*Mimosa biuncifera*), maguey pulquero (*Agave salmiana*), sangregado (*Jatropha dioica*), acebuche (*Forestiera phillyreoides*), nopales (*Opuntia spp*.) y diversas cactáceas columnares y arbustivas, configurando comunidades secundarias derivadas de matorral xerófilo con distintos grados de desarrollo sucesional. Esta condición resulta particularmente importante debido a que varios de los sitios utilizados para la caracterización de flora y fauna se localizaron dentro de estas áreas, las cuales albergaron la mayor parte de la riqueza biológica registrada durante los estudios especializados.

En la zona de Bomintzha y sectores adyacentes se verificó la presencia de remanentes de vegetación secundaria xerófila distribuidos sobre lomeríos, pendientes moderadas y terrenos con limitada aptitud agrícola. Estos fragmentos conservan una estructura vegetal funcional y constituyen hábitats relevantes para especies de flora y fauna adaptadas a condiciones semiáridas, actuando como refugios biológicos dentro de una matriz territorial ampliamente transformada.

Desde una perspectiva ecológica, la estructura actual del uso de suelo refleja una Región Ecológica con un grado de conservación moderado a bajo, caracterizada por la coexistencia de extensas superficies urbanas, industriales y agropecuarias con fragmentos aislados de vegetación natural y secundaria. Estos remanentes desempeñan funciones ecológicas relevantes relacionadas con la conectividad biológica local, la provisión de refugio para la fauna silvestre, la conservación de especies vegetales nativas y el mantenimiento de procesos ecológicos propios de los ecosistemas semiáridos del Valle del Mezquital.

La distribución espacial de estas coberturas constituye el marco de referencia para la interpretación ecológica regional, la caracterización biológica desarrollada en el presente estudio y la evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados al Proyecto “No. 41-4010-00, Calcinación No. 10”.

Figura III-5. Uso de suelo y vegetación de la RE.



Fuente: Elaboración propia con base a la serie VII de INEGI.

Tabla III-1. Superficie y porcentaje de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la RE.

DESCRIPCIÓN	HA	%
DESPROVISTO DE VEGETACIÓN	364.53	4.07
ASENTAMIENTOS HUMANOS	2328.33	25.99
SIN VEGETACIÓN APARENTE	37.66	0.42
MATORRAL CRASICAULE	283.28	3.16
PASTIZAL INDUCIDO	1983.61	22.14
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE	1450.99	16.20
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	2258.87	25.21
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y PERMANENTE	148.09	1.65
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	33.86	0.38
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	70.09	0.78
TOTAL, REGIÓN ECOLÓGICA (RE)	**8 959.31**	**100.00**

FUENTE: Elaboración propia con base a la serie VII de INEGI.

III.3.2 Componentes abióticos

Los componentes abióticos constituyen la base física sobre la cual se desarrollan los ecosistemas, las actividades productivas y los asentamientos humanos presentes dentro de la RE. Su análisis permite comprender las condiciones naturales del territorio, identificar los procesos ambientales que determinan su funcionamiento y reconocer los factores físicos que pueden influir en la ejecución y operación del Proyecto.

La Región de Estudio fue delimitada considerando la integración funcional de las Unidades de Gestión Ambiental 0472, 0563, 0484 y 2371.20 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (POETEH), las cuales conforman un territorio con características fisiográficas, hidrológicas, climáticas y ecológicas interrelacionadas dentro de la región de Tula de Allende y el Valle del Mezquital. Estas unidades abarcan una superficie aproximada de 8,959.31 ha y presentan una combinación de áreas urbanas, industriales, agrícolas, zonas de extracción de materiales pétreos y remanentes de vegetación secundaria de matorral xerófilo.

Desde el punto de vista ambiental, la RE se encuentra completamente comprendida dentro del Acuífero Valle del Mezquital (Clave 1310), una de las principales unidades hidrogeológicas del estado de Hidalgo, cuya disponibilidad hídrica constituye un elemento estratégico para el desarrollo urbano, agrícola e industrial de la región. Asimismo, forma parte de la Región Hidrológica Pánuco (RH-26), dentro de la Cuenca Río Moctezuma, donde convergen diversos procesos hidrológicos y geomorfológicos que han modelado históricamente el paisaje regional.

La caracterización de los componentes abióticos se desarrolló mediante el análisis de información cartográfica oficial generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Servicio Geológico Mexicano (SGM), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo, modelos digitales de elevación, imágenes satelitales, estudios geotécnicos especializados y verificaciones de campo efectuadas durante la elaboración del presente estudio.

La descripción de los componentes climáticos, geológicos, geomorfológicos, edáficos e hidrológicos se presenta de manera jerárquica, partiendo de la escala regional correspondiente a la Región de Estudio y avanzando hacia las condiciones específicas identificadas dentro del Área de Influencia (AI) y del Área del Proyecto (AP), permitiendo establecer la línea base ambiental necesaria para la evaluación de impactos ambientales potenciales asociados al Proyecto “No. 41-4010-00, Calcinación No. 10”.

La descripción detallada de los componentes climáticos, geológicos, geomorfológicos, edáficos e hidrológicos que caracterizan la Región de Estudio se presenta en los apartados siguientes.

III.3.2.1 Clima

La Región Ecológica (RE) se localiza dentro del Valle del Mezquital, en el estado de Hidalgo, donde predominan condiciones climáticas características de ambientes semiáridos del Altiplano Mexicano. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1981), se identifican dos tipos climáticos dentro de la Región Ecológica: BS1kw (semiseco templado con lluvias en verano) y C(w0) (templado subhúmedo con lluvias en verano).

El clima predominante corresponde al tipo BS1kw, el cual ocupa aproximadamente 8,531 ha, equivalentes al 95.22 % de la superficie total de la Región Ecológica. Este clima se caracteriza por presentar temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, temperatura del mes más frío entre −3 °C y 18 °C y temperatura del mes

más cálido inferior a 22 °C. Asimismo, presenta lluvias concentradas durante el verano y un porcentaje de precipitación invernal comprendido entre 5 % y 10.2 % del total anual.

De manera secundaria se identifica el clima C(w0), que cubre aproximadamente 429 ha (4.78 % de la superficie regional), localizado principalmente hacia el sector sureste de la Región Ecológica. Este clima corresponde a condiciones templadas subhúmedas con lluvias en verano, caracterizadas por temperaturas medias anuales entre 12 °C y 18 °C, precipitación del mes más seco inferior a 40 mm e índice de humedad P/T menor a 43.2.

La caracterización climática regional se apoyó en la información de las estaciones climatológicas Jasso (13075) y Tula (13092), operadas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), siendo la estación Jasso la referencia principal debido a su proximidad geográfica respecto al Área del Proyecto y a su representatividad para las condiciones ambientales del sector sur de la Región Ecológica.

Los registros históricos indican una temperatura media anual cercana a 15.7 °C, con máximas absolutas que alcanzan aproximadamente 37 °C y mínimas absolutas de hasta −10 °C. Los meses más cálidos corresponden generalmente al periodo comprendido entre abril y junio, mientras que las temperaturas más bajas se presentan durante diciembre, enero y febrero.

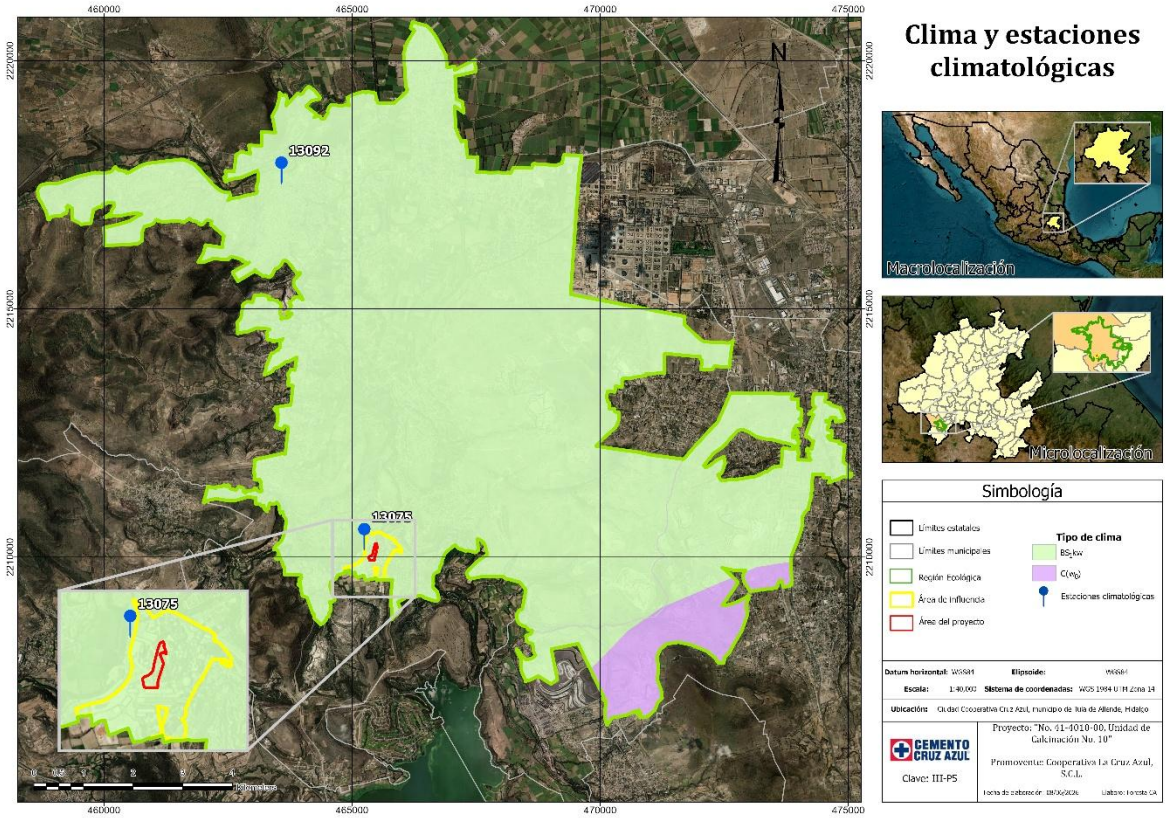
La precipitación media anual es de aproximadamente 555.8 mm, concentrándose cerca del 69 % del total anual entre los meses de junio y septiembre. Esta marcada estacionalidad determina la disponibilidad de humedad para la vegetación, la dinámica hidrológica regional y el comportamiento ecológico de los ecosistemas presentes en el Valle del Mezquital.

La evaporación potencial media anual alcanza aproximadamente 1,565.8 mm, valor significativamente superior a la precipitación registrada. Este balance hídrico deficitario constituye una de las principales características ambientales de la región y explica la presencia predominante de vegetación xerófila, comunidades secundarias adaptadas a la sequía y amplias superficies de pastizal inducido.

Los vientos dominantes presentan una orientación general noreste-suroeste y velocidades promedio entre 2 y 4 m/s. Durante la temporada invernal pueden registrarse incrementos temporales asociados a sistemas frontales, mientras que durante la época de lluvias son frecuentes tormentas convectivas de corta duración.

Las condiciones climáticas descritas son compartidas por el Área de Influencia y el Área del Proyecto, aunque en estos últimos pueden presentarse modificaciones microclimáticas locales derivadas de la presencia de infraestructura urbana e industrial consolidada.

Figura III-6. Clima regional y estaciones climatológicas utilizadas para la caracterización de la RE, AI y AP.



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI y CONAGUA.

III.3.2.2 Geología y geomorfología

La Región Ecológica se localiza dentro de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico Transmexicano, unidad geológica caracterizada por la interacción de procesos volcánicos, tectónicos y sedimentarios ocurridos durante el Cenozoico y el Mesozoico. No obstante, la composición geológica actual de la Región Ecológica se encuentra dominada por depósitos sedimentarios asociados al Valle del Mezquital.

El análisis cartográfico realizado mediante Sistemas de Información Geográfica permitió identificar siete unidades litológicas dentro de la Región Ecológica. La unidad de mayor extensión corresponde a depósitos lacustres de edad Neógeno–Cuaternario, con una superficie de 5,948 ha, equivalentes al 66.39 % de la superficie regional. Estas unidades representan antiguos ambientes de sedimentación continental asociados a la evolución geomorfológica del valle y constituyen el sustrato dominante sobre el que actualmente se desarrollan gran parte de las actividades agrícolas, urbanas e industriales.

La segunda unidad en importancia corresponde a materiales Caliza–Marga de edad Cretácica, con una superficie de 1,496 ha (16.70 %), seguida por depósitos aluviales holocénicos, que ocupan 1,258 ha (14.04 %). En conjunto, estas tres unidades representan aproximadamente el 97 % de la superficie total de la Región Ecológica, evidenciando el predominio de materiales sedimentarios dentro del área de estudio.

Las unidades volcánicas poseen una representación superficial reducida y se encuentran constituidas por afloramientos de basalto (123 ha; 1.37 %), andesita–basalto (39 ha; 0.44 %) y riolita–toba riolítica (9 ha; 0.10 %), distribuidos principalmente en lomeríos aislados y elevaciones localizadas hacia los sectores periféricos de la Región Ecológica.

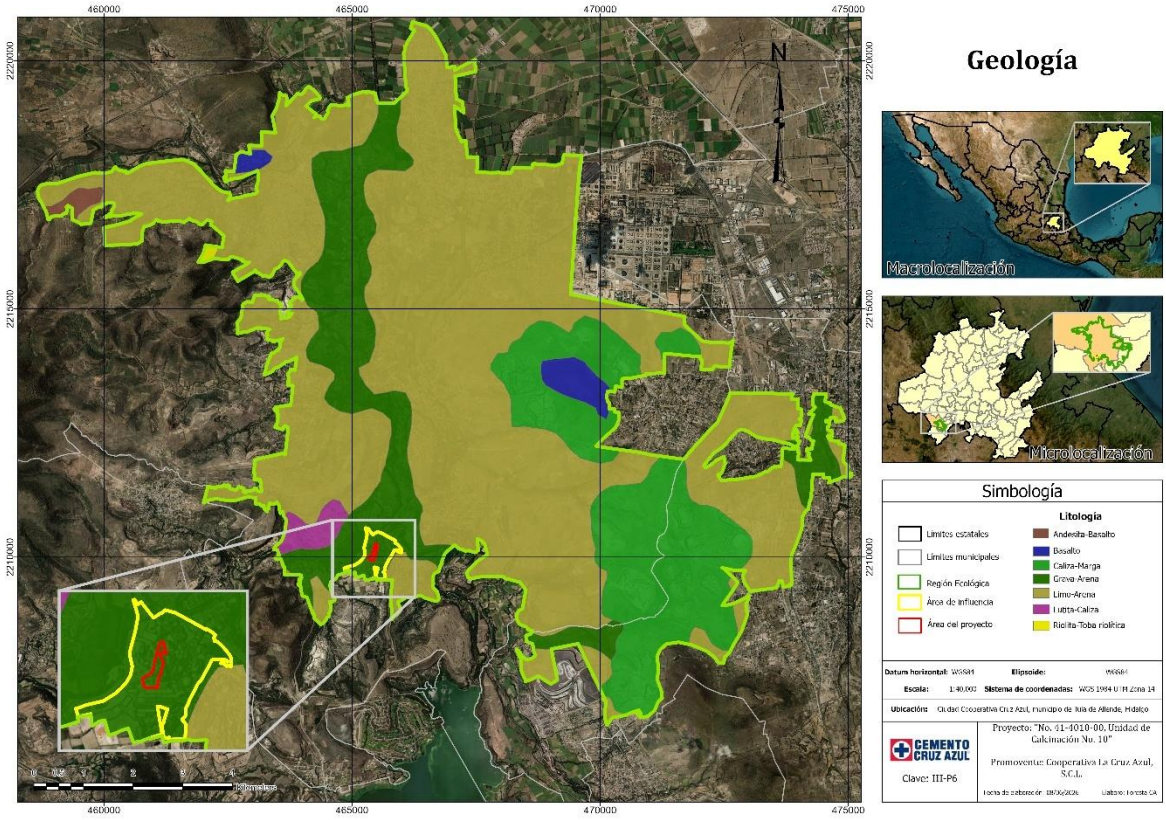
Adicionalmente se identificó una unidad de lutita–caliza correspondiente a la Formación Soyatal, con una superficie de 86 ha (0.96 %), la cual aflora de manera puntual dentro de la región.

Desde el punto de vista geomorfológico, la Región Ecológica presenta una combinación de planicies sedimentarias, terrazas aluviales, lomeríos estructurales y elevaciones volcánicas aisladas. Las zonas planas asociadas a depósitos lacustres y aluviales constituyen las áreas donde se concentra la mayor parte del desarrollo urbano, industrial y agrícola, mientras que los afloramientos volcánicos y carbonatados generan relieves más accidentados que conservan algunos remanentes de vegetación secundaria y matorral xerófilo.

El Área de Influencia se ubica predominantemente sobre depósitos lacustres y aluviales de baja pendiente, actualmente modificados por actividades urbanas e industriales. Por su parte, el Área del Proyecto se localiza sobre terrenos previamente intervenidos y acondicionados para uso industrial dentro de las instalaciones de la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L., donde las condiciones geomorfológicas naturales han sido sustituidas por plataformas operativas, cimentaciones, rellenos antrópicos e infraestructura existente.

La revisión cartográfica, el análisis espacial y los recorridos de campo no permitieron identificar evidencias de procesos de inestabilidad geológica activa, movimientos de ladera, subsidencia regional, hundimientos diferenciales o fallas superficiales que representen restricciones significativas para el desarrollo del Proyecto. En consecuencia, las condiciones geológicas y geomorfológicas actuales se consideran compatibles con la construcción y operación de la Unidad de Calcinación No. 10.

Figura III-7. Geología de la RE, AI y AP.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

III.3.2.3 Geomorfología

La caracterización geomorfológica de la Región Ecológica (RE) se realizó mediante el análisis de información temática de INEGI, modelos digitales de elevación, interpretación cartográfica y verificación en campo. Los resultados indican que la RE presenta un relieve dominado por unidades geomorfológicas de origen volcánico y sedimentario asociadas a la evolución geológica del Valle del Mezquital.

De acuerdo con el análisis espacial efectuado, se identificaron tres unidades geomorfológicas principales:

Llanura

Corresponde a las superficies de relieve plano a suavemente ondulado localizadas principalmente en el sector norte de la Región Ecológica. Estas áreas se encuentran asociadas a depósitos aluviales y lacustres recientes, presentando pendientes reducidas y condiciones favorables para el desarrollo de actividades agrícolas y asentamientos humanos.

Las llanuras constituyen las zonas con mayor transformación antrópica debido al establecimiento histórico de áreas urbanas, infraestructura industrial y superficies agrícolas de riego y temporal.

Lomerío

Esta unidad geomorfológica representa la cobertura predominante dentro de la Región Ecológica. Se caracteriza por la presencia de elevaciones suaves a moderadas con pendientes variables, originadas principalmente por materiales volcánicos del Neógeno y Cuaternario.

Los lomeríos albergan gran parte de los remanentes de vegetación secundaria xerófila, pastizal inducido y matorral crasicaule identificados durante la caracterización biológica. Asimismo, constituyen las áreas donde se registró la mayor riqueza de flora y fauna debido a la menor intensidad de transformación territorial respecto a las planicies agrícolas y urbanas.

Dentro de esta unidad se localizan los sitios de muestreo biológico establecidos para la evaluación de flora y fauna de la Región Ecológica.

Sierra

La unidad de sierra se distribuye de manera restringida en el sector noroeste de la Región Ecológica y corresponde a elevaciones de mayor pendiente asociadas a afloramientos rocosos de origen volcánico.

Estas áreas presentan condiciones topográficas más accidentadas y conservan algunos de los elementos geomorfológicos menos modificados de la región. Debido a las limitaciones físicas para el desarrollo urbano y agrícola, mantienen una menor intensidad de uso del suelo respecto a otras unidades geomorfológicas presentes en la RE.

