MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Contenido

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental y descripción del proyecto. 6

I.1 Proyecto 6

I.1.1 Nombre del proyecto 6

I.2 Promovente 6

I.2.1 Razón social 6

I.3 Responsable de la elaboración del estudio 7

I.3.1 Nombre o razón social 7

I.3.2 Responsable técnico 7

I.3.3 Dirección del responsable técnico 7

I.4 Ubicación del proyecto 8

I.5 Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias. 9

I.5.1 Descripción de antecedentes y sitio 11

I.5.2 Características particulares del proyecto 27

II. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso con la regulación sobre el uso de suelo. 114

II.1 LGEEPA 114

II.2 Normas Oficiales Mexicanas 120

II.3 Programas de Ordenamiento Territorial 123

II.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo POETH 123

II.3.2 POER Pachuca-Tizayuca 124

II.4 Planes de Desarrollo Municipal 134

II.4.1 Programa de Desarrollo Urbano 134

II.4.2 Plan Municipal de Desarrollo 137

II.5 Demás normatividad aplicable 139

III. Descripción de la región ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada. 140

III.1 Delimitación, descripción, caracterización y diagnostico de la región ecológica. 140

III.1.1Delimitación del área de estudio 140

III.1.2 Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica..... 167
III.1.3 Diagnóstico ambiental 222
IV. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración..... 230
IV.1 Metodología 231
IV.1.1 Indicadores 232
IV.1.2 Criterios y metodologías 246
IV.2 Medidas..... 270
IV.2.1 Medidas de mitigación por componente ambiental 270
IV.2.2 Medidas a impactos residuales..... 314
IV.3 Pronósticos ambientales 318
IV.4 Escenario..... 320
IV.5 Programa de vigilancia ambiental..... 322
IV.6 Conclusiones..... 328
ANEXOS..... 330
Formatos 330
Planos 330
Fotografías..... 330
Documentación en anexos digitales..... 330
Glosario 331
Referencias 338

Tabla 1.- Coordenadas del predio 17
Tabla 2.- Área del proyecto..... 17
Tabla 3. Propiedades relevantes del formaldehído. 48
Tabla 4. Parámetros de operación del evaporador. 51
Tabla 5. Condiciones de operación del reactor. 52
Tabla 6. Parámetros de operación del sistema de absorción. 53
Tabla 7. Parámetros de operación del sistema de destilación. 53
Tabla 8. Parámetros del producto terminado..... 54
Tabla 9. Balance de materia y energía 55
Tabla 10. Equipos principales de proceso. 56
Tabla 11.- Capacidad de diseño de los equipos. 61

Tabla 12.- Medidas de control 77
Tabla 13.- Estimación semicuantitativa de emisiones 78
Tabla 14.- Programa general de trabajo 80
Tabla 15.- Relación de maquinaria y equipo 89
Tabla 16.- Sustancias no peligrosas. 97
Tabla 17.- Sustancias peligrosas 99
Tabla 18.- Estimación de residuo no peligrosos a generar. 105
Tabla 19.- Estimación de residuos peligrosos a generar 106
Tabla 20.- Clasificación de aguas residuales. 109
Tabla 21.- Identificación de fuentes de emisión. 110
Tabla 22.- Vinculación normativa del proyecto 114
Tabla 23.- Vinculación normativa del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas 120
Tabla 24.-Identificación y lineamientos de la UGA 570 125
Tabla 25.-Caracterización ambiental de la UGA 570 125
Tabla 26.- Diagnóstico ambiental y aptitud territorial de la UGA 570 126
Tabla 27.-Modelo territorial y regulación ecológica aplicable a la UGA 570 128
Tabla 28.-Vinculación de criterios ecológicos industriales (POER P-T – UGA 570) 129
Tabla 29.- Nubosidad. 174
Tabla 30.- Velocidad media del viento 176
Tabla 31.- Procedencia predominante del viento. 177
Tabla 32.- Características geológicas 178
Tabla 34.- Parámetros hidrológicos 190
Tabla 35.- Parámetros de la caracterización biótica. 194
Tabla 36.- Reconocimiento de especies 196
Tabla 37.- Vegetación en el área de influencia. 197
Tabla 38.- Vegetación en el área de influencia. 198
Tabla 39.- Reconocimiento de fauna. 201
Tabla 40.- Sensibilidad e impactos potenciales sobre la fauna 203
Tabla 41.- Valoración paisajística. 210
Tabla 42.- Indicadores de pobreza 219
Tabla 43.- Valoración del inventario ambiental 226
Tabla 44.- Actividades del proyecto en las etapas de operación, mantenimiento y abandono 239
Tabla 45.- Indicadores ambientales para la determinación de posibles impactos ambientales 242
Tabla 46.- Matriz cualitativa de impactos ambientales 251
Tabla 47.- Criterio y escala de la Magnitud, Extensión y Duración 256
Tabla 48.- Criterio y escala de Sinergia, acumulación, controversia y mitigación 257
Tabla 49.- Nivel de significancia de los impactos ambientales 260
Tabla 50.- Matriz de evaluación de impactos ambientales 262
Tabla 51.- Medidas de mitigación 270
Tabla 52.- Relación de impactos residuales 317
Tabla 53.- Indicadores del programa de vigilancia ambiental 324

Ilustración 1. Croquis de localización....9
Ilustración 2. Diagrama de funcionamiento equipo soplador....39
Ilustración 3. Diagrama de funcionamiento evaporador....40
Ilustración 4. Diagrama de funcionamiento mezcladora....41
Ilustración 5. Diagrama de funcionamiento reactor chino....42
Ilustración 6. Diagrama de funcionamiento torre de absorción....43
Ilustración 7. Diagrama de funcionamiento torre de destilación....44
Ilustración 8. Diagrama de funcionamiento intercambiador de calor....44
Ilustración 9. Diagrama de funcionamiento chiller....45
Ilustración 10. Diagrama de funcionamiento torre de enfriamiento....46
Ilustración 11. Diagrama de funcionamiento caldereta....47
Ilustración 12-. DTI y diagrama de proceso Planta II....61
Ilustración 13.- Macro localización del proyecto....142
Ilustración 14.- Micro localización del proyecto....143
Ilustración 15.- Vista cercana del proyecto....144
Ilustración 16.- Colindancias y lugares cercanos al proyecto....145
Ilustración 17.- UGA 570 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Valle Pachuca-Tizayuca....147
Ilustración 18.-Ubicación del proyecto en la región ambiental Depresión de México....148
Ilustración 19.- Relación espacial entre la Región Ecológica, el Área de Influencia y el Área del Proyecto....149
Ilustración 20.- Ubicación del proyecto respecto de las áreas naturales protegidas federales y estatales....150
Ilustración 21.- Ubicación del proyecto respecto de las Regiones Hidrológicas Prioritarias....151
Ilustración 22.-Ubicación del proyecto respecto de las Regiones Terrestres Prioritarias....152
Ilustración 23.-Ubicación del proyecto respecto de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves....153
Ilustración 24.-Tipo de clima en la Región Ecológica....154
Ilustración 25.- Isotermas en la Región Ecológica....155
Ilustración 26.- Isoyetas en la Región Ecológica....156
Ilustración 27.- Litología en la Región Ecológica....157
Ilustración 28.- Regionalización sísmica de la Región Ecológica....158
Ilustración 29.- Usos del suelo y vegetación en la Región Ecológica....159
Ilustración 30.- Región hidrológica de la Región Ecológica....160
Ilustración 31. -Cuenca y subcuenca de la Región Ecológica....161
Ilustración 32.- Hidrología superficial de la Región Ecológica....162
Ilustración 33.- Predio y área de influencia del proyecto....165
Ilustración 34.- Tipo de clima en la Región Ecológica....170
Ilustración 35.- Isotermas en la Región Ecológica....171
Ilustración 36.- Isoyetas en la Región Ecológica....173
Ilustración 37.- Litología en la Región Ecológica....179
Ilustración 38.- Edafología en la Región Hidrológica....182
Ilustración 39.- Regionalización sísmica de la Región Hidrológica....183