Relación geomorfológica RE–AI–AP

El análisis cartográfico muestra que el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP) se localizan completamente dentro de la unidad geomorfológica de lomerío, caracterizada por pendientes suaves y relieve previamente modificado por actividades industriales históricas asociadas a la operación de la Cooperativa La Cruz Azul.

Particularmente, el Área del Proyecto corresponde a una superficie previamente nivelada y acondicionada para uso industrial, donde las condiciones geomorfológicas naturales han sido sustituidas por plataformas de operación, caminos internos, cimentaciones, rellenos antrópicos e infraestructura existente.

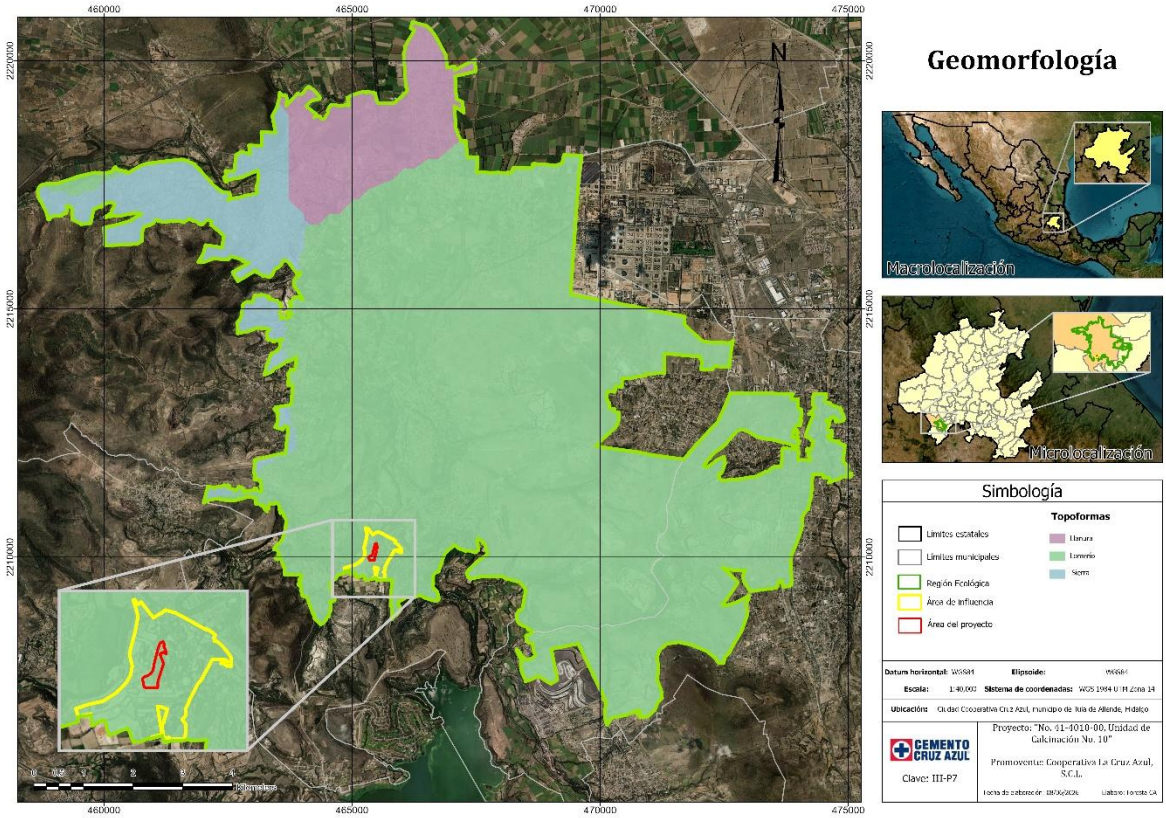
No se identificaron geoformas singulares, escarpes activos, procesos de erosión severa, movimientos de ladera, hundimientos diferenciales o elementos geomorfológicos que representen restricciones relevantes para el desarrollo del Proyecto.

Interpretación geomorfológica

La distribución espacial de las unidades geomorfológicas evidencia una estrecha relación entre la topografía regional y los patrones actuales de uso del suelo. Las zonas de llanura han favorecido históricamente el establecimiento de agricultura y asentamientos humanos, mientras que los lomeríos concentran gran parte de la vegetación secundaria y de la biodiversidad remanente registrada durante los estudios de campo.

Desde el punto de vista ambiental, la ubicación del Proyecto dentro de una superficie industrial previamente transformada y asentada sobre una unidad geomorfológica estable reduce significativamente la probabilidad de generar alteraciones relevantes sobre procesos geomorfológicos regionales, manteniendo la compatibilidad del desarrollo propuesto con las condiciones físicas existentes del territorio.

Figura III-8. Geomorfología de la RE, AI y AP.



Fuente: Elaboración propia con base a datos de INEGI.

III.3.2.4 Edafología

La caracterización edafológica de la Región Ecológica (RE) se realizó mediante el análisis de la cartografía edafológica oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), complementada con la interpretación espacial en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la verificación de campo efectuada durante el desarrollo de los estudios ambientales del Proyecto.

Los suelos presentes en la Región Ecológica son resultado de la interacción entre materiales geológicos de origen volcánico y sedimentario, condiciones climáticas semisecas características del Valle del Mezquital y procesos geomorfológicos desarrollados a lo largo de la evolución del paisaje regional. De acuerdo con la

cartografía edafológica analizada, se identifican cuatro unidades principales: Phaeozem, Vertisol, Leptosol y Zona Urbanizada.

Los Phaeozem constituyen la unidad edáfica dominante dentro de la Región Ecológica, distribuyéndose ampliamente en los sectores central, occidental y meridional. Estos suelos presentan características favorables para el desarrollo de actividades agropecuarias debido a su profundidad efectiva, contenido moderado de materia orgánica y adecuada capacidad de retención de humedad. Dentro de esta unidad predominan variantes correspondientes a Feozem háplico y Feozem calcárico, con texturas medias a finas y, en algunos casos, fases físicas dúricas, petrocálcicas o acumulaciones de carbonatos asociadas a las condiciones semiáridas de la región.

Los Vertisoles se localizan principalmente en la porción centro-norte de la Región Ecológica. Se caracterizan por presentar elevados contenidos de arcillas expansivas, las cuales experimentan procesos de contracción durante la temporada seca y expansión durante los periodos húmedos. Estas propiedades condicionan el comportamiento físico del suelo y representan factores relevantes para el desarrollo de actividades agrícolas y para el diseño de infraestructura.

Los Leptosoles se distribuyen principalmente hacia el sector sureste de la Región Ecológica y corresponden a suelos someros desarrollados sobre materiales rocosos consolidados. Presentan escasa profundidad efectiva, limitada capacidad de almacenamiento de humedad y restricciones para el desarrollo radicular, por lo que suelen asociarse a zonas de vegetación xerófila, pastizales inducidos y remanentes de matorral presentes en áreas con pendientes moderadas o condiciones edáficas restrictivas.

Adicionalmente, se identifican extensas superficies clasificadas como Zona Urbanizada, asociadas a los asentamientos humanos, áreas industriales, infraestructura de servicios y corredores de comunicación presentes dentro de la Región Ecológica. En estas áreas las condiciones originales del suelo han sido modificadas significativamente por procesos de urbanización, construcción de infraestructura, nivelación de terrenos, rellenos antrópicos y compactación derivados de décadas de ocupación humana e industrial.

Desde una perspectiva regional, la distribución de las unidades edáficas mantiene una estrecha relación con los patrones actuales de uso del suelo. Los Phaeozem y Vertisoles sustentan gran parte de las actividades agrícolas regionales, mientras que los Leptosoles se asocian principalmente con áreas de vegetación secundaria xerófila y terrenos con limitaciones físicas para el aprovechamiento intensivo. Por su parte, las zonas urbanizadas corresponden a espacios donde las características naturales del suelo han sido ampliamente transformadas por actividades antrópicas.

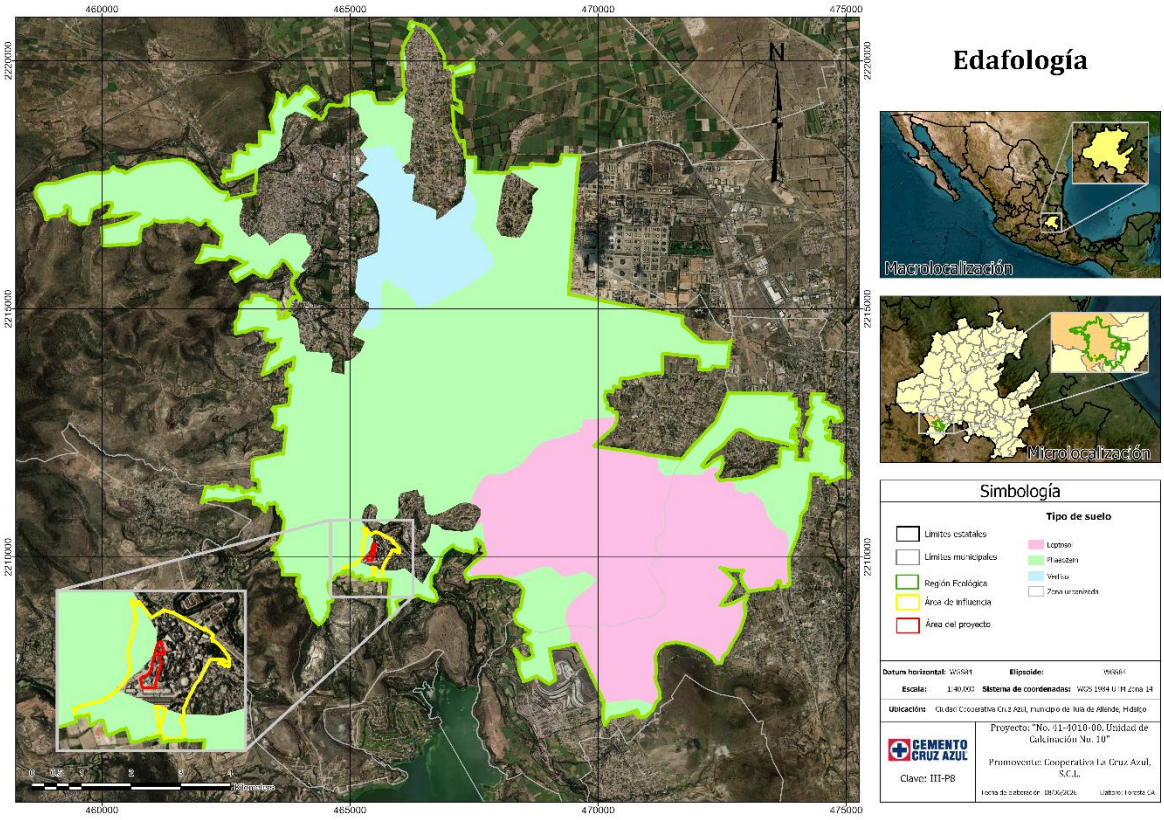
En el Área de Influencia (AI) predominan los Phaeozem y superficies urbanizadas, mientras que el Área del Proyecto (AP) se localiza completamente dentro de una zona previamente transformada por actividades industriales asociadas a la operación histórica de la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L. La revisión cartográfica y los recorridos de campo permitieron corroborar que el sitio destinado a la Unidad de Calcinación No. 10 corresponde a una superficie industrial consolidada donde predominan plataformas operativas, vialidades internas, cimentaciones, áreas compactadas y rellenos antrópicos.

Como consecuencia de esta transformación histórica del terreno, los horizontes edáficos naturales han sido modificados parcial o totalmente por la infraestructura existente. En virtud de ello, las obras proyectadas no implican la ocupación de suelos naturales conservados, la remoción de horizontes edáficos con valor agrícola o ecológico significativo ni la afectación directa de unidades edáficas relevantes para la conservación de los recursos naturales de la Región Ecológica.

En términos ambientales, la ubicación del Proyecto sobre una superficie previamente intervenida y con vocación industrial consolidada reduce significativamente la probabilidad de generar impactos relevantes

sobre el recurso suelo, manteniendo la compatibilidad del desarrollo propuesto con las condiciones actuales del territorio.

Figura III-9. Unidades edáficas presentes en la RE, AI y AP.



Fuente: Elaboración propia con base a datos de INEGI.

III.3.2.5 Hidrología superficial

La Región Ecológica (RE) se localiza íntegramente dentro de la Región Hidrológica No. 26 Pánuco (RH-26), una de las regiones hidrológicas más extensas e importantes del centro de México. Esta región forma parte del sistema hidrológico que drena hacia el Golfo de México a través de la cuenca del Río Moctezuma y posteriormente del Río Pánuco.

El principal elemento de drenaje superficial presente dentro de la Región Ecológica corresponde al Río Tula, cauce regional que atraviesa la porción occidental y centro-sur del área de estudio con una dirección general norte-sur. Este río constituye el eje hidrológico más importante del Valle del Mezquital y recibe aportaciones provenientes de escurrimientos temporales, sistemas de drenaje agrícola y obras hidráulicas construidas para el aprovechamiento de los recursos hídricos regionales.

La dinámica hidrológica superficial se encuentra condicionada por el clima semiseco predominante, caracterizado por una precipitación concentrada durante los meses de verano y largos periodos de estiaje. Como consecuencia, gran parte de los escurrimientos naturales presentan comportamiento temporal y solamente transportan agua durante eventos de precipitación intensa o extraordinaria.

La configuración hidrológica regional ha sido modificada históricamente por la construcción de infraestructura hidráulica destinada al abastecimiento agrícola, urbano e industrial. En consecuencia, además de los cauces naturales, la región cuenta con canales de conducción, obras de drenaje y estructuras hidráulicas que participan en la regulación y distribución de los escurrimientos superficiales.

El análisis cartográfico muestra que el Área de Influencia (AI) se localiza dentro de la zona de aportación hidrológica asociada al Río Tula; sin embargo, no se identifican cuerpos de agua permanentes ni cauces naturales que atraviesen directamente el polígono de influencia inmediata del Proyecto.

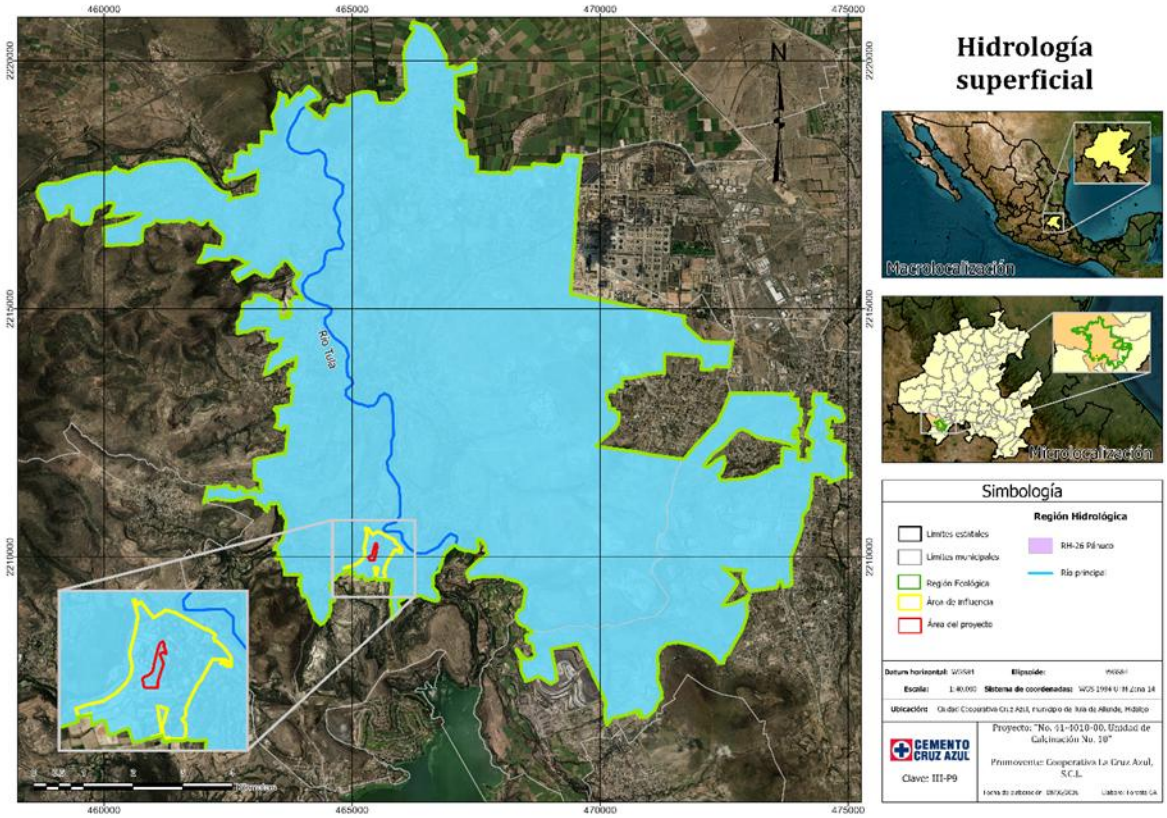
Por su parte, el Área del Proyecto (AP), correspondiente a la Unidad de Calcinación No. 10, se localiza completamente dentro de instalaciones industriales consolidadas pertenecientes a la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L. La revisión cartográfica y los recorridos de campo permitieron corroborar que dentro del AP no existen ríos, arroyos permanentes, humedales, vasos de almacenamiento, manantiales ni zonas federales asociadas a cuerpos de agua superficiales.

Asimismo, las obras proyectadas no contemplan la rectificación, desviación, relleno, ocupación o modificación de cauces naturales, ni implican alteraciones sobre los patrones regionales de drenaje superficial. Los escurrimientos pluviales generados en el sitio continuarán siendo manejados mediante la infraestructura de drenaje existente dentro del complejo industrial.

Desde el punto de vista hidrológico, la ubicación del Proyecto sobre una superficie previamente urbanizada e industrializada minimiza la posibilidad de generar impactos significativos sobre la red hidrológica superficial regional, manteniéndose la compatibilidad del desarrollo propuesto con las condiciones actuales del territorio.

De acuerdo con la cartografía hidrológica analizada y la verificación efectuada en campo, no se identificaron corrientes superficiales permanentes, cuerpos de agua o zonas federales dentro del Área del Proyecto susceptibles de afectación directa por las obras y actividades propuestas.

Figura III-10. Hidrología superficial de la RE, AI y AP.



Fuente: Elaboración propia con base a datos de INEGI.

III.3.2.6 Hidrología subterránea

De acuerdo con la información hidrogeológica oficial de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Región Ecológica (RE), el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP) se localizan dentro del Acuífero Valle del Mezquital (Clave 1310), unidad hidrogeológica ubicada en la porción centro-sur del Estado de Hidalgo.

Este acuífero constituye una de las principales fuentes de abastecimiento de agua para los sectores urbano, agrícola e industrial de la región. Su funcionamiento hidrogeológico se encuentra asociado a materiales volcánicos fracturados, depósitos aluviales y sedimentos lacustres que favorecen el almacenamiento y circulación del agua subterránea.

La recarga del sistema ocurre principalmente mediante infiltración de agua de lluvia, infiltración proveniente de escurrimientos superficiales y retornos de riego agrícola, mientras que las principales salidas corresponden a extracción mediante aprovechamientos subterráneos autorizados, flujo subterráneo regional y descargas naturales hacia zonas topográficamente más bajas.

Las condiciones hidrogeológicas regionales están estrechamente relacionadas con la geología volcánica y sedimentaria del Valle del Mezquital, donde predominan depósitos cuaternarios y materiales volcánicos fracturados capaces de almacenar y transmitir agua subterránea.

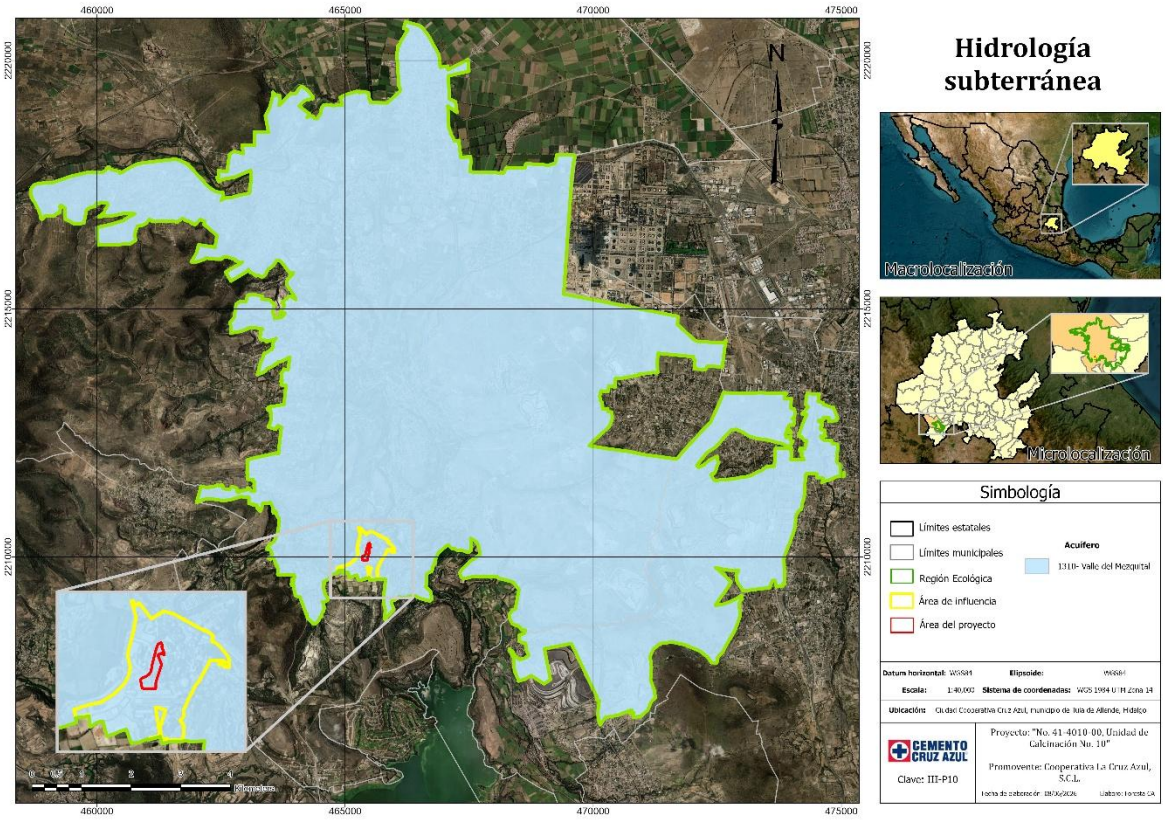
Durante los estudios geotécnicos realizados para el Proyecto se identificó la presencia del nivel freático a una profundidad aproximada de 3.76 m respecto al nivel del terreno existente. Esta condición fue considerada dentro de los criterios de diseño de las obras proyectadas y de las medidas constructivas asociadas al desarrollo de la Unidad de Calcinación No. 10.

El Área del Proyecto se localiza completamente dentro de instalaciones industriales previamente consolidadas pertenecientes a la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L., por lo que las actividades propuestas no implican la apertura de nuevos aprovechamientos de agua subterránea ni modificaciones a los patrones regionales de recarga del acuífero.

Asimismo, el Proyecto no contempla actividades que puedan alterar significativamente la dinámica hidrogeológica regional, modificar el flujo subterráneo natural o afectar la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo a escala regional.

Desde el punto de vista hidrogeológico, las obras proyectadas son compatibles con las condiciones actuales del sitio y no representan una fuente de alteración significativa para el funcionamiento del Acuífero Valle del Mezquital.

Figura III-11. Localización regional del RE, AI y AP respecto al Acuífero Valle del Mezquital (Clave 1310).



Fuente: Elaboración propia con base a datos de INEGI.

III.3.2.7 Síntesis de componentes abióticos

La caracterización de los componentes abióticos de la Región Ecológica (RE) permitió identificar un sistema ambiental representativo del sector sur del Valle del Mezquital, cuya configuración actual es resultado de la interacción histórica entre procesos geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrológicos y antrópicos. La superficie regional evaluada comprende 8,959.31 ha, dentro de las cuales predominan coberturas urbanas, industriales, agrícolas y de pastizal inducido, inmersas en un contexto fisiográfico característico del Eje Neovolcánico Transmexicano.

Desde el punto de vista geológico, la RE presenta una notable diversidad litológica integrada por materiales volcánicos y sedimentarios de edad comprendida entre el Cretácico y el Cuaternario. Los depósitos lacustres del Neógeno–Cuaternario constituyen la unidad dominante, ocupando aproximadamente 5,948 ha (66.39 %) de la superficie regional, seguidos por depósitos aluviales recientes con 1,258 ha (14.04 %) y secuencias sedimentarias de caliza-marga con 1,496 ha (16.70 %). En menor proporción se presentan basaltos, andesitas-basálticas, riolitas y lutitas calcáreas asociadas a procesos volcánicos y sedimentarios que han modelado el relieve regional. Esta configuración geológica explica la presencia de amplias planicies agrícolas, lomeríos volcánicos aislados y zonas con afloramientos rocosos distribuidos principalmente hacia los sectores occidental y meridional de la Región Ecológica.

Geomorfológicamente predominan los lomeríos suaves, que constituyen la unidad de relieve más extensa y funcional dentro del paisaje regional. Estas superficies se encuentran interrumpidas localmente por áreas de llanura asociadas a depósitos sedimentarios recientes y por pequeñas porciones de sierra, localizadas principalmente hacia el sector occidental. La combinación de estas geoformas ha favorecido históricamente el establecimiento de asentamientos humanos, infraestructura industrial, actividades agrícolas y corredores de comunicación que actualmente dominan la estructura territorial de la región.

Las condiciones climáticas están definidas principalmente por el clima BS1kw, clasificado como semiseco templado con lluvias en verano, el cual cubre aproximadamente 8,531 ha (95.22 %) de la Región Ecológica. Este clima se caracteriza por temperaturas medias anuales entre 12 y 18 °C, precipitación moderada concentrada durante el verano y una marcada estacionalidad hídrica. De manera marginal se presenta el clima C(w0), templado subhúmedo con lluvias en verano, que ocupa cerca de 429 ha (4.78 %) hacia las porciones de mayor altitud. Estas condiciones climáticas determinan la disponibilidad de humedad, la distribución de la vegetación y la dinámica hidrológica superficial y subterránea del sistema ambiental regional.

En materia edafológica predominan los Phaeozems, que constituyen la unidad de suelo más ampliamente distribuida dentro de la Región Ecológica y sustentan gran parte de las actividades agrícolas del Valle del Mezquital. También se identifican Leptosoles, asociados a lomeríos y afloramientos rocosos con escasa profundidad efectiva, así como Vertisoles, desarrollados sobre materiales finos con alto contenido de arcillas expansivas. Adicionalmente se reconocen superficies urbanizadas donde los suelos naturales han sido sustituidos o modificados por rellenos antrópicos, infraestructura industrial y obras de urbanización consolidadas.

Desde la perspectiva hidrológica, toda la Región Ecológica se encuentra comprendida dentro de la Región Hidrológica RH-26 Pánuco, específicamente en la Cuenca del Río Moctezuma, donde el Río Tula constituye el principal eje de drenaje superficial regional. La dinámica hidrológica está influenciada por el régimen climático semiseco y por una importante infraestructura hidráulica asociada a actividades agrícolas, urbanas e industriales. Aunque el Río Tula atraviesa la Región Ecológica, no intersecta directamente el Área del

Proyecto, por lo que no se prevén afectaciones directas sobre cauces o cuerpos de agua superficiales derivadas de la construcción y operación de la Unidad de Calcinación No. 10.

En cuanto a la hidrología subterránea, la totalidad de la Región Ecológica forma parte del Acuífero Valle del Mezquital (Clave 1310), uno de los sistemas hidrogeológicos más relevantes del estado de Hidalgo. Este acuífero se desarrolla sobre materiales volcánicos fracturados, depósitos aluviales y sedimentos lacustres que permiten el almacenamiento y circulación de agua subterránea. La recarga ocurre principalmente por infiltración pluvial, escurrimientos superficiales y retornos de riego, mientras que las principales descargas están asociadas al aprovechamiento agrícola, urbano e industrial. En el sitio del proyecto se ha documentado la presencia de nivel freático somero, condición considerada dentro de los estudios geotécnicos y de ingeniería desarrollados para el diseño de las obras.

La integración de los componentes geológicos, geomorfológicos, climáticos, edafológicos e hidrológicos permite reconocer una Región Ecológica funcionalmente homogénea desde el punto de vista físico-ambiental, aunque con un elevado grado de transformación antrópica derivado de la expansión urbana, industrial y agropecuaria registrada durante las últimas décadas. Esta condición es particularmente evidente dentro del Área de Influencia y, de manera más marcada, en el Área del Proyecto, la cual corresponde a una superficie previamente urbanizada e industrializada donde las condiciones naturales originales han sido ampliamente modificadas.

En consecuencia, los componentes abióticos regionales constituyen una línea base ambiental robusta para la evaluación de impactos ambientales, permitiendo concluir que las obras asociadas a la Unidad de Calcinación No. 10 se desarrollarán dentro de un entorno previamente transformado y sobre terrenos industrialmente consolidados, sin que se prevean alteraciones significativas sobre los procesos geológicos, geomorfológicos, climáticos, edáficos o hidrológicos que operan a escala regional

III.3.3 Componentes bióticos

Con la finalidad de caracterizar los componentes biológicos presentes en la Región Ecológica (RE), se delimitó una superficie de análisis de 1,983.61 ha, correspondiente a las áreas clasificadas como Pastizal Inducido (PI) de acuerdo con la Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI. La verificación de campo permitió corroborar que estas áreas no corresponden exclusivamente a comunidades dominadas por gramíneas, sino que presentan una estructura vegetal heterogénea integrada por especies herbáceas, arbustivas, cactáceas y elementos arbóreos dispersos característicos de la vegetación xerófila del Valle del Mezquital, constituyendo los principales remanentes con potencial biológico dentro de la Región Ecológica.

Para garantizar la representatividad estadística del inventario biológico, se realizó un análisis previo de suficiencia de muestreo mediante parcelas piloto y estimadores de variabilidad. Los resultados indicaron la necesidad de establecer nueve sitios de muestreo, los cuales fueron distribuidos sistemáticamente dentro de la superficie evaluada, cubriendo la heterogeneidad ambiental observada en los diferentes sectores del pastizal inducido y de la vegetación secundaria asociada.

La caracterización florística permitió registrar 29 especies de plantas vasculares, integradas por elementos arbóreos, arbustivos, herbáceos y cactáceas representativos de los ecosistemas semiáridos regionales. La composición observada fue consistente con comunidades secundarias derivadas de matorral crasicaule y pastizal inducido, donde predominan especies adaptadas a condiciones de baja disponibilidad hídrica y distintos grados de perturbación antrópica. Los análisis de representatividad realizados mediante curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos de riqueza indicaron una completitud superior al

93 %, confirmando que el esfuerzo de muestreo aplicado fue suficiente para caracterizar la flora presente en la Región Ecológica.

La caracterización faunística permitió documentar un total de 40 especies de vertebrados terrestres, distribuidas en cuatro grupos taxonómicos. La avifauna constituyó el componente más diverso con 22 especies, seguida por la mastofauna con 10 especies, la herpetofauna representada por 6 especies de reptiles y 2 especies de anfibios. La comunidad faunística registrada corresponde principalmente a especies generalistas asociadas a ambientes semiáridos, vegetación secundaria, áreas agrícolas y paisajes con influencia antrópica moderada a alta, condición congruente con el contexto ecológico actual del Valle del Mezquital.

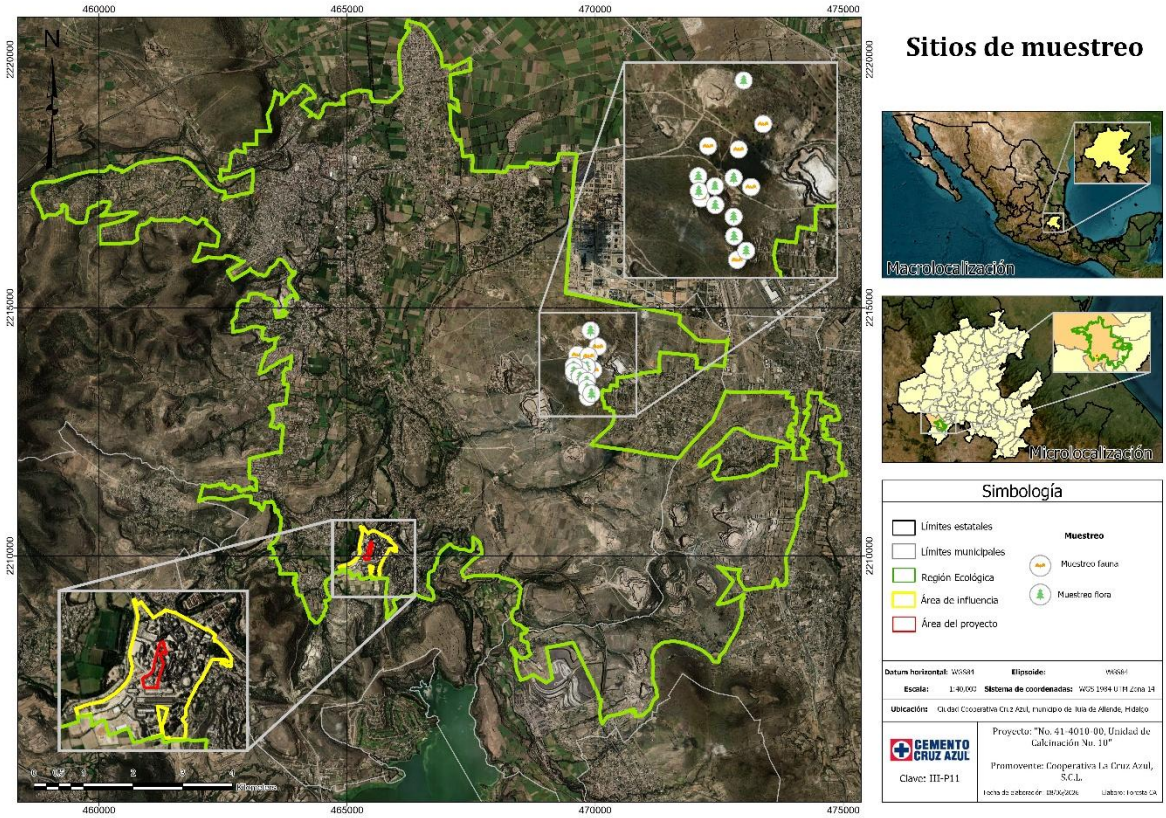
Los análisis de representatividad efectuados para la avifauna mostraron una riqueza observada de 22 especies y una cobertura aproximada de 86.84 % respecto a la riqueza potencial estimada mediante el estimador Chao1, evidenciando que el esfuerzo de muestreo aplicado permitió registrar la mayor parte de las especies presentes en la Región Ecológica. Para mamíferos, reptiles y anfibios, la representatividad fue evaluada mediante la cobertura espacial del muestreo, la diversidad de hábitats prospectados y la congruencia de los registros obtenidos con la fauna reportada para ecosistemas xerófilos y vegetación secundaria del centro de México.

En conjunto, la caracterización biológica permitió documentar una riqueza total de 69 especies, integrada por 29 especies de flora vascular y 40 especies de fauna silvestre. Los resultados obtenidos indican que la biodiversidad regional se concentra principalmente en los remanentes de vegetación secundaria y pastizal inducido presentes dentro de la Región Ecológica, los cuales funcionan como áreas de refugio, alimentación, desplazamiento y mantenimiento de procesos ecológicos para diversas especies de flora y fauna.

Por otra parte, el Área de Influencia (AI) se encuentra dominada por usos urbanos, industriales y agrícolas, mientras que el Área del Proyecto (AP) corresponde a una superficie industrial previamente transformada y ocupada por infraestructura existente de la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L. Durante los recorridos de campo no se identificaron comunidades vegetales naturales conservadas, hábitats críticos, corredores biológicos funcionales ni sitios relevantes para la reproducción o concentración de fauna silvestre dentro del AP.

Los resultados obtenidos constituyen una línea base biológica sólida y estadísticamente representativa para la evaluación ambiental del Proyecto “No. 41-4010-00, Calcinación No. 10”, permitiendo concluir que los principales valores de biodiversidad regional se localizan fuera de la superficie directamente destinada al desarrollo de las obras proyectadas.

Figura III-12. Ubicación de sitios de muestreo de flora y fauna

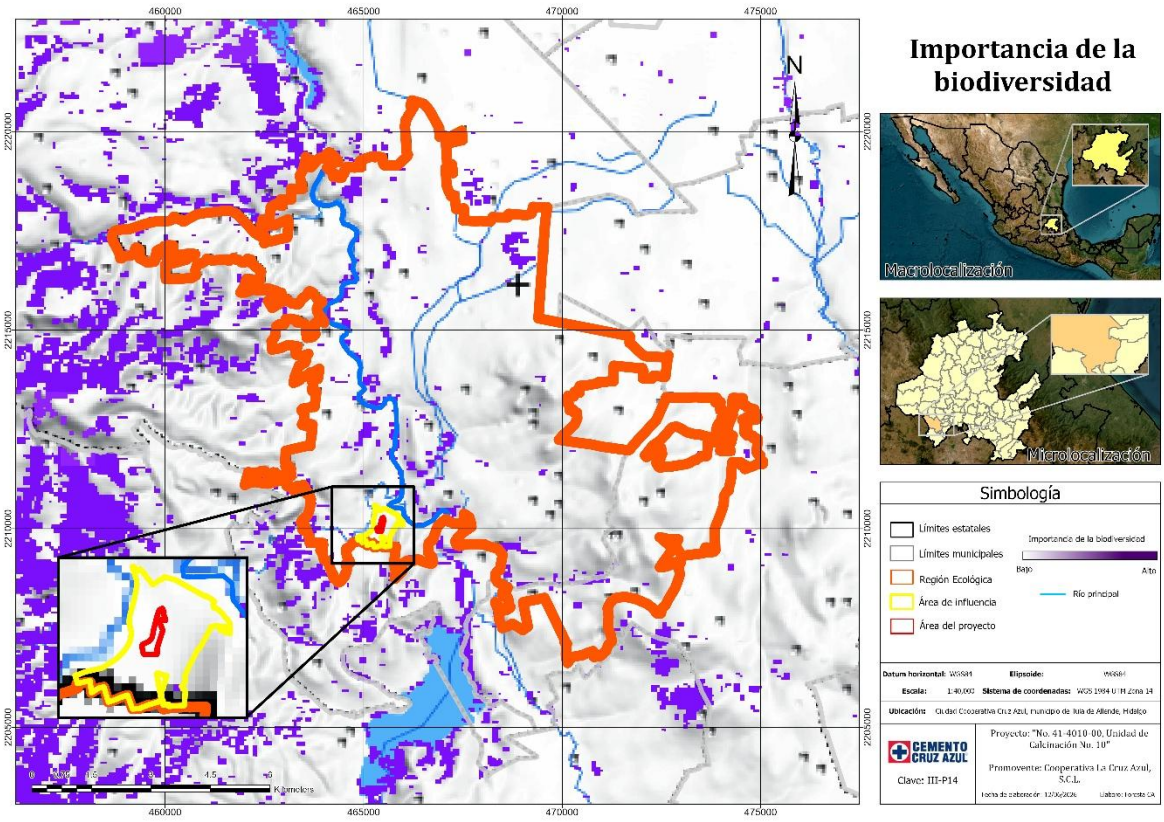


Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

Importancia de la biodiversidad

Con el propósito de complementar la caracterización ecológica de la Región Ecológica (RE), se realizó el análisis espacial de la importancia relativa de la biodiversidad, considerando la distribución potencial de áreas con mayor valor ecológico dentro del territorio evaluado. Los resultados muestran que los valores más altos de importancia se concentran principalmente en las zonas serranas y de vegetación natural conservada ubicadas al occidente y suroeste de la RE, mientras que el Área del Proyecto (AP) y su Área de Influencia (AI) se localizan dentro de una zona previamente transformada por actividades industriales, donde la importancia relativa de la biodiversidad es baja. Lo anterior es consistente con las condiciones actuales del sitio y confirma que las obras proyectadas no inciden directamente sobre áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad regional.