Ilustración 40. Peligro por volcanes en el municipio de Tizayuca, Hidalgo. 184
Ilustración 41. Peligro por sequías en el municipio de Tizayuca, Hidalgo..... 185
Ilustración 42. Peligro por inundaciones en el municipio de Tizayuca, Hidalgo..... 187
Ilustración 43.- Usos del suelo y vegetación en la Región Ecológica..... 188
Ilustración 44.- Región hidrológica de la Región Ecológica. 190
Ilustración 45.- Hidrología superficial de la Región Ecológica. 191
Ilustración 46.- Usos del suelo y vegetación en la Región Ecológica, el Área de Influencia y el Área del Proyecto. 195
Ilustración 47.- Predio y Área de Influencia del proyecto, inmersos en la Región Ecológica. 207
Ilustración 48.- Colindancias y lugares cercanos al proyecto. 209
Ilustración 49. Gráfico de población total de Tizayuca. 213
Ilustración 50. Evolución de población ocupada en el estado de Hidalgo. 216
Ilustración 51. Distribución de personas afiliadas a servicios de salud por sexo..... 218

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental y descripción del proyecto.

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca.

I.2 Promovente

I.2.1 Razón social

FENO RESINAS, S.A. de C.V.

Se adjunta copia simple del acta constitutiva de la empresa. La documentación referida se presenta como: **Anexo 3. Acta constitutiva de FENO RESINAS, S.A. de C.V.** ***DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL.***

El Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del promovente **FENO RESINAS, S.A. de C.V.** es: [redacted] Se anexa la Constancia de Situación Fiscal correspondiente. La documentación referida se presenta como: **Anexo 4. Constancia de Situación Fiscal de FENO RESINAS, S.A. de C.V** ***DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL.***

El representante legal del promovente es el [redacted], quien actúa con el carácter de **representante legal** de la empresa y desarrolla el cargo de [redacted]

Se anexa copia certificada del poder notarial que acredita su personalidad jurídica, así como copia de su identificación oficial vigente. La documentación referida se presenta como: **Anexo**

5. Poder notarial e INE del representante legal *DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL*.

I.3 Responsable de la elaboración del estudio

I.3.1 Nombre o razón social

El responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental corresponde a la persona moral denominada **VAZAL Corporativo Jurídico, S.C.** con Registro Federal de Contribuyentes (RFC) **VAZAL Corporativo Jurídico, S.C.**, es: [redacted].

I.3.2 Responsable técnico

El responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental es el **Ing.** [redacted], quien cuenta con cédula profesional número **501305** y Registro Federal de Contribuyentes (RFC) [redacted]. Se anexa copia de la cédula profesional, así como copia de su identificación oficial vigente y carta protesta como: **Anexo 6. Cédula profesional, identificación oficial (INE) del responsable técnico y carta de responsabilidad *DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL.***

I.3.3 Dirección del responsable técnico

El responsable técnico del estudio señala como domicilio para oír y recibir notificaciones el ubicado en: [redacted]

Teléfono: [redacted]

Correo electrónico: [redacted]

I.4 Ubicación del proyecto

La empresa se localiza en **Calle Oriente 3, número 19, manzana 5 lote 28, Parque Industrial Tizayuca, C.P. 43800, municipio de Tizayuca, Estado de Hidalgo**.

La vida útil del proyecto se estima en **99 años**, considerando la permanencia operativa de la infraestructura correspondiente a la **Planta II de Formaldehído**, ubicada dentro del complejo industrial de **FENO RESINAS, S.A. de C.V.**, así como la implementación de programas de operación, mantenimiento preventivo y correctivo que permitan conservar sus condiciones de funcionamiento, seguridad y desempeño ambiental.

En este contexto, la presente **Manifestación de Impacto Ambiental** se somete a evaluación considerando las etapas de **operación, mantenimiento y, de manera prospectiva, abandono del sitio**, toda vez que la infraestructura principal asociada al proyecto ya se encuentra instalada dentro del predio industrial. Por lo anterior, el análisis ambiental se centra en las actividades, procesos, insumos, emisiones, residuos, medidas de prevención, mitigación y control ambiental vinculados con el funcionamiento de la Planta II.

Asimismo, se precisa que el proyecto **no contempla nuevas etapas constructivas**, ampliaciones físicas adicionales ni actividades de preparación del sitio que formen parte del alcance actual de evaluación. Si bien la infraestructura ha sido instalada, **ésta aún no ha iniciado operaciones**, por lo que la evaluación se orienta a determinar la viabilidad ambiental de su puesta en operación, así como de las actividades de mantenimiento y eventual abandono, conforme a las características técnicas y ambientales del proyecto.

Se adjunta el croquis de ubicación del proyecto en tamaño doble carta, en el cual se señalan de manera clara y precisa las características de localización del mismo.

Dicho croquis incluye la identificación de las localidades próximas, los principales rasgos del entorno, así como las vías de comunicación relevantes que permiten su fácil ubicación y acceso.