Figura III-13. Importancia de la biodiversidad



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Global Forest Watch.

III.3.4 Representatividad del muestreo biológico

Con el propósito de evaluar la suficiencia y representatividad del esfuerzo de muestreo aplicado en la Región Ecológica (RE), se realizaron análisis de acumulación de especies y estimadores no paramétricos de riqueza para aquellos grupos biológicos que contaron con información suficiente para este tipo de evaluación. Estos procedimientos permiten determinar si el número de unidades de muestreo establecidas fue adecuado para caracterizar la biodiversidad presente y estimar el grado de completitud de los inventarios obtenidos.

Para la flora vascular se registraron 29 especies distribuidas en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. Los resultados de los estimadores no paramétricos de riqueza se presentan en la **Tabla III. 2** donde se observa una riqueza esperada de entre 30 y 32 especies. La comparación entre la riqueza observada y la riqueza potencial estimada indica una completitud de inventario de 95.33 % respecto al estimador Chao1 y de 93.32 % respecto al estimador Bootstrap. Asimismo, la curva de acumulación de especies de flora (**Figura III.12**) presentó una tendencia claramente asintótica durante los últimos sitios de muestreo, evidenciando que la incorporación de nuevas especies disminuyó progresivamente conforme aumentó el esfuerzo de campo. Este comportamiento indica que los nueve sitios establecidos fueron suficientes para caracterizar la composición florística presente en la Región Ecológica.

De manera similar, para la avifauna se registraron 22 especies mediante seis puntos de conteo distribuidos dentro de la Región Ecológica. Los estimadores de riqueza obtenidos (**Tabla III.3**) proyectaron una riqueza potencial de entre 23 y 27 especies, mientras que la cobertura alcanzada respecto al estimador Chao1 fue de 86.84 %. La curva de acumulación de especies de aves (**Figura III.13**) mostró una tendencia hacia la estabilización a partir del cuarto punto de observación, indicando que el esfuerzo de muestreo aplicado permitió registrar la mayor parte de las especies presentes durante el periodo de estudio y proporciona una representación adecuada de la riqueza específica de la comunidad avifaunística regional.

Complementariamente, los análisis de diversidad permitieron caracterizar la estructura de las comunidades biológicas registradas. Para la avifauna se obtuvo un índice de diversidad de Shannon (H') de 2.6935 y una equidad de Pielou (J) de 0.8714, valores que reflejan una comunidad relativamente diversa y con una distribución de abundancias moderadamente homogénea. En la vegetación, los índices de diversidad obtenidos para los estratos arbóreo (H' = 2.0062), arbustivo (H' = 1.7269) y herbáceo (H' = 1.3987) son consistentes con comunidades secundarias derivadas de matorral xerófilo y pastizal inducido sujetas a distintos grados de perturbación antrópica.

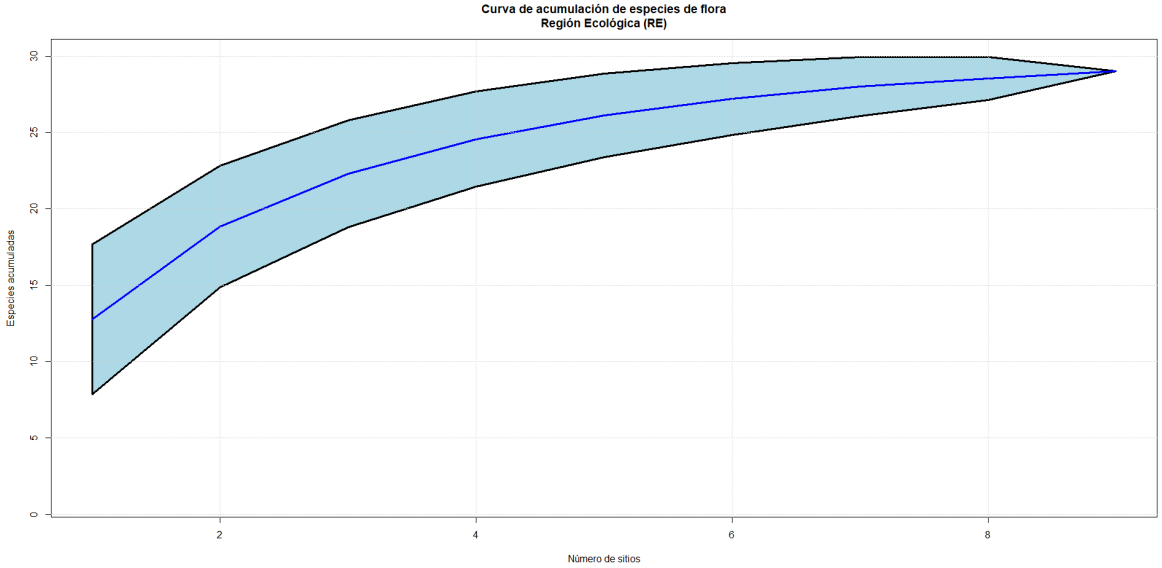
En conjunto, los resultados de riqueza específica, diversidad y representatividad del muestreo permiten concluir que los inventarios biológicos obtenidos reflejan adecuadamente las condiciones ecológicas actuales de la Región Ecológica. La alta completitud alcanzada para la flora y la adecuada cobertura registrada para la avifauna demuestran que el esfuerzo de muestreo aplicado fue suficiente para documentar la mayor parte de la biodiversidad presente en los remanentes de vegetación evaluados, proporcionando una base técnica sólida para la identificación y evaluación de impactos ambientales asociados al Proyecto.

Tabla III.2. Estimadores no paramétricos de riqueza y completitud del inventario florístico.

Estimador	Valor
Riqueza observada (Sobs)	29
Chao1	30
Jackknife 1	32
Jackknife 2	32
Bootstrap	31

Fuente: *Elaboración propia con base en análisis realizados en R v.4.5.3*

Figura III-14. Curva de acumulación de especies de flora de la Región Ecológica.



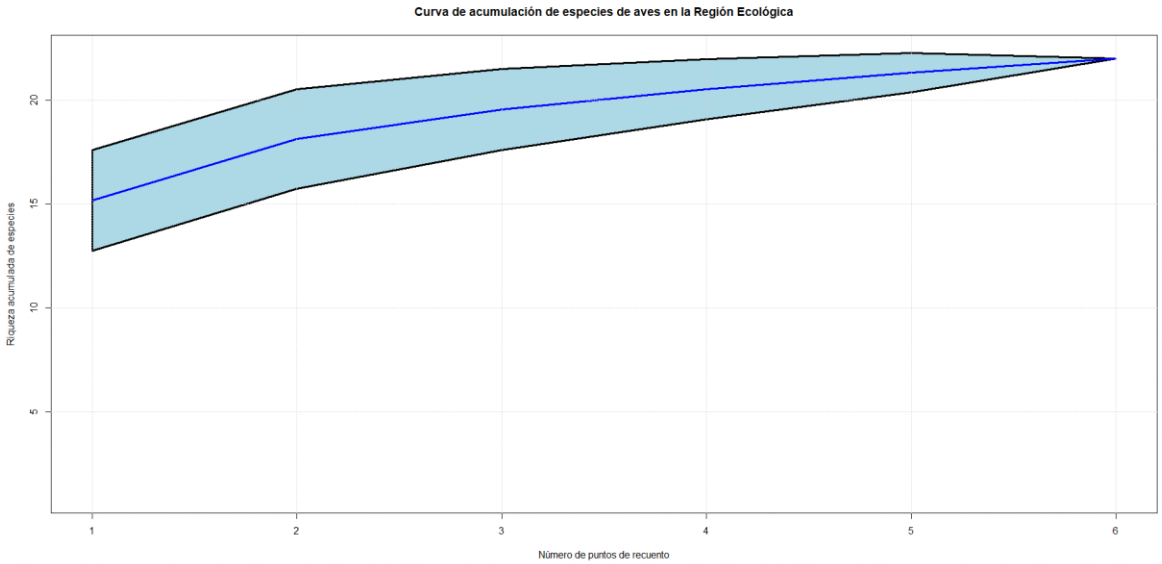
Fuente: *Elaboración propia con base en análisis realizados en R v.4.5.3*

Tabla III.3. Estimadores no paramétricos de riqueza y cobertura del inventario avifaunístico.

Comparación	Completitud (%)
Respecto a Chao1	95.33
Respecto a Bootstrap	93.32
Respecto a Jackknife 1	90.63

Fuente: *Elaboración propia con base en análisis realizados en R v.4.5.3*

Figura III-15. Curva de acumulación de especies de aves de la Región Ecológica.



Fuente: Elaboración propia con base en análisis realizados en R v.4.5.3

III.3.4.1 Justificación de la ausencia de muestreo biológico en el Área del Proyecto (AP) y Área de Influencia (AI)

La caracterización biológica desarrollada para el presente estudio se concentró en la Región Ecológica (RE), debido a que esta unidad territorial contiene los remanentes de vegetación secundaria, los hábitats disponibles y los atributos ecológicos que concentran la mayor parte de la biodiversidad regional susceptible de evaluación ambiental. En esta superficie se localizan las comunidades vegetales y los espacios utilizados por la fauna silvestre para refugio, alimentación, desplazamiento y reproducción.

El Área del Proyecto (AP), con una superficie de 2.30 ha, se localiza completamente dentro de las instalaciones industriales de la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L., donde históricamente se han desarrollado actividades asociadas a la producción de cemento. Como resultado de décadas de operación industrial, la cobertura vegetal original fue sustituida por edificaciones, hornos, patios de maniobra, vialidades internas, almacenes, plataformas operativas e infraestructura complementaria. Bajo estas condiciones, el AP carece de comunidades vegetales naturales, hábitats funcionales o elementos ecológicos que justifiquen la aplicación de metodologías específicas de muestreo para flora y fauna silvestres.

Por su parte, el Área de Influencia (AI) se encuentra conformada predominantemente por superficies urbanas, infraestructura industrial, vialidades, equipamiento y áreas de servicios asociadas al corredor urbano-industrial de Tula de Allende y Ciudad Cooperativa Cruz Azul. Aunque existen espacios verdes aislados y vegetación ornamental dispersa, éstos no constituyen comunidades vegetales naturales ni mantienen procesos ecológicos comparables con los observados en los remanentes de vegetación secundaria presentes dentro de la Región Ecológica.

En consecuencia, el diseño de muestreo fue orientado hacia las áreas con relevancia ecológica real, donde aún persisten comunidades vegetales y hábitats capaces de sostener poblaciones silvestres. Esta estrategia

permitió concentrar el esfuerzo de campo en los sectores que efectivamente representan la biodiversidad regional y que constituyen la base para la evaluación ambiental del Proyecto.

Derivado de lo anterior, los índices de riqueza, diversidad, equidad y estructura comunitaria fueron calculados exclusivamente para la Región Ecológica, mientras que para el Área del Proyecto y el Área de Influencia dichos indicadores se reportan como No Determinados (ND), debido a la ausencia de comunidades biológicas naturales susceptibles de análisis ecológico mediante las metodologías empleadas.

Los resultados obtenidos confirman que los principales atributos biológicos de interés ambiental se localizan fuera del Área del Proyecto y se concentran en los remanentes de vegetación secundaria presentes dentro de la Región Ecológica. Por ello, la información generada constituye una línea base representativa para la identificación, evaluación y valoración de los posibles impactos ambientales asociados al desarrollo del Proyecto.

III.3.5 Componentes sociales y económicos

La RE se localiza dentro de una de las zonas industriales más importantes del estado de Hidalgo. Históricamente, la economía regional se ha sustentado en actividades industriales asociadas a la producción de cemento, minería no metálica, extracción de materiales pétreos, servicios, comercio y actividades agropecuarias.

La presencia de la Cooperativa La Cruz Azul ha constituido uno de los principales motores del desarrollo económico regional, promoviendo la consolidación de infraestructura urbana, vialidades, equipamiento y servicios asociados. Como resultado, una parte importante de la RE presenta actualmente condiciones urbanas e industriales consolidadas.

Esta dinámica económica ha generado beneficios sociales significativos en términos de empleo, infraestructura y desarrollo urbano; sin embargo, también ha contribuido a la modificación de la cobertura vegetal original y a la fragmentación de hábitats naturales.

III.3.5.1. Medio Socioeconómico.

a) Demografía.

La población del Municipio de Tula de Allende se encuentra en un proceso acelerado de cambio, la dinámica poblacional, los patrones culturales y en general las condiciones de vida de habitantes tienden a alcanzar parámetros, en cierto nivel, de modernidad frente a los procesos nacionales e internacionales.

El proceso acelerado de urbanización en el municipio, se dio paralelamente con un fuerte crecimiento de la población y con movimientos migratorios importantes de las zonas rurales y las localidades urbanas más importantes debido a la necesidad de mano de obra para el crecimiento industrial principalmente, manufacturero y comercial, tanto fuera como al interior del municipio.

De acuerdo a los datos censales en el año 2020 se registró un total de 110 localidades, donde residen 115,107 habitantes. Estas mismas referencias indican una tendencia inversa entre la proporción del número de localidades rurales y la proporción de población que reside en ellas, es decir, el número de localidades rurales, proporcionalmente hablando, es mayor a las urbanas, sin embargo, la población que habita en estos lugares es de alrededor de una tercera parte, que en términos porcentuales significa 33 de cada 100 individuos.

Tabla III.4. Población total, relación hombres y mujeres.

Municipio	Total	Hombres	Mujeres
Estado de Hidalgo	3,082,841	1,481.379	1,601,462
Tula de Allende	115,107	55,588	59,519

Fuente: CONAPO, 2018. INEGI, 2020.

Tabla III.5. Evolución demográfica del municipio de Tula de Allende.

Año	Población	Hombres	Mujeres
1995	82,333	----------	----------
2000	86,840	----------	----------
2005	93,296	----------	----------
2010	103,919	----------	----------
2015	109,093	----------	----------
2020	115,107	55,588	59,519

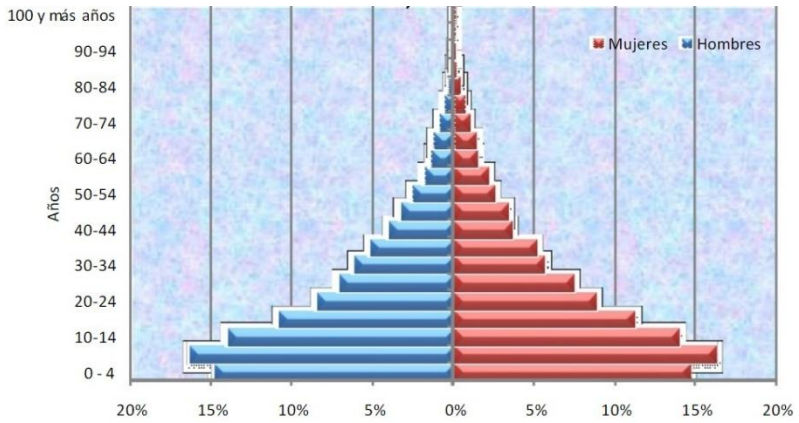
Fuente: CONAPO, 2018. INEGI, 2020.

El municipio tiene una densidad de población de 324.6 hab./km^2, con una tasa de crecimiento de media anual de 1.02%.

Estructura por edad y sexo.

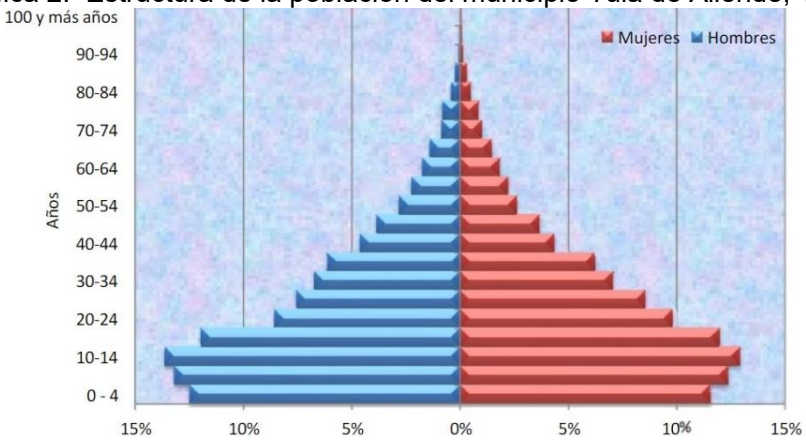
Las siguientes pirámides poblacionales muestran el comportamiento de la estructura poblacional del municipio, permitiendo identificar la evolución de la población en los años citados:

Gráfica 1. Estructura de la población del municipio Tula de Allende, 1980.



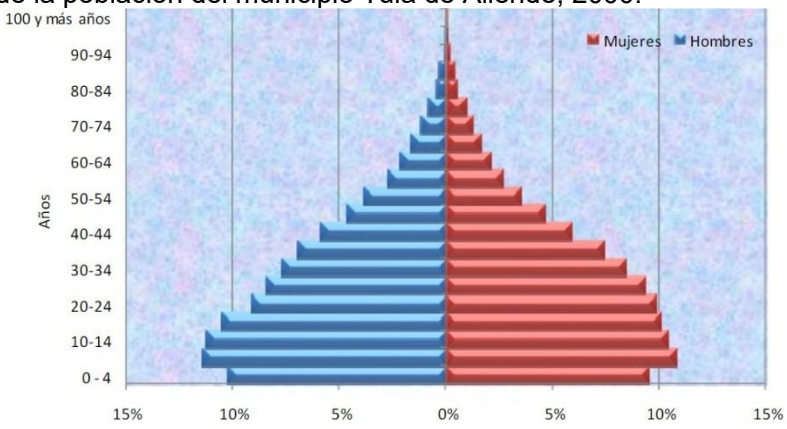
Fuente: CONAPO, 2018. INEGI, 2015.

Gráfica 2. Estructura de la población del municipio Tula de Allende, 1990



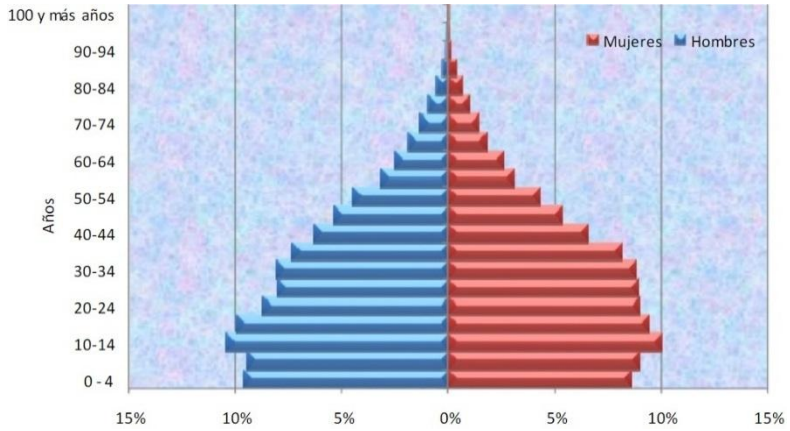
Fuente: CONAPO, 2018. INEGI, 2015.

Gráfica 3. Estructura de la población del municipio Tula de Allende, 2000.