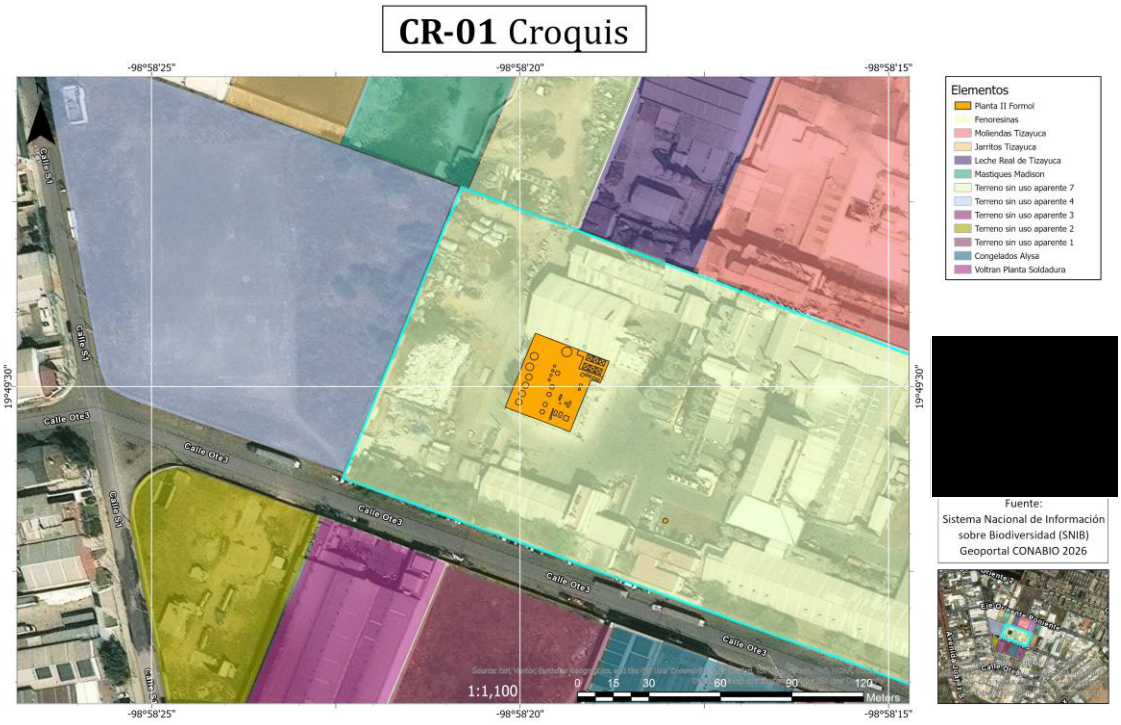

Ilustración 1. Croquis de localización.

I.5 Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias.

El presente proyecto corresponde a la **evaluación en materia de impacto ambiental de la De la operación mantenimiento y abandono de la denominada "Planta II de Formaldehído Tizayuca"**, ubicada al interior del predio que ocupa la empresa **FENO RESINAS, S.A. de C.V.**, en el Parque Industrial Tizayuca, municipio de Tizayuca, Estado de Hidalgo.

El presente proyecto corresponde a la evaluación en materia de impacto ambiental de la Operación, mantenimiento y abandono del proyecto denominado "Planta II de Formaldehído Tizayuca", promovido por la empresa **FENO RESINAS, S.A. DE C.V.**, ubicada en el Fraccionamiento Industrial Tizayuca, municipio de Tizayuca, Estado de Hidalgo.

El proyecto tiene como finalidad la producción de formaldehído mediante la oxidación catalítica del metanol, insumo fundamental para la fabricación de resinas fenólicas dentro de la misma instalación, así como para su comercialización en solución acuosa (formol). Su

desarrollo responde a la necesidad de incrementar la capacidad productiva de la empresa, optimizar la eficiencia de sus procesos industriales y fortalecer las condiciones de seguridad operativa.

Las instalaciones de la empresa se distribuyen dentro de un predio con una superficie total de **25,400 m²**, de los cuales aproximadamente **12,000 m²** se encuentran construidos. Para el desarrollo de la Planta II de formaldehído se destinó una superficie de **945.20 m²**, localizada dentro del mismo predio, sin requerir ampliaciones fuera del área previamente impactada.

Es importante señalar que se cuenta con la **infraestructura necesaria**; sin embargo, **a la fecha no ha iniciado operaciones**, por lo que el presente estudio se enfoca en la evaluación de la etapa de operación y mantenimiento bajo un enfoque preventivo, así como en la identificación de los posibles impactos ambientales asociados a su futura puesta en marcha.

El proceso productivo de formaldehído se basa en la **oxidación catalítica de metanol**, y comprende las siguientes etapas principales:

1. **Recepción, muestreo y análisis de materia prima (metanol)** para su validación por control de calidad.
2. **Almacenamiento y trasvase** de la materia prima a través de sistemas de bombeo hacia tanques de proceso.
3. **Evaporación y precalentamiento del metanol**, utilizando el calor recuperado del proceso.
4. **Mezcla con aire** para generar una corriente gaseosa adecuada para la reacción.
5. **Reacción catalítica en reactor**, donde el metanol es transformado en formaldehído en fase gaseosa.
6. **Enfriamiento y absorción en torres**, donde el formaldehído es recuperado en solución acuosa (formol).
7. **Destilación y recuperación de materia prima no reaccionada**, la cual es reincorporada al proceso, optimizando el aprovechamiento de insumos.

8. **Ajuste de concentración, almacenamiento y envío del producto terminado**.

El diagrama de flujo del proceso se presenta en el apartado correspondiente, en el cual se identifican las etapas descritas, así como las corrientes de entrada y salida del sistema.

El proyecto comparte infraestructura y servicios con la planta existente, incluyendo áreas de almacenamiento, servicios auxiliares y sistemas de control, lo que permite su integración operativa dentro de un entorno industrial consolidado.

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto presenta las siguientes características relevantes:

- Se ubica en un **predio previamente impactado con uso de suelo industrial**.
- No implica **cambio de uso de suelo** ni afectación a ecosistemas naturales.
- Se integra a una instalación industrial existente.
- Considera sistemas de **recuperación de materia prima y control de emisiones**, lo que contribuye a la eficiencia del proceso y a la minimización de impactos.

En este sentido, el proyecto se plantea bajo un enfoque de **regularización y evaluación ambiental de infraestructura existente no operativa**, con el propósito de asegurar su futura operación en cumplimiento con la normatividad ambiental aplicable y bajo criterios de prevención, mitigación y control de impactos ambientales.

I.5.1 Descripción de antecedentes y sitio

El presente proyecto corresponde a la evaluación en materia de impacto ambiental de la operación, mantenimiento y abandono del proyecto denominado “Planta II de Formaldehído Tizayuca”, promovido por la empresa FENO RESINAS, S.A. DE C.V., ubicado en el Fraccionamiento Industrial Tizayuca, municipio de Tizayuca, Estado de Hidalgo.

El proceso productivo contempla la recepción y análisis de materia prima, almacenamiento y trasvase, evaporación del metanol, mezcla con aire, reacción catalítica en reactor, enfriamiento, absorción en torres, destilación, recuperación de materia prima no reaccionada y almacenamiento del producto terminado. El diseño del sistema incorpora mecanismos de

recuperación de insumos y aprovechamiento térmico, lo que contribuye a la eficiencia operativa y a la reducción de emisiones y residuos.

El proyecto corresponde a un área nueva desarrollada al interior de un predio industrial existente. La infraestructura se encuentra totalmente construida, incluyendo obras civiles, equipos de proceso y sistemas auxiliares. No obstante, la planta no ha sido puesta en operación, por lo que no se han realizado actividades productivas, pruebas de arranque ni generación de emisiones, descargas o residuos asociados a su funcionamiento. En este sentido, la presente Manifestación de Impacto Ambiental se formula bajo un enfoque de evaluación y regularización ambiental de infraestructura existente no operativa, con el propósito de obtener la autorización correspondiente para su futura operación conforme a la normatividad aplicable.

Como parte de los antecedentes administrativos, el proyecto fue sometido al Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, mediante el ingreso de la Manifestación de Impacto Ambiental, [redacted] Durante dicho procedimiento, la autoridad emitió requerimientos de información adicional, los cuales fueron atendidos por el promovente; sin embargo [redacted]

De manera paralela, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente llevó a cabo [redacted] en cumplimiento de la Orden de Inspección número [redacted], de la cual derivó el inicio del procedimiento administrativo [redacted] Como resultado de dicha actuación, se emitió el Acuerdo de Emplazamiento [redacted]

Posteriormente, mediante la Resolución Administrativa número [redacted] emitida dentro del expediente número [redacted] se impuso a FENO RESINAS, S.A. DE C.V. [redacted]

[redacted]

El comprobante de pago fue presentado formalmente ante la Oficina de Representación de Protección Ambiental y Gestión Territorial de la PROFEPA en el Estado de Hidalgo, [redacted] Asimismo, el cumplimiento de la obligación económica fue informado a la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Hidalgo [redacted] para su conocimiento e integración en los antecedentes administrativos vinculados con el expediente [redacted]

Derivado de lo anterior, la obligación económica establecida en la [redacted] se encuentra atendida [redacted]

Desde la imposición de dicha medida no se han llevado a cabo actividades de operación, por lo que la infraestructura se mantiene inactiva y bajo control administrativo. En consecuencia, no existe operación del proceso productivo ni generación de emisiones, descargas o residuos asociados a la etapa operativa, lo que permite establecer que no se han producido impactos ambientales derivados del funcionamiento de la planta.

Si bien la presente Manifestación de Impacto Ambiental no deriva formalmente de una resolución que ordene su presentación como medida correctiva, su elaboración se encuentra directamente vinculada con el procedimiento administrativo instaurado por la autoridad, constituyendo una acción orientada a la regularización del proyecto y al cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables, particularmente en lo relativo a la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental.

El proyecto se inserta en la estrategia de desarrollo industrial de la empresa y en la vocación productiva de la región, al permitir el aprovechamiento de infraestructura existente, la optimización de procesos y la consolidación de la cadena productiva del sector químico. Su localización dentro de un parque industrial consolidado favorece el uso eficiente del suelo y reduce la necesidad de expansión hacia nuevas áreas.

En términos de sustentabilidad, el proyecto incorpora sistemas de recuperación de materias primas no reaccionadas, aprovechamiento energético del proceso y control de emisiones, lo que permite minimizar la generación de residuos y optimizar el uso de recursos. Asimismo, el uso de infraestructura previamente instalada contribuye a reducir impactos adicionales al entorno.

En cuanto a su programación, considerando que la infraestructura se encuentra concluida, el desarrollo del proyecto comprende las etapas de arranque, operación y mantenimiento, así como el abandono del sitio. La etapa de arranque tendrá una duración estimada de dos meses, mientras que la etapa de operación y mantenimiento se extenderá durante la vida útil del proyecto, estimada en 99 años. Finalmente, la etapa de abandono se contempla dentro del último periodo de vida útil, con una duración estimada de seis a doce meses, sin exceder dicho horizonte temporal.

I.5.1.1 Selección del sitio

La selección del sitio para el desarrollo del proyecto se encuentra directamente asociada a la infraestructura existente de FENO RESINAS, S.A. DE C.V., por lo que no se realizó un análisis comparativo de sitios alternativos. Lo anterior obedece a que el proyecto corresponde a la incorporación y regularización de la Planta II de Formaldehído dentro de un complejo industrial previamente establecido, con infraestructura, servicios, accesos y condiciones operativas ya disponibles.

En este sentido, la ubicación del proyecto no deriva de un proceso de búsqueda de nuevos predios, sino de la necesidad técnica y operativa de integrar la Planta II de Formaldehído al interior de las instalaciones existentes de la empresa, aprovechando la infraestructura industrial instalada, la logística interna, los sistemas de almacenamiento, los servicios auxiliares y la relación funcional con los procesos productivos actuales.

La selección del sitio se sustenta en criterios ambientales, técnicos, socioeconómicos y de gestión de riesgos, considerando además los resultados de la caracterización biótica realizada para el Área del Proyecto, el Área de Influencia y la Región ecológica.

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto se localiza dentro de una superficie previamente intervenida por actividades industriales, en un entorno urbano-industrial consolidado, donde los ecosistemas naturales se encuentran prácticamente ausentes. La caracterización biótica confirmó que el Área del Proyecto forma parte del predio industrial de FENO RESINAS, S.A. DE C.V., y que la vegetación registrada corresponde principalmente a elementos aislados, inducidos u ornamentales asociados a áreas urbanizadas, camellones, vialidades y espacios previamente modificados, sin conformar comunidades vegetales naturales o ecosistemas conservados.

Asimismo, la superficie seleccionada no implica remoción de vegetación natural, afectación a cobertura forestal, fragmentación de hábitats ni ocupación de áreas con valor ecológico relevante. En el Área del Proyecto no se identificaron condiciones de hábitat natural para fauna silvestre, debido al grado de urbanización, la presencia de infraestructura industrial y la presión antrópica existente en el entorno. En consecuencia, no se prevé afectación directa a especies de flora o fauna bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En términos técnicos, el sitio presenta condiciones favorables para la operación del proyecto, al ubicarse dentro de un predio industrial con infraestructura existente, disponibilidad de servicios, accesos adecuados y conectividad logística. Esta condición permite reducir la necesidad de nuevas obras, evitar la apertura de caminos, limitar la ocupación de superficies adicionales y optimizar la integración con los sistemas actuales de almacenamiento, proceso, servicios auxiliares y distribución de productos.

Desde el punto de vista socioeconómico, la ubicación del proyecto resulta congruente con la vocación industrial del entorno, al localizarse dentro del Parque Industrial Tizayuca y en una zona con actividades productivas previamente establecidas. Esta condición favorece la continuidad operativa de la empresa, la generación y conservación de empleos, el aprovechamiento de infraestructura existente y la consolidación del corredor industrial de la

región, sin inducir cambios relevantes en el uso del suelo ni presiones adicionales sobre zonas habitacionales o áreas naturales.