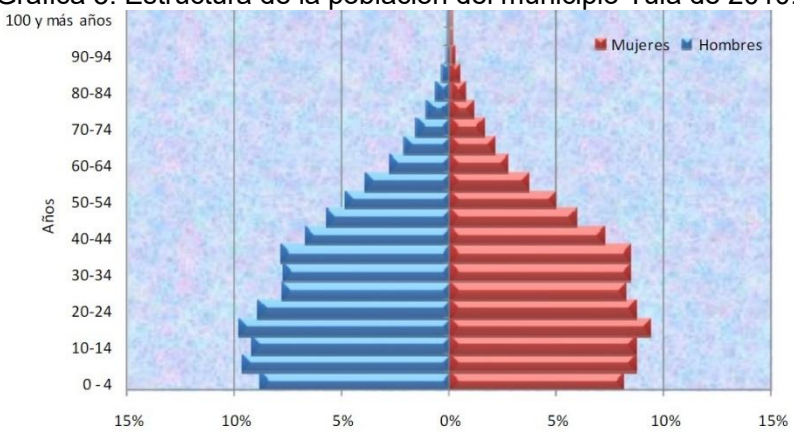
Fuente: CONAPO, 2018. INEGI, 2015.

Gráfica 4. Estructura de la población del municipio Tula de Allende 2005.



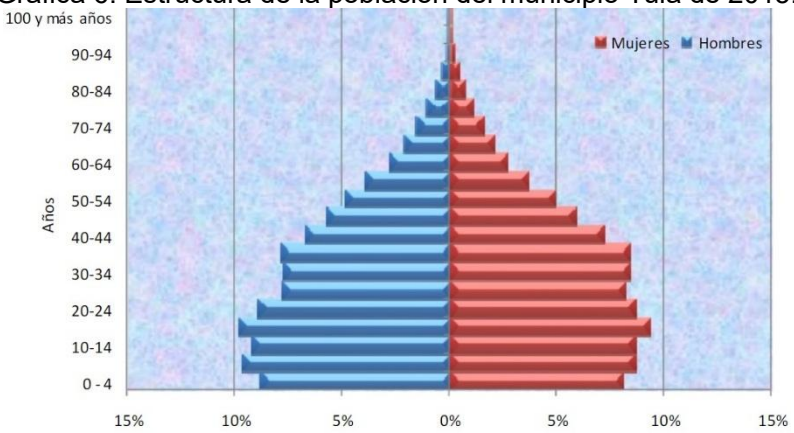
Fuente: CONAPO, 2018. INEGI, 2015.

Gráfica 5. Estructura de la población del municipio Tula de 2010.



Fuente: CONAPO, 2018. INEGI, 2015.

Gráfica 6. Estructura de la población del municipio Tula de 2015.



Fuente: CONAPO, 2018. INEGI, 2015.

Como se observa, los cambios substanciales en las respectivas pirámides de población de los años censales en referencia, se destaca que en los dos primeros años censales existe una población joven con un

comportamiento que se caracteriza por tener las mayores participaciones porcentuales de población en las primeras edades, concentrando un mayor número de población (grupo de edad de 0 a 4 y de 5 a 9 años) para luego disminuir sistemáticamente.

Esta participación conforma la población que presenta una edad en un grupo superior, de manera que es a partir de los grupos de edad que van desde los 60 y más que la población es muy reducida.

Para el año 2000 y 2010, las características poblacionales dejan de tener una pirámide poblacional teórica, mostrando una marcada reducción en los grupos de edad de 0 a 4 años, de 5 a 9 y de 10 a 19 de edad. La estructura por edad de la población municipal puede entonces definirse como una pirámide que ha comenzado el proceso de envejecimiento.

Para el año 2010 la edad promedio de la población en el municipio osciló alrededor de los 27 años, para la entidad este indicador se situó en 26 años.

Natalidad y mortalidad

En el año 2015 se registraron 1,891 nacimientos y 581 defunciones en el municipio de Tula de Allende, estimándose una tasa bruta de natalidad de 17.33 nacimientos por cada mil habitantes, indicador que muestra una dinámica demográfica activa y un aporte significativo de nuevos individuos a la población municipal. Asimismo, la tasa bruta de mortalidad fue de 5.33 defunciones por cada mil habitantes, valor que se encuentra considerablemente por debajo de la tasa de natalidad.

La diferencia entre nacimientos y defunciones genera un crecimiento natural o vegetativo de 1,310 personas. Expresado como tasa, este crecimiento equivale a 12.01 personas por cada mil habitantes. Este resultado indica que el incremento poblacional del municipio está impulsado principalmente por el crecimiento natural de la población, ya que los nacimientos superan ampliamente a las defunciones registradas.

En términos generales, los indicadores demográficos muestran una población con tendencia al crecimiento, caracterizada por niveles de natalidad superiores a los de mortalidad. Esta dinámica puede traducirse en una mayor demanda futura de servicios públicos, infraestructura, vivienda, educación y atención médica, especialmente para la población infantil y juvenil derivada del aumento de nacimientos observado durante el periodo de análisis.

Tabla III.6. Natalidad y mortalidad de Tula de Allende 2015.

Concepto	Total	Hombres	Mujeres
Población	109,093	52,404	53,429
Nacimientos	1891	964	926
Defunciones	581	323	257

Fuente: Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2017.

Población económicamente activa

De acuerdo con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para el año 2020 el municipio de Tula de Allende, Hidalgo, registró una población económicamente activa (PEA) de 57,244 personas. De este total, 55,688 se encontraban ocupadas, lo que refleja una elevada participación laboral dentro del municipio. En cuanto a su composición por sexo, el 57.55% de la población ocupada correspondió a hombres, mientras que el 42.45% estuvo integrada por mujeres.

Respecto a la estructura productiva, la mayor proporción de la población ocupada se concentró en el sector terciario, que agrupó el 62.2% de los trabajadores y comprende actividades relacionadas con el comercio y los servicios. En segundo lugar, se ubicó el sector secundario, con una participación del 31.64%, integrado principalmente por actividades industriales y de transformación. Por su parte, el sector primario representó únicamente el 3.23% de la población ocupada, evidenciando una menor dependencia de las actividades agropecuarias, forestales y pesqueras dentro de la economía municipal.

En conjunto, estos indicadores muestran una economía predominantemente orientada hacia las actividades de servicios e industria, características propias de un municipio con un importante grado de urbanización y desarrollo económico dentro de la región.

b) Factores Socioculturales.

El municipio cuenta con atractivos culturales y naturales; dentro de los culturales se encuentra la Parroquia y ex convento de San José (construidos del siglo XVI); en lo que se refiere a atractivos naturales se reconoce los balnearios La Carretera, La Cantera cuentan con albercas y chapoteaderos alimentados por aguas termales.

La presa Requena la que integra paisajes y un amplio cuerpo de agua en os que se realizan paseos en lancha y peca.

Ruinas arqueológicas como es el centro ceremonial arqueológico de la Tula Prehispánica donde se encuentran los restos del templo Tlahuizcalpantecuhtli, también conocido como edificio de los Atlantes, asimismo, se cuenta el palacio quemado, la Pirámide, el corral, el Coatepantli, el museo Jorge R. Acosta y el Seminario Mayor.

Sala Histórica Quetzalcóatl.

Es el primer museo ubicado en el centro de la ciudad. En esta sala se encuentran en exposición permanente y temporal piezas arqueológicas, pinturas, esculturas, artesanías, fotografías y otros objetos que indican la evolución histórica y cultural de la región.

Muralismo.

Mural Tula eterna.

El Mural "Tula Eterna", patrimonio de la ciudad se encuentra en el amplio teatro al aire libre Centro de Tula, se debe al pincel del Maestro Juan Pablo Patiño Cornejo.

El Mural "Tianguis Mamehni", en la Cámara de Comercio de Tula.

El mural "Jesús", tipo modernista, que se encuentra en el altar mayor de la catedral de san José.

Fiestas.

El 19 de marzo, fiesta patronal de San José, se inicia la víspera con bailes, fuegos pirotécnicos y música. La Semana Santa, de fecha variable, celebra la pasión de Cristo con todo el ritual religioso en el atrio de la Catedral y en el interior, cánticos, rezos y sermones que se llevan a cabo. Oficia el Obispo con varios sacerdotes.

El Día de muertos, se acostumbra hacer ofrendas tradicionales en las casas, ofrenda que no se consume porque está dedicado para los muertos familiares. En el día por lo general se llevan ofrendas y flores a los panteones constituyendo una romería. Las fiestas decembrinas por lo general se inician con la primera posada el día 16, las que continúan hasta el 24 que es la pascua de Navidad. En los últimos años, se enciende un árbol de navidad gigante, que permite a las familias acercarse más en torno a estos festejos.

Gastronomía.

Existe variedad de platillos en la alimentación popular como son los nopales con huevo, frijoles con epazote, el mixiote de pollo o carnero, pero el principal es el "caviar" de Hidalgo: los escamoles (huevos de hormigas), así como la exquisita barbacoa de borrego acompañada de consomé, también es un platillo exquisito el guiso de los gusanos de maguey, los últimos platillos son de temporada. Por lo general en fiestas decembrinas hay tamales de carne de res, cerdo y pollo. En los mercados se venden gorditas rellenas de papa, frijoles y otros antojitos de la región.

III.3.6 Diagnóstico ambiental

El análisis integral de los componentes físicos, biológicos, sociales y de uso del suelo permite establecer que la Región Ecológica (RE) presenta un elevado grado de transformación antrópica, resultado de los procesos históricos de urbanización, industrialización, expansión agrícola, desarrollo de infraestructura y aprovechamiento de recursos naturales que han caracterizado al Valle del Mezquital durante las últimas décadas.

La evaluación cartográfica realizada con base en la Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI muestra que los asentamientos humanos, la agricultura de temporal, la agricultura de riego y el pastizal inducido ocupan aproximadamente el 91 % de la superficie regional, evidenciando el predominio de coberturas modificadas respecto de las condiciones naturales originales. Los remanentes de vegetación natural y seminatural se encuentran representados principalmente por matorral crasicaule, vegetación secundaria arbustiva derivada de matorral crasicaule y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, distribuidos de manera fragmentada en lomeríos, pendientes y zonas con menor aptitud para actividades agrícolas o urbanas.

Desde el punto de vista biológico, la Región Ecológica registró una riqueza total de 63 especies, integrada por 29 especies de flora vascular y 34 especies de fauna silvestre, incluyendo aves, mamíferos, reptiles y anfibios. Los análisis de diversidad, riqueza específica, curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos de riqueza demostraron que el esfuerzo de muestreo aplicado fue suficiente para caracterizar las condiciones biológicas actuales del territorio.

Las principales problemáticas ambientales identificadas corresponden a la fragmentación de hábitats, pérdida histórica de cobertura vegetal natural, disminución de la conectividad ecológica, expansión urbana e industrial, actividades extractivas, erosión localizada y presión permanente sobre los recursos hídricos regionales. Asimismo, la concentración de actividades industriales y el tránsito asociado al corredor Tula–Atitalaquia–Ciudad Cooperativa Cruz Azul constituyen factores relevantes en la dinámica ambiental regional.

A pesar de estas presiones, los remanentes de vegetación secundaria y matorral xerófilo aún conservan funciones ecológicas relevantes relacionadas con la protección del suelo, infiltración de agua, captura de carbono, provisión de hábitat y mantenimiento de poblaciones silvestres. Por ello, dichos remanentes representan los principales elementos ambientales de valor ecológico dentro de la Región Ecológica y constituyen la referencia fundamental para la evaluación ambiental del Proyecto.

Bajo este contexto, la condición ambiental actual de la Región Ecológica puede clasificarse como de conservación media a baja y con un grado de deterioro moderado a alto, debido al predominio de usos antropogénicos sobre la mayor parte de la superficie regional. No obstante, persisten áreas localizadas con importancia ecológica que contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad y de diversos procesos ambientales regionales.

III.3.7 Integración ecológica de la RE

La integración de la información física, biológica, territorial y socioeconómica permite reconocer que la Región Ecológica delimitada constituye un sistema ambiental regional altamente modificado, donde la estructura del paisaje está dominada por una matriz compuesta por asentamientos humanos, infraestructura industrial, áreas agrícolas y pastizales inducidos, dentro de la cual se encuentran inmersos fragmentos aislados de vegetación secundaria y matorral xerófilo.

La distribución espacial de los usos de suelo evidencia un proceso histórico de fragmentación ecológica que ha reducido la continuidad de la cobertura vegetal original y ha favorecido la presencia de comunidades biológicas dominadas por especies generalistas adaptadas a condiciones de perturbación. Sin embargo, los remanentes de vegetación secundaria presentes dentro de la Región Ecológica continúan funcionando como áreas de refugio, alimentación, desplazamiento y reproducción para diversas especies de flora y fauna silvestre.

Los estudios biológicos realizados documentaron una riqueza total de 63 especies, incluyendo 29 especies de flora y 34 especies de fauna silvestre. Los análisis de diversidad mostraron valores de Shannon de 2.0062 para el estrato arbóreo, 1.7269 para el estrato arbustivo, 1.3987 para el estrato herbáceo, 2.6935 para la avifauna, 2.0652 para los mamíferos y 1.4059 para la herpetofauna. Estos valores son consistentes con ecosistemas semiáridos sujetos a perturbación histórica, pero que aún conservan una diversidad biológica representativa del Valle del Mezquital.

La interpretación conjunta de las curvas de acumulación de especies y los estimadores no paramétricos de riqueza demostró una representatividad superior al 95 % para la flora y cercana al 87 % para la avifauna, confirmando que el diseño de muestreo aplicado fue suficiente para caracterizar la biodiversidad regional.

Desde una perspectiva funcional, los remanentes de vegetación secundaria presentes en la Región Ecológica mantienen procesos ecológicos relacionados con la regulación hídrica, protección contra erosión, captura de carbono, reciclaje de nutrientes y conservación de hábitats. No obstante, dichos procesos se encuentran condicionados por la intensa transformación territorial que caracteriza a la región.

En contraste, el Área de Influencia (55.08 ha) y particularmente el Área del Proyecto (2.30 ha) corresponden a superficies previamente transformadas por actividades urbanas e industriales. El Área del Proyecto se localiza completamente dentro de infraestructura industrial consolidada y clasificada como asentamiento humano conforme a la cartografía oficial de INEGI, por lo que no presenta comunidades vegetales naturales, ecosistemas conservados ni hábitats prioritarios susceptibles de afectación directa.

En consecuencia, la relevancia ecológica regional se concentra fuera del Área del Proyecto y se asocia principalmente a los remanentes de vegetación presentes dentro de la Región Ecológica. Esta condición constituye el principal referente para la evaluación de impactos ambientales y para la definición de las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental del Proyecto

III.4 Diagnóstico Ambiental de la RE

III.4.1 Condición ambiental actual de la RE y grado de conservación.

La Región Ecológica (RE) delimitada para el presente proyecto comprende una superficie de 8,959.31 ha, integrada parcialmente por las UGA 2371, 0472, 0484 y 0563 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo. Estas unidades presentan políticas de aprovechamiento y aprovechamiento-restauración, orientadas al desarrollo de actividades urbanas, industriales, agropecuarias, de infraestructura y manejo de recursos naturales, lo que refleja el carácter productivo y altamente intervenido del territorio.

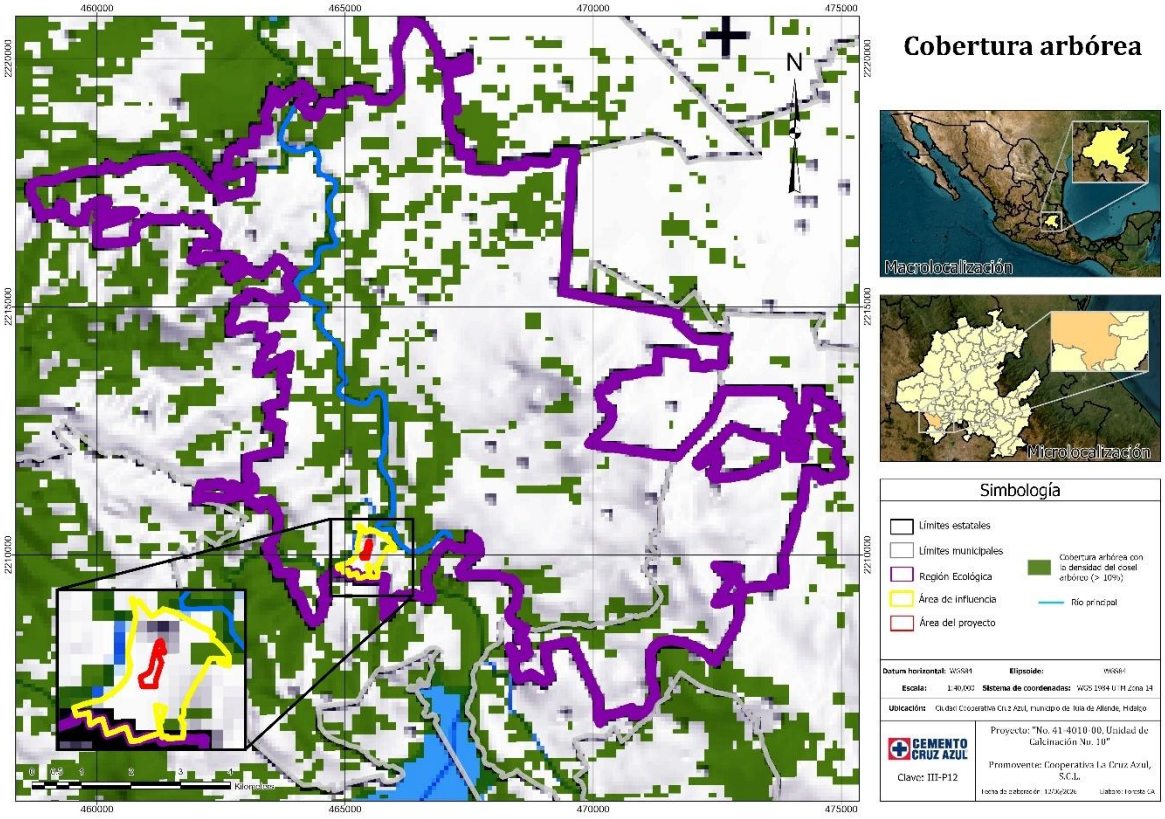
El análisis de uso de suelo y vegetación con base en la Serie VII de INEGI indica que la región se encuentra dominada por coberturas antrópicas y agroproductivas. Los asentamientos humanos ocupan 2,328.33 ha (25.99 %), la agricultura de temporal 2,406.96 ha (26.86 %), el pastizal inducido 1,983.61 ha (22.14 %) y la agricultura de riego 1,450.99 ha (16.20 %). En conjunto, estas coberturas representan aproximadamente el 91 % de la superficie regional, evidenciando un elevado nivel de transformación asociado al desarrollo histórico de actividades agrícolas, urbanas, industriales y extractivas en el corredor Tula–Atitalaquia–Ciudad Cooperativa Cruz Azul.

Los elementos de vegetación natural y seminatural corresponden principalmente a matorral crasicaule, vegetación secundaria arbustiva derivada de matorral crasicaule y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, los cuales se distribuyen de manera fragmentada en lomeríos, zonas con pendientes moderadas y áreas que han permanecido relativamente aisladas de los procesos de urbanización y expansión industrial. Estos remanentes representan una proporción reducida de la superficie regional y muestran distintos grados de alteración derivados de actividades agropecuarias, extracción de materiales pétreos y cambios históricos de uso del suelo.

Desde el punto de vista físico-ambiental, la región se localiza dentro del Valle del Mezquital, en una zona de clima semiseco templado caracterizada por disponibilidad hídrica limitada, procesos erosivos localizados y una fuerte dependencia del Acuífero Valle del Mezquital para el abastecimiento de agua. Asimismo, la presencia de infraestructura industrial consolidada, corredores carreteros, centros de población y áreas agrícolas intensivas ha contribuido a modificar de manera importante las condiciones naturales originales del territorio.

De manera complementaria, la revisión de información espacial disponible en la plataforma Global Forest Watch muestra que las áreas con mayor importancia para la biodiversidad se concentran principalmente en zonas serranas y remanentes de vegetación natural localizados hacia el occidente y suroeste de la Región Ecológica, mientras que el Área del Proyecto se ubica dentro de una matriz predominantemente urbana e industrial. Asimismo, el análisis de cobertura arbórea indica que el Área del Proyecto presenta una cobertura menor a una hectárea (<1 ha), equivalente aproximadamente al 1 % de su superficie, y no registra eventos significativos de pérdida de cobertura arbórea durante el periodo 2001–2025, condición consistente con el uso industrial consolidado del predio y con la ausencia de vegetación forestal relevante.

Figura III-16. Cobertura arbórea de la Región Ecológica.

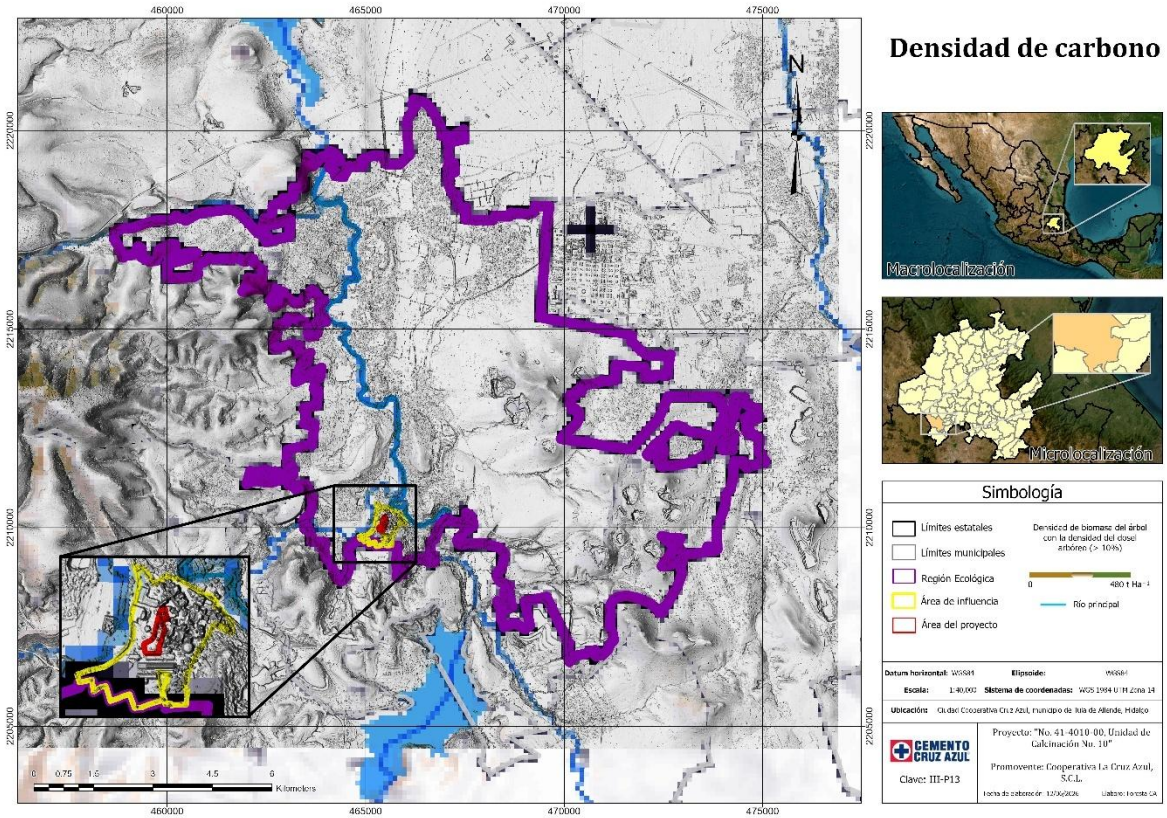


Fuente: Elaboración propia con base en datos de Global Forest Watch.

Con base en lo anterior, la condición ambiental actual de la Región Ecológica puede clasificarse como de conservación media a baja y con un grado de deterioro moderado, derivado de la pérdida histórica de cobertura vegetal natural, la fragmentación de hábitats, la expansión urbana e industrial, las actividades extractivas y la modificación progresiva del uso del suelo. No obstante, aún persisten áreas con valor ambiental local asociadas a remanentes de vegetación secundaria y matorral xerófilo que contribuyen al mantenimiento de funciones ecológicas regionales, tales como la protección del suelo, infiltración de agua, provisión de hábitat y conservación de la biodiversidad.

Particularmente, el Área de Influencia (55.08 ha) y el Área del Proyecto (2.30 ha) se ubican dentro de sectores previamente transformados por actividades urbanas e industriales. En el Área de Influencia predominan los asentamientos humanos (83.26 %), mientras que el Área del Proyecto corresponde en su totalidad a terrenos clasificados como asentamientos humanos e infraestructura industrial consolidada, condición corroborada mediante recorridos de campo, interpretación de imágenes satelitales y análisis de información geoespacial. En consecuencia, las obras proyectadas se desarrollarán sobre superficies previamente intervenidas, sin afectar ecosistemas naturales conservados, vegetación forestal, áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad o elementos ambientales de relevancia regional.

Figura III-17. Densidad de carbono en la Región Ecológica.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Global Forest Watch.

III.4.2 Problemáticas ambientales en la RE

La Región Ecológica presenta un proceso histórico de transformación territorial asociado al crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las actividades extractivas y la expansión de las superficies agrícolas, factores que han modificado de manera significativa las condiciones naturales originales del territorio. Como resultado, una proporción importante de la superficie regional se encuentra ocupada por asentamientos humanos, infraestructura industrial, vialidades, áreas agrícolas y superficies previamente intervenidas.

Entre las principales problemáticas ambientales identificadas destaca la fragmentación de los remanentes de vegetación natural y secundaria, particularmente de matorral crasicaule y comunidades asociadas, cuya distribución actual se restringe a lomeríos, zonas de pendiente y espacios con menor grado de intervención. Esta condición reduce la conectividad ecológica regional y limita la disponibilidad de hábitat para la fauna silvestre presente en la región.

Asimismo, se identifican procesos erosivos en áreas con cobertura vegetal reducida o ausente, principalmente en superficies sujetas a actividades extractivas, bancos de materiales pétreos, caminos no pavimentados y terrenos con disturbio histórico, donde la acción del viento y la escorrentía superficial favorecen la pérdida gradual de suelo.

En materia hídrica, la región presenta una presión permanente sobre los recursos de agua superficial y subterránea, derivada de la concentración de actividades urbanas, industriales y agropecuarias que caracterizan al Valle del Mezquital. Esta condición adquiere relevancia debido a que la totalidad del territorio se encuentra dentro del Acuífero Valle del Mezquital, considerado una unidad hidrogeológica estratégica para el desarrollo económico regional.

De manera complementaria, la modificación acumulada del uso del suelo ha generado una disminución progresiva de la cobertura vegetal natural y una alteración de los procesos ecológicos originales, situación que se refleja en la presencia de extensas áreas agrícolas, zonas urbanizadas, infraestructura industrial consolidada y superficies desprovistas de vegetación. Esta condición es consistente con el predominio de coberturas antrópicas y agroproductivas que actualmente ocupan aproximadamente el 91 % de la superficie de la Región Ecológica.

Otra problemática relevante corresponde a la calidad del aire regional, influenciada por la concentración de actividades industriales, tránsito vehicular y movimientos de materiales asociados al corredor industrial Tula–Atitalaquia–Ciudad Cooperativa Cruz Azul, donde históricamente se han desarrollado actividades productivas de gran escala.

Finalmente, la región presenta vulnerabilidad a fenómenos asociados al clima semiseco del Valle del Mezquital, particularmente sequías estacionales, periodos prolongados de estiaje y disponibilidad hídrica limitada, factores que condicionan el funcionamiento de los ecosistemas y el aprovechamiento de los recursos naturales.

De acuerdo con la información de cobertura arbórea y pérdida de cobertura forestal disponible en la plataforma Global Forest Watch, los principales remanentes de vegetación y áreas con mayor importancia para la biodiversidad se localizan fuera de las zonas urbanas e industriales consolidadas. Asimismo, el Área del Proyecto no presenta cobertura arbórea relevante ni evidencia de pérdida reciente de cobertura forestal, condición consistente con su ubicación dentro de instalaciones industriales existentes.

No obstante, lo anterior, el Área del Proyecto se localiza completamente dentro de una instalación industrial consolidada y previamente transformada, por lo que las obras proyectadas no constituyen un nuevo proceso

de ocupación de áreas naturales ni implican afectaciones directas sobre ecosistemas conservados, vegetación forestal, cuerpos de agua, áreas prioritarias para la conservación o zonas identificadas con alta importancia para la biodiversidad.

III.4.3 Reporte General de Incidencias del Proyecto y su Área de Influencia

Construcción, equipamiento y operación de la Unidad de Calcinación No. 10 dentro de infraestructura industrial existente previamente transformada.	2.30 ha	100%
El Área del Proyecto y el Área de Influencia no se localizan dentro de Áreas Naturales Protegidas, Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, Sitios Ramsar, AICAS, Regiones Prioritarias para la Conservación o Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre.	0	0%
No existe ocupación, modificación o afectación directa de cauces, escurrimientos, ríos, arroyos, presas o cuerpos de agua superficiales.	0	0%
El Proyecto se desarrolla sobre infraestructura industrial consolidada, sin afectar ecosistemas naturales conservados, vegetación forestal o hábitats prioritarios.	0	0%
• El Proyecto se localiza dentro de la unidad hidrogeológica regional; sin embargo, no contempla nuevas obras de extracción, recarga artificial o modificación del régimen hidrogeológico.	0	0%
• Las obras se desarrollarán dentro de instalaciones industriales previamente construidas y en operación, sin requerir ampliación de la huella territorial existente.	2.30	100%
Nota: La incidencia del Proyecto se concentra exclusivamente sobre la superficie del Área del Proyecto (2.30 ha), localizada dentro de instalaciones industriales existentes de la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L. No se prevén afectaciones directas sobre áreas de importancia ambiental, ecosistemas naturales, cuerpos de agua superficiales o elementos ambientales de especial relevancia regional.		

III.5 Conclusiones de la caracterización de la Región Ecológica

La caracterización ambiental de la Región Ecológica delimitada permitió establecer una línea base integral para la evaluación del Proyecto “No. 41-4010-00, Unidad de Calcinación No. 10”, identificando las condiciones físicas, biológicas, sociales y económicas que definen el funcionamiento actual del territorio. Los resultados obtenidos muestran que la Región Ecológica comprende una superficie de 8,959.31 ha localizada dentro del Valle del Mezquital, donde predominan ambientes altamente transformados por actividades urbanas, industriales, agropecuarias y extractivas desarrolladas históricamente en la región.

El análisis de los componentes abióticos evidenció que la región se caracteriza por condiciones climáticas semisecas, una marcada estacionalidad hídrica, predominio de depósitos sedimentarios y geomorfologías de lomerío y llanura, así como por su ubicación dentro del Acuífero Valle del Mezquital y la Región

Hidrológica Pánuco. Estas condiciones constituyen el marco físico sobre el cual se han desarrollado los procesos productivos y de ocupación territorial que actualmente dominan el paisaje regional.

Desde el punto de vista biológico, se identificó que los principales valores ecológicos regionales se concentran en remanentes de vegetación secundaria derivados de matorral xerófilo y áreas clasificadas como pastizal inducido, donde se registró la mayor riqueza de flora y fauna silvestre. No obstante, dichos elementos se encuentran inmersos en una matriz territorial ampliamente modificada, caracterizada por la fragmentación de hábitats, la expansión urbana e industrial y el uso agropecuario intensivo del territorio.

El diagnóstico ambiental permitió reconocer como principales problemáticas regionales la pérdida y fragmentación de la vegetación natural, la disminución de la conectividad ecológica, la presión sobre los recursos hídricos, los procesos erosivos localizados, la alteración histórica del uso del suelo y la influencia de actividades industriales y urbanas sobre la calidad ambiental regional. Sin embargo, estas condiciones corresponden a procesos acumulativos de transformación territorial que anteceden al Proyecto y que caracterizan actualmente al corredor industrial y urbano de Tula de Allende–Atitalaquia–Ciudad Cooperativa Cruz Azul.

Particularmente relevante resulta el hecho de que el Área del Proyecto, con una superficie de 2.30 ha, se localiza completamente dentro de instalaciones industriales existentes y previamente transformadas, donde predominan edificaciones, plataformas operativas, vialidades e infraestructura consolidada. En consecuencia, el Proyecto no requiere cambio de uso de suelo forestal, remoción de vegetación forestal, ocupación de ecosistemas conservados, afectación de cuerpos de agua ni intervención sobre áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad.

Con base en la información generada, se concluye que el Proyecto se inserta en un entorno con vocación industrial consolidada y dentro de una unidad territorial previamente modificada por actividades antrópicas de larga duración, por lo que los impactos ambientales potenciales deberán evaluarse sobre una línea base caracterizada por un elevado grado de transformación territorial. Bajo estas condiciones, la caracterización de la Región Ecológica proporciona elementos técnicos suficientes, consistentes y representativos para sustentar la evaluación ambiental del Proyecto y la definición de las medidas de prevención, mitigación y control que se desarrollan en los capítulos subsecuentes de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA.

Listado de archivos editables

Documento	Archivo digital
Manifestación de Impacto Ambiental (Capítulo III)	CAP_III_Desarrollado.docx
Proyecto SIG de integración cartográfica	REGION_ECOLOGICA_150626.qgz

Base de datos geoespacial	REGION_ECOLOGICA_150626.gpkg
Coordenadas del Área del Proyecto, Área de Influencia y Región Ecológica	coordenadasXY_RE-150626.xlsx
Base de datos climatológica	CLIMA_RE.xlsx
Base de datos de flora y fauna	Anexo_III_Flora_Fauna_RE.xlsx

Cartografía temática

Clave	Nombre del plano	Archivo digital
III-P1	Delimitación de la Región Ecológica	Delimitacion_RE.jpg
III-P2	Clima y estaciones climatológicas	Clima_y_estaciones.jpg
III-P3	Edafología	Edafologia.jpg
III-P4	Geología	Geologia.jpg
III-P5	Geomorfología	Geomorfologia.jpg
III-P6	Hidrología superficial	HidrologiaSuperficial.jpg
III-P7	Hidrología subterránea	Hidrologia_Subterranea.jpg
III-P8	Puntos de muestreo de flora y fauna	Puntos_muestreo_RE.jpg
III-P9	Densidad de carbono	Densidad de carbono.jpg
III-P10	Cobertura arbórea	Cobertura arbórea.jpg

Imágenes y material fotográfico

Imágenes satelitales

Archivo digital	Fecha
REGION_ECOLOGICA.jpg	Junio 2026
Area_Influencia.jpg	Junio 2026
Area_Proyecto.jpg	Junio 2026
Areas_verdes_y_jardines_ornamentales_presentes	Junio 2026

Registro fotográfico

Fotografía	Descripción
Fotografía 1	Vista panorámica del complejo industrial Cruz Azul desde un punto de observación externo al Área de Influencia.
Fotografía 2	Vista general del Área del Proyecto donde se construirá y operará la Unidad de Calcinación No. 10.
Fotografía 3	Infraestructura industrial existente dentro del Área del Proyecto.
Fotografía 4	Vialidades internas del complejo industrial.

Fotografía 5	Áreas pavimentadas y superficies previamente modificadas por actividades industriales.
Fotografía 6	Vista representativa de la zona urbana presente dentro del Área de Influencia.
Fotografía 7	Vista representativa de las áreas agrícolas identificadas en el entorno regional.
Fotografía 8	Evidencia de las condiciones ambientales actuales del entorno inmediato del proyecto.

Estudios específicos

Archivo digital	Descripción
Anexo_Biologico_Flora_Fauna.pdf	Estudio de flora y fauna silvestre.
Diseño_Muestreo_Flora_Fauna.pdf	Diseño metodológico y ubicación de puntos de muestreo.
Anexo_III_Flora_Fauna_RE.xlsx	Base de datos de registros obtenidos durante el trabajo de campo.

Responsable técnico:
Ing. Dirceu Fidel Rodríguez Salas.
Ingeniero Forestal.
Cédula Profesional No. 3375009.
Registro Forestal Nacional: Libro Hidalgo, Tipo UI, Volumen 2, Número 20, Año 09.

Periodo de elaboración: Enero-junio de 2026.

Documentación legal

No aplica. La documentación legal relacionada con la personalidad jurídica del promovente, acreditación de la representación legal y documentos de propiedad o posesión del predio forma parte de los anexos administrativos del trámite y no constituye un elemento metodológico o técnico que sustente la información ambiental presentada en la Manifestación de Impacto Ambiental.

Bibliografía y referencias

- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Base de Datos Climatológica Nacional. Normal Climatológica 1981-2010. Estación 13075 Jasso, Tula de Allende, Hidalgo.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Base de Datos Climatológica Nacional. Normal Climatológica 1971-2000. Estación 13092 Tula (DGE), Tula de Allende, Hidalgo.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. *Guía para la Interpretación de Cartografía Climatológica*. Aguascalientes, México. ISBN 970-13-4508-8.
- García, E. 2004. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.
- Trabajo de campo realizado para el presente estudio durante 2026

PROYECTO:
"NO. 41-4010-00, UNIDAD DE CALCINACIÓN NO. 10"

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR

Capítulo IV.

2026

COOPERATIVA LA CRUZ AZUL, S. C. L.,
TULA DE ALLENDE, HIDALGO.

FORESTA CONSULTORÍA AMBIENTAL SPR DE RL

ÍNDICE

Capítulo IV. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

4.1 Metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de los impactos ambientales 3

4.2 Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica 6

4.3 Identificación, descripción y evaluación de impactos ambientales del proyecto 8

4.3.1 Matriz de impactos ambientales 12

4.4 Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales 24

4.5 Delimitación del Área de Influencia del Proyecto 25

4.6 Propuesta de medidas de compensación y/o restauración ambiental y su justificación técnica 28

4.1 Metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de los impactos ambientales

La caracterización de los impactos se realizó con base en los criterios establecidos por Gómez Orea así como Conesa Fernández-Vitora, quienes señalan los siguientes:

1. Naturaleza: hace alusión al carácter benéfico (+) o adverso (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

2. Intensidad: Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. Expresa el grado de destrucción del factor considerado en el caso de que se produzca un efecto negativo, independientemente de la extensión afectada.

Baja (1): Afectación mínima o poco significativa.
Media (2): Grado de destrucción medio del factor.
Alta (4): Grado de destrucción alto del factor.
Muy alta (8): Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el impacto.
Total (12): Destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto.

3. Extensión: Es el área de influencia teórica del impacto con relación al entorno del proyecto. Este atributo recibe también la denominación de escala espacial o dimensión. Porciento del área afectada por la acción.

Puntual (1): Si la acción produce un efecto muy localizado.
Parcial (2): El efecto tiene una incidencia apreciable en el medio.
Extenso (4): El efecto se detecta en una gran parte del medio analizado.
Total (8): El efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto. Tiene una influencia generalizada en todo el proyecto.
Crítica (+4): Acción dentro del proyecto y fuera de él.

4. Momento: Es el plazo de manifestación del impacto. Se refiere al tiempo (tm), que transcurre entre la aparición de la acción (t0) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado. Tm= tj-t0.

Largo plazo (1): Es el que se manifiesta en un ciclo anual, antes de cinco años o en un periodo mayor.

Mediano plazo (2): Cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sea inferior a un año.

Inmediato (4): Manifestación inmediata cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sea nulo.

Crítico (+4): El efecto cuyo momento de aparición es crítico, independientemente del plazo de manifestación.

5. Persistencia: Se refiere al tiempo que permanece el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. El que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Fugaz (1): Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas correctoras o protectoras. Es decir, cuando cesa la actividad, cesa el impacto.

Temporal (2): La alteración que ocasiona no permanece en el tiempo.

Permanente (4): La alteración es indefinida en el tiempo. A efectos prácticos se considera permanente cuando tiene una duración mayor de 10 años.