En materia de cambio climático y gestión de riesgos, la selección del sitio permite aprovechar una superficie ya transformada, evitando la expansión industrial hacia áreas no impactadas o con mayor valor ambiental. Al tratarse de infraestructura ubicada dentro de un predio industrial existente, el proyecto no modifica patrones hidrológicos, no ocupa cauces o cuerpos de agua, no requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales y no incrementa la vulnerabilidad ambiental del Sistema Ambiental. Por el contrario, el uso de una superficie previamente intervenida representa una alternativa ambientalmente más conveniente frente a la apertura de nuevos predios.

Con base en lo anterior, la selección del sitio se considera técnica y ambientalmente viable, toda vez que se sustenta en el aprovechamiento de infraestructura existente, la compatibilidad con la vocación industrial del entorno, la ausencia de ecosistemas conservados en el Área del Proyecto, la inexistencia de afectaciones directas a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la reducción de impactos asociados a la ocupación de nuevas superficies.

I.5.1.2 Ubicación física del proyecto

El proyecto denominado **"Planta II de Formaldehído FENORESINAS Tizayuca"** se localiza al interior del predio propiedad de la empresa **FENO RESINAS, S.A. de C.V.**, ubicado en el **Calle Oriente 3, número 19, manzana 5 lote 28, Parque Industrial Tizayuca, C.P. 43800, municipio de Tizayuca, Estado de Hidalgo**.

En cumplimiento a lo solicitado en el presente numeral, se adjunta como **Anexo 7** ***DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL.,*** el plano topográfico actualizado del predio, en el cual se detallan las poligonales correspondientes, sus colindancias, así como el recuadro con las coordenadas UTM de los vértices que conforman el polígono del predio. Dicho plano incluye además la escala gráfica y numérica correspondiente.

De igual manera, en el mismo **Anexo 7 (*DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL)*** se incorpora el plano de conjunto del proyecto, en el cual se muestra la distribución general de la infraestructura permanente correspondiente a la nueva **Planta II de Formaldehído FENORESINAS Tizayuca**, localizada al interior del área de la planta existente. En dicho plano se identifican igualmente las vías de comunicación circundantes, los principales núcleos de población próximos y la ubicación del proyecto dentro del contexto industrial en que se inserta.

Las coordenadas UTM de los vértices que conforman el polígono del predio de **FENO RESINAS, S.A. de C.V.** se presentan a continuación: **Coordenadas UTM; WGS84; Zona 14**

Tabla 1.- Coordenadas del predio

Vértice	X	Y
1	502835.7139	2192077.0054319
2	502872.72700001	2192198.4921319
3	503111.87410001	2192125.6316319
4	503074.86100001	2192004.14493191
5	502835.7139	2192077.0054319

Área del proyecto

Coordenadas UTM; WGS84; Zona 14

Tabla 2.- Área del proyecto

Vértice	X	Y
1	502903.0542	2192107.6670

2	502928.6159	2192097.4010
3	502936.9365	2192119.1050
4	502940.5381	2192117.7370
5	502944.0930	2192126.7410
6	502914.9551	2192138.4433
7	502903.0542	2192107.6670

Cabe precisar que el proyecto se ubica al interior del citado predio industrial, por lo que su localización forma parte de la poligonal general de la planta existente.

La documentación referida se presenta como: **Anexo 7. Plano topográfico del predio y plano de conjunto del proyecto** ***DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL.***

I.5.1.3 Inversión requerida

La inversión total requerida para el desarrollo del proyecto denominado **"Planta II de Formaldehído FENORESINAS Tizayuca"** asciende a un monto estimado de **$25,000,000.00 (veinticinco millones de pesos 00/100 M.N.)**, el cual contempla tanto la inversión en infraestructura como los costos asociados a la operación del proyecto.

En cuanto al periodo de recuperación de la inversión, se estima que éste será de aproximadamente **cinco años**, considerando la capacidad de producción proyectada, la demanda del producto en el mercado y la integración del formaldehído como insumo estratégico en los procesos productivos de la empresa. Dicho periodo se sustenta en proyecciones financieras internas basadas en volúmenes de producción, costos operativos y precios de comercialización.

Respecto a los costos destinados a la aplicación de medidas de prevención, mitigación y adaptación ambiental, se estima una inversión aproximada de **$1,000,000.00 (un millón de pesos 00/100 M.N.)**, la cual será destinada a la implementación de sistemas de control de emisiones, manejo adecuado de residuos, mantenimiento de equipos, así como a la adopción de medidas de seguridad y protección ambiental durante la operación del proyecto.

I.5.1.4 Dimensiones del proyecto y superficies.

La selección del sitio para el desarrollo del proyecto denominado **"Planta II de Formaldehído FENORESINAS Tizayuca"** se encuentra directamente asociada a la infraestructura existente de la empresa **FENO RESINAS, S.A. de C.V.**, por lo que no se evaluaron sitios alternativos. Lo anterior se debe a que el proyecto se integra al interior de un complejo industrial previamente establecido, aprovechando las condiciones operativas, logísticas y de infraestructura disponibles, lo cual hace técnica y ambientalmente inviable su relocalización.

El predio donde se ubica el proyecto cuenta con una superficie total de **25,400 m²**, de los cuales aproximadamente **12,000 m²** se encuentran construidos. Para el desarrollo de la Planta II de formaldehído se utiliza una superficie de **945.20 m²**, localizada dentro de las instalaciones existentes, lo que permite la integración del proyecto sin requerir expansión territorial ni habilitación de nuevas áreas.

Desde el punto de vista técnico, el predio cuenta con infraestructura industrial consolidada que incluye áreas destinadas al almacenamiento de materias primas y productos terminados, áreas de producción con reactores y tanques de mezclado, así como equipos auxiliares ubicados en el cuarto de máquinas, tales como calderas generadoras de vapor, compresores y calentadores de aceite térmico. Asimismo, el sitio dispone de edificios administrativos, áreas de laboratorio de control de calidad e investigación y desarrollo, así como almacenes para insumos, materias primas, envases y producto terminado. Estas condiciones permiten que el proyecto se integre de manera eficiente a las operaciones existentes, optimizando recursos y reduciendo la necesidad de nuevas obras.

En cuanto a los criterios socioeconómicos, el proyecto se ubica dentro de una zona con vocación industrial, lo que favorece su compatibilidad con el entorno y reduce posibles

conflictos con usos de suelo habitacionales. Su localización dentro del corredor industrial de Tizayuca permite el aprovechamiento de infraestructura, servicios y vías de comunicación existentes, facilitando la logística de operación y distribución de productos.

Respecto a los criterios de cambio climático y gestión de riesgos, se consideró la información disponible en los atlas de riesgo a nivel nacional, estatal y municipal, identificando que el predio no se ubica en zonas de alta susceptibilidad a fenómenos naturales que pudieran comprometer la viabilidad del proyecto. Asimismo, al tratarse de un proyecto que se desarrolla dentro de un sitio previamente urbanizado y sin afectación a cobertura vegetal, no se modifican los patrones de escurrimiento, infiltración o uso de suelo, por lo que no se incrementa la vulnerabilidad del área ante los efectos del cambio climático.