6. Reversibilidad: Se refiere a la posibilidad de regresar a las condiciones originales. Tiempo de permanencia del efecto desde la finalización de la acción, hasta el retorno a las condiciones iniciales por medios naturales.
trev= tr-tf

Donde:
tr= momento de retorno, desaparición del efecto y retorno a las condiciones iniciales, previas a la acción, por medios naturales;

tf =momento en que se inicia la manifestación del efecto producida por la acción).

Corto plazo (1): aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas correctoras o protectoras. Es decir, cuando cesa la actividad, cesa el impacto.

Mediano Plazo (2): La alteración que ocasiona no permanece en el tiempo.

Irreversible (4): cuando el factor ambiental alterado no puede retornar sin la intervención humana, a sus condiciones originales en un periodo inferior a 15 años. trev= tr-tf > 10 años.

7. Sinergia: Se produce cuando el efecto conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales.

Sin sinergismo (1): No se logra conjuntar las acciones de un impacto.

Sinérgico (2): Acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los dos efectos individuales.

Muy sinérgico (4): La acción de dos o más causas están bien conjuntadas.

8. Acumulación: Es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Simple (1): El efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizada.

Acumulativo (4): El efecto, al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad.

9. Efecto (directo o indirecto): Si es causado por alguna acción del proyecto o es resultado del efecto producido por la acción (relación causa-efecto).

Indirecto (secundario) (1): El efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia de un factor ambiental con otro. Es el que deriva de un efecto primario.

Directo (4): Es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental.

10. Periodicidad: Se refiere a la regularidad de manifestación de un efecto.

Irregular (1): Es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo.

Periódico (2): Es el que se manifiesta de forma cíclica o recurrente.

Continuo (4): Es el que produce una alteración constante en el tiempo.

11. Recuperabilidad: Es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor alterado por el proyecto a través de la intervención humana.

Recuperable de manera inmediata (1): Es el que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana.

Recuperable a medio plazo (2): El efecto es totalmente recuperable o neutralizable a mediano plazo.

Mitigable (4): En el caso de que la alteración se recupere parcialmente, al cesar o no, la presión provocada por la acción, y previa incorporación de medidas correctoras.

Irrecuperable (8): Alteración imposible de reparar en su totalidad, por la acción humana. Tiempo de reconstrucción o de corrección tR > 15 años.

12. Importancia: Está representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

Para determinar los componentes ambientales, se utilizará una lista de chequeo que consiste en una lista ordenada de factores ambientales que pueden ser potencialmente afectados por una acción humana, lo que nos permite detectar los impactos más importantes que pueden ocurrir durante la realización del proyecto.

La lista de chequeo está basada en los 88 factores ambientales considerados por Leopold et al (1971) para la estructuración de lo que se conoce como matriz de Leopold. El resultado de la lista de chequeo nos permitirá detectar aquellos factores ambientales de mayor riesgo y afectación.

Posteriormente se construirá la matriz de Leopold modificada que excluye los factores ambientales que no tienen relación con el proyecto.

La matriz de Leopold considera como características del escenario ambiental los factores ambientales a continuación citados:

1. Características físicas y químicas.
2. Factores bióticos.
3. Factores culturales.
4. Relaciones Ecológicas.
5. Otros.

4.2 Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica.

Con la finalidad de analizar los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales derivados del Proyecto **"Unidad de Calcinación No. 10"**, se identificaron los principales impactos ambientales que actualmente se presentan en la Región Ecológica como consecuencia de la operación de la **Planta Cementera La Cruz Azul**, instalación industrial dentro de la cual se desarrollará el proyecto.

La condición ambiental existente corresponde a un sitio previamente antropizado con uso de suelo Industrial Pesado, donde actualmente se desarrollan procesos de producción de cemento, manejo de materias primas, transporte de materiales, almacenamiento de combustibles y demás actividades propias del complejo industrial. En consecuencia, la futura operación de la Unidad de Calcinación No. 10 se incorporará a una condición ambiental previamente modificada por la operación histórica de la planta.

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica relacionadas con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental existente	Caracterización del impacto (tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)
Operación de las líneas de producción actualmente en funcionamiento de la Planta Cementera La Cruz Azul	Atmósfera	Emisión de partículas y gases de combustión derivados de la fabricación de cemento	Negativo, directo, permanente, de extensión regional e intensidad moderada. Contribuye a la carga atmosférica existente de la zona industrial.
Combustión de combustibles convencionales y alternos en los procesos de producción	Atmósfera	Emisión de gases de efecto invernadero	Negativo, indirecto, permanente y de alcance global. Corresponde a un impacto acumulativo inherente al proceso de fabricación; su magnitud se encuentra parcialmente mitigada mediante el uso de combustibles alternos y acciones de eficiencia energética implementadas por la Planta Cementera La Cruz Azul.
Operación de molinos, ventiladores, bandas transportadoras y demás equipos industriales existentes	Ambiente sonoro	Generación de ruido industrial	Negativo, directo, permanente, local e intensidad moderada. Sus efectos se concentran principalmente dentro del complejo industrial.
Transporte de materias primas, combustibles y productos terminados	Calidad del aire / Infraestructura vial	Emisiones por fuentes móviles e incremento del tránsito vehicular	Negativo, directo, permanente, local-regional e intensidad moderada.
Manejo y almacenamiento de materias primas, combustibles y residuos	Suelo	Riesgo potencial de contaminación del suelo por manejo de materiales y residuos	Negativo, directo, permanente y puntual. Controlado mediante procedimientos operativos y manejo integral de residuos.

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica relacionadas con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental existente	Caracterización del impacto (tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)
Operación de procesos industriales	Recursos hídricos	Consumo de agua para procesos industriales	Negativo, directo, permanente, puntual e intensidad baja. Se controla mediante sistemas internos de aprovechamiento y recirculación.
Operación de la Planta Cementera La Cruz Azul	Medio socioeconómico	Generación de empleo y actividad económica	Positivo, directo, permanente y regional. Favorece la economía local y regional mediante la generación de empleos directos e indirectos.

4.3 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto y medidas de prevención y mitigación .

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES	Etapas del proyecto	
	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS		
A.1 SUELO.		
a. Recursos minerales		
b. Material de construcción	x	
c. Suelos	x	
d. Geomorfología		
e. Campos magnéticos y radiactividad de fondo		
f. Factores físicos singulares		
A. 2 AGUA		

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES	Etapas del proyecto	
	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
a. Superficiales		
b. Marinas		
c. Subterráneas		
d. Calidad		
e. Temperatura		
f. Recarga		
g. Nieve, hielos y heladas		
A.3. ATMÓSFERA.		
a. Calidad (gases, partículas)	x	x
b. Clima (micro, macro)		
c. Temperatura		
A.4 PROCESOS		
a. Erosión	x	
B. FACTORES BIÓTICOS		
B.1. FLORA		
a. Árboles		
b. Arbustos		
c. Hierbas		
d. Cosechas		
e. Microflora		
f. Plantas acuáticas		
g. Especies en riesgo		
h. Barreras, obstáculos		
i. Corredores		
B.2 FAUNA		
a. Aves		
b. Animales terrestres, incluso reptiles		
c. Peces y mariscos		
d. Organismos bentónicos		

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES	Etapas del proyecto	
	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
e. Insectos		
f. Microfauna		
g. Especies en riesgo		
h. Barreras		
i. Corredores		
C. FACTORES CULTURALES		
C.1 USOS DEL TERRITORIO		
a. Espacios abiertos y salvajes		
b. Zonas húmedas		
c. Silvicultura		
d. Pastos		
e. Agricultura		
f. Zona residencial		
g. Zona comercial		
h. Zona industrial	x	x
i. Minas y canteras		
C.2 RECREATIVOS		
a. Caza		
b. Pesca		
c. Navegación		
d. Zona de baño		
e. Camping		
f. Excursión		
g. Zona de recreo		
C. 3 ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO		
a. Vistas panorámicas y paisajes		
b. Naturaleza		
c. Espacios abiertos		
d. Paisajes		
e. Agentes físicos singulares		

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES	Etapas del proyecto	
	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
f. Parques y reservas		
g. Monumentos		
h. Especies o ecosistemas especiales		
i. Lugares u objetos históricos o arqueológicos		
j. Desarmonías		
C. 4 NIVEL CULTURAL		
a. Modelos Culturales (estilos de vida)	x	x
b. Salud y seguridad	x	x
c. Empleo	x	x
d. Densidad de población		
C.5 SERVICIO E INFRAESTRUCTURA		
a. Estructuras		
b. Red de transportes (movimiento, accesos)	x	x
c. Red de servicios	x	x
d. Disposición de residuos	x	x
e. Barreras		
f. Corredores		
D. RELACIONES ECOLÓGICAS		
a. Salinización de recursos hidráulicos		
b. Eutrofización		
c. Vectores, insectos y enfermedades		
d. Cadenas alimentarias		
e. Salinización de suelos		
f. Invasión de maleza		
g. Otros		
E. OTROS		
a. Ruido	x	x

4.3.1 Matriz de Impactos Ambientales

Acción/Factor		Características físicas y químicas						Factores Bióticos								Culturales								Otros	TOTAL	
		Material de construcción	Suelos	Acuiferos	Recarga	Calidad (gases, particulas)	Erosión	Árboles	Arbustos	Hierbas	Microflora	Aves	Animales terrestres	Insectos	Microfauna	Pastos	Zona industrial	Estilo de vida	Salud y seguridad	Empleo	Red de transportes	Red de servicios	Disposición de residuos	Ruido	Positivos	Negativos
Construcción	Acabados generales de urbanización (pisos, guarniciones y banquetas)	-20	-18	-15	0	-19	-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	30	26	25	-16	20	-14	-15	134	131
	Instalación de equipos (rotativo, estático, electromecánico y de automatización)	0	0	0	0	-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	20	20	25	-21	20	-20	-22	103	95
Operación y mantenimiento	Operación de equipos	0	0	0	0	-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	18	22	25	-20	20	-14	-29	111	89
	Mantenimiento de equipos e instalaciones	0	0	0	0	-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	15	20	25	-21	20	-25	-20	98	91
	Vialidades, andadores y circulaciones	0	0	0	0	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	21	25	-21	20	-23	-17	85	80
	Generación y manejo de residuos	0	0	0	0	-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-15	20	25	-21	22	-26	-16	67	99
TOTAL	Positivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	83	129	150	0	122	0	0	598	585
	Negativos	20	18	15	0	142	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	120	0	122	119	598	585

Después de indicar las puntuaciones para la magnitud, desglosada del cálculo de los criterios, se definió la Importancia del impacto en cada una de las interacciones, de acuerdo con la siguiente tabla.

Importancia del impacto.

	MENOR A 25	IRRELEVANTES
	26 A 50	MODERADOS
	51 A 75	SEVEROS
	MAYOR A 75	CRÍTICOS

En la matriz de evaluación de impactos ambientales, los impactos se individualizaron por las características evaluadas, obteniendo la valoración del impacto de las actividades del proyecto sobre cada factor ambiental, aplicando la siguiente ecuación:

$I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$

Donde:
I = Intensidad
EX = Extensión
MO = Momento
PE = Persistencia
RV = Reversibilidad
SI = Sinergia
AC = Acumulación
EF = Efecto
PR = Periodicidad
MC = Recuperabilidad

Es importante mencionar que la intensidad (I) del efecto de una acción sobre un factor ambiental no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado.

Como se puede apreciar, en la matriz realizada para el proyecto se encontró que las actividades del mismo interactúan sobre los factores ambientales, que después de ser evaluados presentan categorías que los definen como irrelevantes, moderados, severos o críticos según su puntuación.

Etapa del proyecto	Obra o actividad del proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos
Construcción	Acabados generales de urbanización (pisos, guarniciones y banquetas)	Suelo	Modificación de las características físicas del suelo en áreas previamente intervenidas	Negativo, directo, permanente, puntual, intensidad moderada. El impacto se presenta sobre superficies previamente antropizadas dentro de la Planta Cementera La Cruz Azul, sin afectar suelos con características naturales ni procesos ecológicos relevantes.	Modificación localizada de las características físicas del suelo dentro de un área industrial consolidada.
		Aire	Emisión de gases y partículas	Negativo, directo, temporal, local, intensidad alta	Deterioro temporal de la calidad del aire
		Suelo	Reducción de superficie para infiltración de aguas pluviales y posible erosión en puntos aledaños con suelo natural expuesto	Negativo, directo, temporal, puntual, intensidad baja	Pérdida superficial de suelo en áreas expuestas
		Medio socioeconómico	Generación de empleo	Positivo, directo, temporal, local, intensidad alta	Incremento temporal de ingresos y dinamización económica
		Infraestructura urbana	Mejora de la red de transporte y servicios	Positivo, directo, permanente, local, intensidad alta	Incremento de la conectividad y funcionalidad vial

Etapa del proyecto	Obra o actividad del proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos
	Instalación de equipos	Aire	Emisión de gases y partículas por maquinaria	Negativo, directo, temporal, local, intensidad moderada	Alteración temporal de la calidad del aire
		Ambiente sonoro	Generación de ruido	Negativo, directo, temporal, local, intensidad baja	Molestias a la población circundante
		Medio socioeconómico	Generación de empleo	Positivo, directo, temporal, local, intensidad moderada	Beneficio económico temporal
Operación y mantenimiento	Operación de equipos	Aire	Emisión de gases derivados del tránsito vehicular	Negativo, directo, permanente, local, intensidad moderada	Contribución al deterioro de la calidad del aire
		Ambiente sonoro	Incremento de niveles de ruido	Negativo, directo, permanente, local, intensidad moderada	Afectación al confort acústico
		Salud y seguridad	Mejora en la movilidad y seguridad vial	Positivo, directo, permanente, local, intensidad moderada	Reducción de riesgos asociados a vialidades deterioradas
	Mantenimiento de equipos e instalaciones	Aire	Emisión de gases y partículas por mantenimiento	Negativo, directo, temporal, local, intensidad moderada	Alteración temporal de la calidad del aire

Etapa del proyecto	Obra o actividad del proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos
		Residuos	Generación de residuos de mantenimiento	Negativo, directo, temporal, puntual, intensidad moderada	Riesgo de contaminación si no existe manejo adecuado
		Empleo	Conservación de fuentes de trabajo	Positivo, directo, temporal, local, intensidad baja	Beneficio económico asociado al mantenimiento
	Viajes, andadores y circulaciones	Aire	Emisión de gases y partículas por circulación vehicular	Negativo, directo, permanente, local, intensidad moderada	Contribución a la contaminación atmosférica
		Ambiente sonoro	Generación de ruido por tránsito	Negativo, directo, permanente, local, intensidad moderada	Incremento de niveles sonoros
		Infraestructura vial	Mejora en la conectividad	Positivo, directo, permanente, local, intensidad alta	Facilita el acceso y reduce tiempos de traslado
		Salud y seguridad	Incremento de la seguridad peatonal y vehicular	Positivo, directo, permanente, local, intensidad moderada	Disminución potencial de accidentes

Etapa del proyecto	Obra o actividad del proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos
	Generación y manejo de residuos	Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos	Negativo, directo, permanente, puntual, intensidad moderada	Deterioro de la calidad del suelo
		Salud pública	Riesgos sanitarios por acumulación de residuos	Negativo, directo, permanente, local, intensidad moderada	Proliferación de fauna nociva y afectación al entorno
		Empleo	Requerimiento de personal para manejo de residuos	Positivo, directo, permanente, local, intensidad baja	Generación de oportunidades laborales

Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida	Parámetros de verificación
Construcción	Acabados generales de urbanización (pisos, guarniciones y banquetas)	Material de construcción	Consumo de materiales pétreos	Negativo, directo, temporal, puntual. **Irrelevante (-20)**	Directo	P1	Optimizar el uso de materiales y evitar desperdicios.	Bitácoras de obra y control de materiales.
		Suelo	Modificación de las características físicas del suelo en áreas previamente intervenidas	Negativo, directo, permanente, puntual, sin generar afectación a suelos con características naturales. **Irrelevante (-18)**	Directo	M1	Delimitar las áreas de trabajo y evitar afectaciones fuera del área autorizada.	Registros fotográficos y Reportes de supervisión.

Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida	Parámetros de verificación
		Calidad del aire	Emisión de gases y partículas	Negativo, directo, temporal, local. **Irrelevante (-19)**	Directo	M2	Riego periódico de superficies y mantenimiento preventivo de maquinaria.	Bitácoras de riego y mantenimiento.
		Suelo	Incremento de procesos erosivos	Negativo, directo, temporal, puntual. **Irrelevante (-14)**	Directo	P2	Evitar dejar superficies expuestas innecesariamente y estabilizar áreas intervenidas.	Registros fotográficos.
		Zona industrial	Mejoramiento de la infraestructura urbana	Positivo, directo, permanente, local. **Moderado (+33)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico inherente al proyecto.	No aplica.
		Estilo de vida	Mejora en la movilidad de la población	Positivo, indirecto, permanente, local. **Moderado (+30)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico inherente al proyecto.	No aplica.
		Salud y seguridad	Incremento de la seguridad vial	Positivo, indirecto, permanente, local. **Moderado (+26)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico inherente al proyecto.	No aplica.
		Empleo	Generación de empleos temporales	Positivo, directo, temporal, local. **Irrelevante (+25)**	Directo	No aplica	Impacto benéfico inherente al proyecto.	No aplica.

Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida	Parámetros de verificación
		Red de transporte	Fortalecimiento de la infraestructura vial	Positivo, directo, permanente, local. **Irrelevante (+25)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico inherente al proyecto.	No aplica.
		Red de servicios	Mayor eficiencia en la prestación de servicios urbanos	Positivo, indirecto, permanente, local. **Irrelevante (+18)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico inherente al proyecto.	No aplica.
	Instalación de equipos	Calidad del aire	Emisión de gases y partículas por maquinaria	Negativo, directo, temporal, local. **Moderado (-32)**	Directo	M2	Mantenimiento preventivo de maquinaria.	Registros de mantenimiento.
		Zona industrial	Apoyo a la ejecución del proyecto	Positivo, directo, temporal, local. **Irrelevante (+18)**	Directo	No aplica	Impacto benéfico asociado a la obra.	No aplica.
		Estilo de vida	Beneficio económico indirecto	Positivo, indirecto, temporal, local. **Irrelevante (+20)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico asociado a la obra.	No aplica.
		Empleo	Contratación de mano de obra	Positivo, directo, temporal, local. **Irrelevante (+25)**	Directo	No aplica	Impacto benéfico asociado a la obra.	No aplica.

Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida	Parámetros de verificación
Operación y mantenimiento	Operación de equipos	Calidad del aire	Emisión de gases derivada del tránsito vehicular	Negativo, directo, permanente, local. **Moderado (-26)**	Directo	M3	Programa de mantenimiento preventivo de equipos y unidades.	Bitácoras de mantenimiento.
		Zona industrial	Mejora en la conectividad urbana	Positivo, indirecto, permanente, local. **Moderado (+26)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico inherente a la operación.	No aplica.
		Estilo de vida	Incremento del bienestar social	Positivo, indirecto, permanente, local. **Irrelevante (+18)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico inherente a la operación.	No aplica.
		Salud y seguridad	Mejora en la seguridad vial	Positivo, indirecto, permanente, local. **Irrelevante (+22)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico inherente a la operación.	No aplica.
		Empleo	Conservación de fuentes de trabajo	Positivo, directo, permanente, local. **Irrelevante (+25)**	Directo	No aplica	Impacto benéfico asociado a la operación.	No aplica.
		Red de transporte	Optimización del sistema vial	Positivo, indirecto, permanente, local. **Irrelevante (+20)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico inherente a la operación.	No aplica.

Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida	Parámetros de verificación
		Ruido	Generación de ruido derivado de la operación de equipos, ventiladores, motores, bandas transportadoras y demás componentes asociados.	Impacto negativo, permanente, continuo, de extensión local y reversible mediante la aplicación de medidas de control y mantenimiento. **Moderado (-29)**	Directo	M1	Implementar programa de mantenimiento preventivo y correctivo de motores, ventiladores, bandas transportadoras, compresores y demás equipos asociados a la operación.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo; reportes de monitoreo de ruido; registros de inspección de equipos; Registros fotográficos
			Generación de ruido derivado de la operación de equipos	Impacto negativo, permanente, continuo, de extensión local y reversible mediante la aplicación de medidas de control y mantenimiento. **Moderado (-29)**	Directo	M4	Mantener una adecuada lubricación, alineación y balanceo de componentes mecánicos rotatorios para disminuir vibraciones y niveles de presión sonora.	Registros de mantenimiento mecánico y reportes de inspección.
			Generación de ruido derivado de la operación de equipos	Impacto negativo, permanente, continuo, de extensión local y reversible mediante la aplicación de medidas de control y mantenimiento. **Moderado (-29)**	Directo	P1	Capacitar al personal de operación y mantenimiento respecto a las buenas prácticas operativas que contribuyan a reducir la generación innecesaria de ruido y vibraciones durante la	Listas de asistencia, constancias de capacitación y programas de formación.

Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida	Parámetros de verificación
							operación de los equipos.	
	Mantenimiento de equipos e instalaciones	Calidad del aire	Emisión de gases y partículas	Negativo, directo, temporal, local. **Irrelevante (-25)**	Directo	M3	Mantenimiento preventivo y correctivo oportuno.	Registros de mantenimiento.
		Zona industrial	Conservación de la infraestructura	Positivo, directo, temporal, local. **Irrelevante (+18)**	Directo	No aplica	Impacto benéfico asociado al mantenimiento.	No aplica.
	Viajes, andadores y circulaciones	Calidad del aire	Emisiones asociadas a la circulación vehicular	Negativo, directo, permanente, local. **Irrelevante (-19)**	Directo	M4	Promover velocidades moderadas y mantenimiento de la vialidad.	Supervisiones periódicas.
		Zona industrial	Mejora de la accesibilidad	Positivo, indirecto, permanente, local. **Irrelevante (+19)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico inherente al proyecto.	No aplica.
		Salud y seguridad	Incremento de la seguridad peatonal y vehicular	Positivo, indirecto, permanente, local. **Irrelevante (+21)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico inherente al proyecto.	No aplica.

Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida	Parámetros de verificación
		Red de transporte	Incremento de la conectividad	Positivo, indirecto, permanente, local. **Irrelevante (+25)**	Indirecto	No aplica	Impacto benéfico inherente al proyecto.	No aplica.
	Generación y manejo de residuos	Calidad del aire	Emisiones asociadas al manejo de residuos	Negativo, directo, temporal, puntual. **Irrelevante (-21)**	Directo	M5	Recolección oportuna y manejo adecuado de residuos.	Bitácoras de limpieza.
		Disposición de residuos	Generación de residuos sólidos	Negativo, directo, permanente, puntual. **Moderado (-26)**	Directo	M5	Separación y disposición mediante prestadores autorizados.	Comprobantes de disposición final.
		Empleo	Requerimiento de personal para su manejo	Positivo, directo, permanente, local. **Irrelevante (+25)**	Directo	No aplica	Impacto benéfico asociado a la actividad.	No aplica.

Medidas de compensación y/o restauración ambiental		
Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución.	**Ubicación**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo los indicadores y sus unidades**
No aplica (argumentación a continuación de la presente tabla)	No aplica	No aplica

4.4 Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales.

La evaluación de impactos ambientales realizada para la Unidad de Calcinación No. 10 permitió identificar que los principales impactos negativos del proyecto corresponden a la generación de emisiones atmosféricas, ruido industrial, consumo de recursos naturales, generación de residuos y tránsito de vehículos asociados a la operación de la unidad.

Los **impactos significativos** corresponden principalmente a las emisiones atmosféricas y a la generación de ruido industrial, debido a que representan los componentes ambientales de mayor relevancia durante la etapa de operación. No obstante, ambos impactos serán controlados mediante la implementación de sistemas de control de emisiones, mantenimiento preventivo de equipos, monitoreo ambiental y las medidas de mitigación establecidas en el presente estudio.

Los **impactos acumulativos** se presentan debido a que la futura operación de la Unidad de Calcinación No. 10 se integrará a una planta cementera actualmente en funcionamiento. En consecuencia, las emisiones atmosféricas, el ruido industrial, el tránsito vehicular y el consumo de recursos se adicionarán a los impactos ambientales ya existentes derivados de la operación de la Planta Cementera La Cruz Azul. Particularmente, las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al proceso de calcinación constituyen un impacto acumulativo de alcance global; sin embargo, su intensidad se encuentra parcialmente mitigada mediante la utilización de combustibles alternos y la aplicación de estrategias de eficiencia energética implementadas por la empresa.

Los **impactos sinérgicos** corresponden a la interacción entre la futura operación de la Unidad de Calcinación No. 10 y los procesos industriales actualmente desarrollados dentro de la Planta Cementera La Cruz Azul, principalmente en materia de emisiones atmosféricas, ruido industrial y tránsito vehicular. Debido a que el proyecto se desarrollará dentro de un complejo industrial consolidado, sin cambio de uso de suelo ni ampliación del polígono

industrial, dichos efectos se consideran de baja magnitud y serán controlados mediante la implementación de las medidas de prevención y mitigación propuestas.

Como resultado de la aplicación de dichas medidas, los **impactos residuales** se consideran moderados, ya que serán mitigados (emisiones de gases de efecto invernadero).

4.5 Delimitación del Área de Influencia del Proyecto.

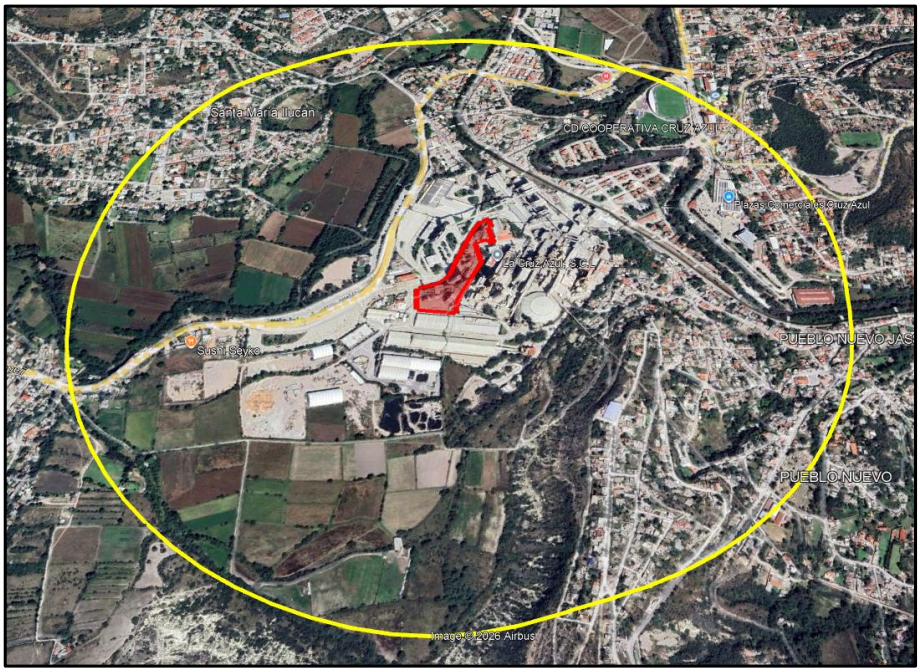
La delimitación del Área de Influencia del Proyecto se realizó considerando la magnitud, extensión e intensidad de los impactos ambientales identificados, así como el comportamiento de los impactos significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales evaluados.

El análisis efectuado permitió determinar que el **ruido industrial constituye el impacto con mayor alcance espacial**, derivado de la futura operación de molinos, ventiladores, bandas transportadoras y demás equipos asociados a la Unidad de Calcinación No. 10. Considerando las características del entorno, conformado por un complejo industrial consolidado con infraestructura que favorece la atenuación acústica, así como las medidas de mitigación propuestas, se estimó un **radio aproximado de 1000 metros**, dentro del cual se concentran los efectos ambientales directos de mayor relevancia.

Las emisiones atmosféricas presentan un presentan un comportamiento de dispersión superior; sin embargo, su evaluación corresponde al análisis de dispersión atmosférica y no constituye el criterio para delimitar el Área de Influencia Directa del proyecto; sin embargo, su magnitud es controlada mediante los sistemas de abatimiento de emisiones, el uso de combustibles alternos, el mantenimiento preventivo y el monitoreo ambiental, por lo que no modifican la delimitación del Área de Influencia Directa.

En consecuencia, **el Área de Influencia Directa se delimitó mediante un radio de 1000 metros medidos a partir del centro del polígono del proyecto**, permaneciendo principalmente contenida dentro de las instalaciones de la Planta Cementera La Cruz Azul, Plaza Comercial perteneciente a la Cooperativa Cruz Azul, zonas de amortiguamiento (áreas cerriles, bancos de materiales y áreas agrícolas) y el inicio de la zona urbana (partes de las colonias Santa María Ilucan y Buenos Aires, del municipio de Tula). Las coordenadas UTM, Datum WGS84 en los puntos cardinales se detallan a continuación:

Punto cardinal extremo del Área de Influencia	Coordenadas UTM WGS 84
Al norte	14 Q 465346.72 m E 2211055.38 m N
Al Sur	14 Q 465880.61 m E 2208810.67 m N
Al Este	14 Q 468392.66 m E 2209254.05 m N
Al Oeste	14 Q 466222.37 m E 2209022.40 m N


Santa María Ilucán
CD COOPERATIVA CRUZ AZUL
Plazas Comerciales Cruz Azul
La Cruz Azul, S.C.
Sushi Seyke
PUEBLO NUEVO JAS
PUEBLO NUEVO
Image © 2026 Airbus

Impacto ambiental	Naturaleza del efecto	Alcance estimado	Medidas de mitigación	Criterio para la delimitación del Área de Influencia
Ruido industrial (molinos, ventiladores, bandas transportadoras y equipos de proceso)	Propagación acústica directa	**350 m**	Mantenimiento preventivo, monitoreo de ruido y control operacional de los equipos.	Corresponde al impacto de mayor alcance espacial dentro del proyecto. Considerando las características del entorno industrial, la presencia de edificaciones que atenúan la propagación acústica y las medidas de mitigación propuestas, se delimitó un radio de influencia de **350 m**, el cual permanece contenido dentro de las instalaciones de la Planta Cementera La Cruz Azul.
Emisión de partículas y gases de combustión (NO_x, SO_2 y material particulado)	Dispersión atmosférica local	**Aprox. 1 km (alcance potencial de dispersión atmosférica)**	Sistema de filtros de mangas, monitoreo de emisiones, mantenimiento preventivo y uso de combustibles alternos.	Aunque presentan un mayor potencial de dispersión atmosférica, la concentración disminuye por efecto de los sistemas de control y las condiciones meteorológicas. Por ello, **no constituyen el criterio para delimitar el Área de Influencia Directa**, sino para el análisis de impactos acumulativos.
Emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2, CH_4 y N_2O)	Contribución al cambio climático	**Sin radio local definido**	Uso de combustibles alternos y estrategias de eficiencia energética.	Se trata de un impacto **acumulativo de alcance global**, por lo que se evalúa en función del volumen de emisiones y no mediante un radio de influencia local.

Impacto ambiental	Naturaleza del efecto	Alcance estimado	Medidas de mitigación	Criterio para la delimitación del Área de Influencia
Tránsito vehicular asociado al proyecto	Circulación sobre infraestructura existente	**Interior de la planta y accesos existentes**	Programación de maniobras, uso de vialidades existentes y control operativo.	El impacto permanece restringido a las vialidades utilizadas actualmente por la Planta Cementera La Cruz Azul y no amplía el Área de Influencia Directa.
Generación y manejo de residuos	Efecto puntual	**Interior del predio**	Manejo integral de residuos, almacenamiento temporal y disposición mediante empresas autorizadas.	Los efectos permanecen confinados al interior del complejo industrial y no modifican el Área de Influencia.
Consumo de agua para procesos industriales	Aprovechamiento del recurso	**Interior del predio**	Sistemas de recirculación y uso eficiente del agua.	El impacto permanece asociado al proceso industrial y no determina la delimitación del Área de Influencia.
Modificación de superficies previamente antropizadas	Efecto puntual	**Interior del predio**	Delimitación de áreas de trabajo y supervisión ambiental.	El proyecto se desarrolla sobre superficies previamente intervenidas dentro del complejo industrial, por lo que no genera una ampliación del Área de Influencia.

4.6 Propuesta de medidas de compensación y/o restauración ambiental y su justificación técnica (Justificación técnica-ambiental de la inaplicabilidad de medidas de restauración).

Criterio Técnico-Jurídico: <u>Aplicación parcial de medidas de compensación</u>

Argumentación:

De conformidad con los criterios metodológicos establecidos en la *Guía para la Presentación y Entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental* de la SEMARNAT, las medidas de **Restauración** se definen como aquellas acciones necesarias para la recuperación y

restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales originales. Por su parte, las medidas de **Compensación** constituyen un mecanismo extraordinario aplicable única y exclusivamente cuando existan impactos negativos residuales adversos que no puedan ser técnica o ambientalmente mitigados en el sitio del proyecto.

Bajo este marco normativo, se fundamenta técnicamente que para el proyecto, **NO APLICA la propuesta de medidas de restauración ambiental**, con base en los siguientes ejes rectores:

- **Línea de Base Ambiental en un Sitio Totalmente Antropizado:** El predio donde se ubica el proyecto no presenta características ambientales relevantes, originales ni prístinas. Las obras se desplantan en su totalidad sobre una superficie de 23,011.00 m² (2.30 Ha) que forma parte de la reserva interna y el polígono consolidado de la Planta Cementera La Cruz Azul. Este sitio ha operado bajo un uso de suelo de **Industrial Pesado (IP)** durante décadas , encontrándose inmerso en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 2371.20, cuya política ambiental decretada es explícitamente de **Aprovechamiento** para el desarrollo industrial urbano.Al tratarse de una superficie previamente antropizada, no existen ecosistemas naturales, hábitats viables ni procesos ecológicos originales que puedan ser objeto de una restauración biótica dentro de la planta ni del Área de Influencia.

- **Ausencia de Pérdida de Capital Natural (Cero Deforestación):** El desarrollo de la Unidad de Calcinación No. 10 no contempla la remoción de vegetación forestal nativa ni requiere un Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). El área del proyecto alberga un inventario de 17 árboles (cedros blancos, cedros rojos, pinos piñoneros, pirul y fresnos) en zonas ajardinadas internas, los cuales serán **conservados íntegramente (100%)** durante las etapas pendientes de construcción y de operación y mantenimiento. Al no existir desmonte, pérdida de biomasa forestal ni afectación a especies en categoría de riesgo bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 , queda sin objeto técnico la implementación de medidas compensatorias por pérdida de biodiversidad o servicios ambientales.

- **Imposibilidad Física y Operativa de Restauración en un Enclave Industrial:** Pretender el restablecimiento de condiciones ecológicas previas a la instalación de la planta cementera resulta físicamente incompatible con la naturaleza del predio. El sitio está destinado de manera permanente a la infraestructura productiva pesada y su urbanización interna (vialidades y bases de equipos), contando con una proyección de vida útil mínima de 50 años ampliamente prorrogable mediante mantenimiento predictivo. Exigir acciones de restauración ambiental sobre un espacio destinado por decreto municipal a la manufactura pesada carece de sustento técnico, viabilidad operativa y objeto legal.

Comentado [VG1]: Si estan dentro de la AP o en la AI?

Comentado [AB2R1]: Estamos contabilizando las especies dentro del H10

Conclusión – No Restauración

El ecosistema original del sitio fue transformado de manera definitiva décadas antes de la concepción de este proyecto, y la Unidad de Calcinación No. 10 se integra en un polígono industrial consolidado. En este contexto, los impactos ambientales identificados se mantienen dentro de los límites normativos y son controlados mediante

medidas de prevención y mitigación en la fuente. Por ello, no procede la formulación de programas de restauración ecológica, dado que no existen ecosistemas naturales por recuperar en el área de proyecto.

Respecto de la propuesta de Medidas de Mitigación:

- **Mitigación de Impactos Negativos Residuales:** La evaluación de impactos ambientales contenida en este capítulo demuestra que las afectaciones derivadas de la operación de la unidad son en su mayoría de carácter moderado o irrelevante, y se encuentran controladas mediante la aplicación de ingeniería de última generación. Destaca la implementación de sistemas de filtros de bolsas que reducen las emisiones de partículas a niveles normativamente permitidos, así como el circuito cerrado de recirculación de agua que evita descargas o infiltraciones contaminantes al suelo.

  No obstante, se reconoce que las emisiones de gases de efecto invernadero constituyen un impacto **residual de carácter moderado**, inherente al proceso cementero, que no puede eliminarse totalmente en la fuente. Por ello, además de las medidas de eficiencia energética y uso de combustibles alternos, se plantea la aplicación de medidas compensatorias proporcionales en el área de influencia, con el fin de contribuir a la reducción neta de emisiones y fortalecer la cobertura vegetal de la región (Área de Influencia).

Programa de Reforestación como medida Compensatoria

Objetivo: compensar parcialmente las emisiones residuales de GEI mediante incremento de cobertura vegetal y mejora de servicios ecosistémicos en la zona de influencia.

- **Ámbito de aplicación:** áreas públicas y comunitarias aledañas o cercanas al complejo industrial (bordes de vialidades, espacios municipales, zonas de amortiguamiento).
- **Especies seleccionadas:** nativas y adaptadas a condiciones semiáridas, con bajo requerimiento hídrico y alta tasa de supervivencia: mezquite (*Prosopis laevigata*), huizache (*Acacia farnesiana*), pirul (*Schinus molle*), encino local (*Quercus spp.*).
- **Meta inicial:** plantación de **1000 ejemplares en cinco años** (200 por año), distribuidos en sitios acordados con el municipio y comunidades vecinas.
- **Acciones complementarias:**
  - Preparación de terreno y protección inicial contra pastoreo.
  - Riego de establecimiento durante el primer año.
  - Capacitación comunitaria para mantenimiento básico.
- **Parámetros de verificación:**
  - Registro fotográfico y georreferenciado de áreas reforestadas.
  - Supervivencia mínima del 70% al primer año.
  - Informe anual de avance y supervivencia.
- **Calendario de ejecución:**

- Las labores de preparación de los sitios (cepas) y la siembra del arbolado se realizarán **anualmente en el mes de junio**, iniciando en 2027 y concluyendo en junio de 2031.

- **Justificación temporal:**

  La programación en junio responde a criterios técnicos de establecimiento:

  - Coincide con el inicio de la temporada de lluvias en la región, lo que garantiza humedad suficiente para la germinación y el arraigo inicial.
  - Permite que los ejemplares reciban agua de manera continua durante todo el verano, reduciendo la necesidad de riego suplementario y aumentando la tasa de supervivencia.
  - Favorece la adaptación de las especies nativas seleccionadas (mezquite, huizache, pirul, encino local), que presentan mejor desempeño cuando se establecen en condiciones de humedad natural.

- **Secuencia de actividades:**

  1. **Preparación de terreno:** apertura de cepas de 40x40x40 cm, retiro de material inerte y acondicionamiento con suelo fértil.
  2. **Siembra:** colocación de ejemplares con protección inicial (tutores y malla contra pastoreo).
  3. **Mantenimiento inicial:** riego de apoyo durante el primer mes si las lluvias fueran insuficientes.
  4. **Monitoreo:** registro fotográfico y georreferenciado de cada sitio reforestado.

Conclusión – Compensación

Se reconoce que las emisiones de gases de efecto invernadero constituyen un impacto residual de carácter moderado y de alcance global, inherente al proceso cementero. En cumplimiento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de los tratados internacionales suscritos por México en materia de cambio climático, el promovente implementará medidas compensatorias proporcionales. El **programa de reforestación comunitaria con especies nativas** se establece como acción obligatoria y verificable, asegurando que los impactos residuales sean atendidos mediante medidas congruentes con la legislación ambiental vigente y con los principios de responsabilidad y sustentabilidad.