Adicionalmente, la utilización de infraestructura existente y la no expansión hacia nuevas áreas contribuyen a un uso más eficiente del suelo y a la reducción de impactos ambientales potenciales, lo que se alinea con criterios de desarrollo sustentable y adaptación al cambio climático.

Finalmente, el área donde se localiza el proyecto colinda al norte con la empresa **Moliendas Tizayuca, S.A. de C.V.**, manteniéndose dentro de un entorno completamente industrial, lo que refuerza la viabilidad de la selección del sitio.

I.5.1.5 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua

El predio donde se ubican las instalaciones de la empresa FENO RESINAS, S.A. DE C.V. Planta Tizayuca se localiza dentro del Parque Industrial Tizayuca, en el municipio de Tizayuca, estado de Hidalgo, por lo que el uso actual del suelo corresponde a un uso industrial consolidado. Esta condición es congruente con las actividades productivas que se desarrollan en el sitio y con el entorno inmediato del predio, el cual se encuentra conformado principalmente por instalaciones industriales, predios con infraestructura productiva y superficies sin uso aparente dentro de una zona previamente urbanizada.

De acuerdo con la información de colindancias, el predio limita al norte con la empresa Moliendas Tizayuca, S.A. de C.V.; al sur con la empresa Euro Mond, S.A. de C.V.; al este con un predio que anteriormente correspondía a la empresa Beltrán García y que actualmente forma parte del patrimonio de FENO RESINAS, S.A. DE C.V.; y al oeste con terrenos baldíos propiedad

de la misma empresa, los cuales no presentan un uso actual definido. En este sentido, el entorno inmediato se encuentra conformado por predios de carácter industrial o sin aprovechamiento aparente, sin que se identifiquen áreas con vocación habitacional, forestal, agrícola intensiva o de conservación dentro de las colindancias directas del proyecto.

El uso industrial del predio se encuentra respaldado por la documentación integrada al **Anexo 8** ***DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL***, consistente en contratos de prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento celebrados con la Comisión de Agua y Alcantarillado del Municipio de Tizayuca, Hidalgo, en los cuales se identifica a FENO RESINAS, S.A. DE C.V. como usuario del servicio en la zona industrial y se señala expresamente el uso industrial del inmueble. Dichos contratos acreditan, además, que el predio cuenta con infraestructura urbana y de servicios básicos para el desarrollo de actividades industriales.

Respecto al uso de cuerpos de agua, se precisa que el proyecto no contempla el aprovechamiento directo de aguas superficiales, cuerpos de agua naturales, cauces, corrientes, presas, lagunas o cuerpos receptores naturales. El abastecimiento de agua requerido para las instalaciones se realiza a través de la red municipal operada por la Comisión de Agua y Alcantarillado del Municipio de Tizayuca, Hidalgo, mediante los contratos de servicio correspondientes. Por lo anterior, no se prevé la apertura de pozos, captación directa de agua superficial, modificación de cauces, ocupación de zonas federales ni intervención física sobre cuerpos de agua.

Asimismo, el predio cuenta con servicios de alcantarillado, drenaje y saneamiento asociados a la infraestructura municipal existente, por lo que el manejo de las aguas residuales se vincula a dicha red de servicios, conforme a las condiciones establecidas por la autoridad municipal competente. En consecuencia, el proyecto no implica la descarga directa a cuerpos de agua naturales ni la alteración de patrones hidrológicos superficiales.

Adicionalmente, FENO RESINAS, S.A. DE C.V. cuenta con permisos de descarga emitidos por la Comisión de Agua y Alcantarillado del Municipio de Tizayuca, Hidalgo, los cuales regulan las descargas al sistema de alcantarillado municipal y establecen las condiciones particulares

aplicables para su control y seguimiento. Estos permisos forman parte de la documentación soporte relacionada con el manejo de aguas residuales del establecimiento y acreditan que las descargas generadas no se realizan de manera libre o directa hacia cuerpos de agua naturales, sino a través de infraestructura autorizada por el organismo operador municipal.

El primer permiso de descarga corresponde al No. TIZ/2344/CAAMTH/IT-002-2024, expedido a favor de FENO RESINAS, S.A. DE C.V., con domicilio en Oriente 3, Manzana 5, Lote 28, Zona Industrial, Tizayuca, Hidalgo. De acuerdo con la Tabla 1 del propio permiso, la descarga se clasifica como tipo IT, con descripción de "industrial tratada". Lo anterior permite acreditar que la empresa cuenta con autorización municipal para la descarga de aguas residuales industriales tratadas al sistema de alcantarillado, sujetándose a las condiciones y límites establecidos por la autoridad competente.

El segundo permiso de descarga corresponde al No. TIZ/2344/CAAMTH/I_{II}-004-2024, igualmente expedido a favor de FENO RESINAS, S.A. DE C.V., para el mismo domicilio ubicado en Oriente 3, Manzana 5, Lote 28, Zona Industrial, Tizayuca, Hidalgo. Conforme a la Tabla 1 del documento, la descarga se describe como aquella proveniente de servicios sanitarios y comedor, incluyendo limpieza de áreas de proceso, sin utilizar mezcla directa con químicos o sustancias contaminantes, con vigencia de dos años y análisis semestral.

En ambos permisos se establece que las descargas podrán ser verificadas por la Comisión de Agua y Alcantarillado del Municipio de Tizayuca, Hidalgo, e indica que el usuario deberá cumplir con los límites máximos permisibles aplicables, incluyendo los establecidos en la NOM-002-SEMARNAT-1996 y las condiciones particulares de descarga que determine la autoridad municipal, por lo que el manejo de aguas residuales se encuentra sujeto a supervisión y control por parte del prestador del servicio.

De esta forma, el proyecto no requiere ni contempla la utilización directa de cuerpos de agua naturales para su operación. El agua requerida para las actividades industriales y de servicios se obtiene mediante la red municipal, y las aguas residuales generadas se canalizan al sistema de alcantarillado conforme a los permisos de descarga vigentes y a las condiciones establecidas por la autoridad municipal. En consecuencia, no se identifican impactos directos sobre cauces, cuerpos de agua superficiales, zonas federales o ecosistemas acuáticos naturales derivados del uso del agua o de la disposición de aguas residuales del proyecto.

En el entorno inmediato del Parque Industrial Tizayuca, dentro de un radio aproximado de 500 metros respecto del predio, no se identifican asentamientos humanos regulares o irregulares colindantes con el Área del Proyecto. No obstante, en un radio mayor se reconocen núcleos de población dispersos asociados al crecimiento urbano del municipio de Tizayuca, principalmente hacia las vialidades de comunicación regional. Esta condición confirma que el proyecto se inserta en una zona de vocación industrial, con infraestructura urbana previamente establecida y sin presión directa sobre zonas habitacionales inmediatas.

De igual forma, dentro del área de influencia inmediata del proyecto no se identifican áreas naturales protegidas de competencia federal, estatal o municipal, ni elementos ambientales sujetos a régimen especial de conservación que restrinjan el uso industrial actual del predio. El sitio se encuentra dentro de una zona previamente transformada, sin presencia de vegetación natural conservada ni cuerpos de agua superficiales que pudieran ser afectados por la operación del proyecto.

Con base en lo anterior, el uso actual del suelo del predio se considera compatible con el proyecto, al tratarse de una zona industrial consolidada, urbanizada y con disponibilidad de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Asimismo, se concluye que el proyecto no requiere ni contempla el aprovechamiento directo de cuerpos de agua naturales, por lo que no se prevén afectaciones directas sobre recursos hídricos superficiales o zonas ambientalmente sensibles. Las aguas residuales generadas por el establecimiento se encuentran reguladas mediante permisos de descarga vigentes otorgados por la Comisión de Agua y Alcantarillado del Municipio de Tizayuca, Hidalgo, lo que permite acreditar que su manejo se realiza a través de infraestructura municipal autorizada y bajo condiciones de control, monitoreo y cumplimiento aplicables.

Cuerpos de agua en el sitio del proyecto y su entorno

En el área de estudio correspondiente a un radio de 500 metros alrededor del predio donde se ubica la empresa FENORESINAS, S.A. de C.V., no se identifican cuerpos de agua superficiales permanentes, tales como ríos, arroyos, lagunas o presas.

De manera particular, en la zona inmediata al predio no existen cuerpos de agua superficiales definidos; únicamente se han identificado algunos cauces temporales de escasa profundidad

localizados hacia el noroeste de la localidad de Huitzila. Estos corresponden a escurrimientos pluviales de carácter intermitente que se presentan durante la temporada de lluvias, sin que lleguen a conformar cuerpos de agua permanentes o de tipo lagunar, debido principalmente a las condiciones de infiltración del suelo en la zona.

En este sentido, los escurrimientos identificados no representan sistemas hidrológicos relevantes ni constituyen cuerpos de agua con uso específico, tales como abastecimiento, recreación o conservación de la vida acuática, por lo que no se prevé interacción directa del proyecto con este tipo de elementos ambientales.

De manera adicional, en el entorno inmediato del predio se identifica la presencia de un drenaje superficial de escasa profundidad, el cual proviene de la localidad de Huitzila. Debido a las condiciones topográficas de baja pendiente natural, así como a la falta de mantenimiento, se observa que en el tramo ubicado sobre la margen norte exterior del predio de la empresa se presenta asolvamiento, lo que favorece el estancamiento de aguas residuales. Este drenaje corresponde a una infraestructura de conducción local de escurrimientos y descargas, sin que constituya un cuerpo de agua superficial natural ni un sistema hidrológico relevante.

En un contexto regional, el estado de Hidalgo se encuentra comprendido dentro de dos regiones hidrológicas principales, de acuerdo con la clasificación de la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH): la Región Hidrológica No. 26 “Río Pánuco”, que abarca una superficie aproximada de 19,793.60 km^2, equivalente al 94.7% del territorio estatal, y la Región Hidrológica No. 27 “Papaloapan”, con una superficie de 1,111.52 km^2, que representa el 5.3% restante (CNA, 1998). Desde el punto de vista administrativo e hidrológico, el estado se subdivide en diversas cuencas hidrológicas, las cuales estructuran el escurrimiento superficial y la disponibilidad de agua en la entidad.

No obstante, a nivel local, el área donde se ubica el proyecto no presenta interacción directa con cuerpos de agua superficiales permanentes ni con cuencas de relevancia hidrológica inmediata, por lo que las condiciones descritas no representan una limitante para el desarrollo del proyecto.

En lo que respecta a la ubicación específica del proyecto, la zona geográfica de Tizayuca se encuentra dentro de la Región Hidrológica No. 26 “Río Pánuco”, particularmente en la cuenca del Río de las Avenidas, la cual constituye una de las unidades hidrológicas más relevantes en la entidad, al representar aproximadamente el 12.1% de la superficie total del estado.

El colector principal de esta cuenca es el río de las Avenidas, cuyo origen se localiza en la Sierra de Pachuca, específicamente en el arroyo Las Camelias, a una altitud aproximada de 2,700 msnm. Este río presenta una longitud cercana a los 122.5 km, con un cauce relativamente estable y un régimen de flujo intermitente. Entre sus principales afluentes destaca el río Sosa, el cual aporta caudales significativos, alcanzando hasta 140 m^3/s, y que además constituye una de las principales fuentes de aportación de contaminantes al sistema, derivado de las descargas provenientes de la zona urbana de Pachuca. Posteriormente, el sistema hidrológico se integra a la presa El Manantial, ubicada en el municipio de Tizayuca, para finalmente drenar hacia el río El Salado, en el Estado de México.

En términos climáticos e hidrológicos, en la cuenca del Río de las Avenidas se registra una precipitación máxima de 1,125.27 mm, una media anual de 484.83 mm y una mínima de 79.20 mm (periodo 1970–1995), concentrándose las lluvias principalmente entre los meses de abril a octubre, mientras que el periodo de estiaje se presenta de noviembre a marzo. Aproximadamente el 6.8% del volumen total de precipitación del estado se concentra en esta cuenca (CAASIM, 1997; CNA, 1998).

Las condiciones topográficas de la cuenca generan coeficientes de escurrimiento variables, predominando valores de entre 5% y 10% en el 55% de su superficie, lo que le confiere características de zona semiseca. Asimismo, el 40% del área presenta coeficientes de entre 10% y 20%, mientras que el restante 5% muestra valores menores al 5%. Estas condiciones están estrechamente relacionadas con la permeabilidad de los suelos y el uso del suelo, particularmente en zonas agrícolas donde se identifican niveles de infiltración de media a alta.

Dentro de esta cuenca se localizan diversas obras de almacenamiento de agua de importancia regional, tales como las lagunas de Tecocomulco y Tochac, así como presas y bordos como El Tezoyo, Huatengo, El Manantial, Metlapil, El Girón y El Águila. El cauce del río de las Avenidas presenta una traza irregular, con variaciones en la amplitud de sus márgenes y escasa

vegetación riparia en algunos tramos, así como procesos de asolvamiento que suelen ser parcialmente mitigados durante la temporada de lluvias.

Finalmente, es importante señalar que, al igual que en otras regiones del centro del país, en el municipio de Tizayuca se presenta una condición de sobreexplotación de los acuíferos, derivada de la demanda hídrica de las actividades urbanas e industriales. Esta situación se ve acentuada por la dinámica regional que involucra zonas industriales cercanas en el Estado de México, donde en conjunto se ha estimado que el volumen de extracción supera en aproximadamente un 140% al volumen de recarga.

No obstante, a pesar de este contexto hidrológico regional, el sitio específico del proyecto no presenta interacción directa con cuerpos de agua superficiales relevantes ni con infraestructura hidráulica de importancia, lo que limita la posibilidad de afectaciones directas a estos sistemas.

I.5.1.6 Urbanización del área y servicios

El predio donde se desarrollará el proyecto se localiza dentro de una zona con infraestructura urbana consolidada, al formar parte del Parque Industrial Tizayuca, por lo que cuenta con disponibilidad de servicios básicos y de apoyo necesarios para la operación del proyecto. En materia de servicios básicos, el sitio dispone de suministro de energía eléctrica, agua potable y sistema de alcantarillado. En relación con el manejo de aguas residuales, la empresa cuenta con el permiso correspondiente para su descarga, mismo que se integra como **Anexo 8. Permiso de descarga de aguas residuales (*DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL)***, lo que garantiza el cumplimiento de la normatividad aplicable en la materia. Asimismo, se cuenta con servicio de telefonía, lo que permite la adecuada comunicación operativa y administrativa del proyecto. Respecto a las vías de acceso, el predio presenta accesos consolidados y adecuados para el tránsito de vehículos de carga, incluyendo autotanques que serán utilizados para el abastecimiento de insumos, lo cual permite una operación segura y eficiente dentro del parque industrial. En términos de infraestructura adicional, el predio no se encuentra afectado por el paso de líneas de alta tensión, ya sean aéreas o subterráneas, lo que reduce

riesgos asociados a la operación. Asimismo, la zona no presenta condiciones geotécnicas adversas, tales como deslaves o inestabilidad del terreno. La pendiente del predio, estimada en aproximadamente 2%, favorece el escurrimiento natural del agua pluvial, evitando su acumulación y reduciendo el riesgo de encharcamientos o inundaciones. Derivado de lo anterior, no se requiere la construcción de infraestructura adicional para la dotación de servicios, toda vez que éstos se encuentran disponibles y operativos en el sitio, siendo administrados por los prestadores de servicios correspondientes dentro del parque industrial.

I.5.2 Características particulares del proyecto

El proyecto comprende la operación, mantenimiento y eventual abandono de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca, integrada por infraestructura industrial especializada para producir formaldehído en solución acuosa mediante la oxidación catalítica de metanol. La planta se encuentra instalada dentro del complejo industrial existente de FENO RESINAS, S.A. de C.V., sobre una superficie previamente intervenida y destinada históricamente a actividades industriales.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental se formula bajo un enfoque de regularización de infraestructura existente. Por esta razón, la evaluación ambiental se concentra principalmente en las etapas de operación, mantenimiento y, de manera referencial, abandono del sitio. La infraestructura aún no ha sido puesta en funcionamiento, por lo que no se contemplan nuevas obras de construcción como parte del alcance actual del proyecto.

Obras e infraestructura principales

La infraestructura principal está constituida por una estructura industrial multinivel en la que se distribuyen los sistemas de recepción, almacenamiento, acondicionamiento, reacción, absorción, destilación, recuperación y almacenamiento de producto terminado. Entre sus componentes principales se encuentran:

[redacted]

[redacted]

[redacted]

La distribución de los equipos fue diseñada para mantener una secuencia continua entre las distintas operaciones unitarias y reducir los recorridos de las corrientes de proceso. El metanol, el aire, el agua desmineralizada, las corrientes intermedias y el formaldehído se conducen predominantemente mediante tuberías y equipos cerrados, evitando su manipulación directa y disminuyendo la posibilidad de derrames, emisiones fugitivas y exposición del personal.

Obras y servicios asociados

La Planta II contará con derivaciones propias para la recepción y control de los servicios necesarios para su funcionamiento. Determinados servicios generales tendrán su origen en

la infraestructura existente del complejo industrial, entre ellos el suministro eléctrico, agua, vapor de respaldo y la red fija contra incendios. No obstante, las derivaciones hacia la Planta II dispondrán de elementos de aislamiento, regulación, medición y control que permitirán administrar su operación sin integrar los procesos productivos de ambas plantas.

Las áreas de almacenamiento de metanol y formaldehído se ubicarán dentro de diques de contención, mientras que las zonas de transferencia contarán con superficies impermeables y medios para controlar posibles liberaciones. Los servicios de enfriamiento, agua helada, agua de dilución, suavización y desmineralización se encuentran asociados directamente con el control térmico, la absorción del formaldehído y el ajuste de la concentración del producto.

Características de diseño para la prevención y reducción de alteraciones ambientales

La planta incorpora medidas de diseño orientadas a evitar y controlar los efectos ambientales relacionados con el manejo de metanol y formaldehído, entre las que destacan:

1. Proceso cerrado y continuo. La transferencia de materias primas, corrientes intermedias y producto se realizará mediante bombas, tuberías, válvulas y recipientes cerrados, reduciendo las emisiones fugitivas de compuestos orgánicos volátiles y la probabilidad de contacto directo con el ambiente.

2. Recuperación de metanol. El metanol que no reaccione será separado mediante destilación, condensado y reincorporado al proceso. Esta recuperación disminuye el consumo de materia prima y la generación de corrientes residuales.

3. Aprovechamiento térmico. Parte del calor generado por la reacción exotérmica será aprovechado para precalentar y vaporizar corrientes del proceso. Esta integración térmica reduce los requerimientos de calentamiento auxiliar y, de manera indirecta, el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la generación de energía.

4. Absorción en etapas sucesivas. Las tres torres de absorción permiten recuperar progresivamente el formaldehído presente en la corriente gaseosa, disminuyendo la concentración de compuestos aprovechables en los gases remanentes.

5. Control de temperatura y recirculación de agua. Los intercambiadores de calor, chiller, torres de enfriamiento, tanque de agua helada y circuitos de recirculación permiten controlar la temperatura sin requerir la descarga continua de las corrientes principales de agua de proceso.

6. Contención secundaria. Los tanques que almacenarán metanol y formaldehído se localizarán en áreas con diques y superficies impermeables, destinadas a contener posibles derrames y evitar su infiltración al suelo o incorporación a los drenajes.

7. Filtración y acondicionamiento. Los filtros de carbón activado, filtros de carretes y equipos de tratamiento de agua contribuyen a mantener la calidad de las corrientes, reducir impurezas y evitar pérdidas o rechazos de producto.

8. Instrumentación y control automático. Desde el cuarto de control se vigilarán las variables críticas del proceso, incluyendo temperaturas, presiones, caudales y niveles. La detección temprana de desviaciones permitirá realizar ajustes o paros controlados antes de que se presenten liberaciones no previstas.

9. Mantenimiento preventivo. La revisión programada de tanques, bombas, válvulas, tuberías, intercambiadores, instrumentos, sistemas de enfriamiento y dispositivos de seguridad permitirá prevenir fugas, derrames, fallas de transferencia y condiciones inseguras.

La recuperación de materia prima, el aprovechamiento del calor de reacción, la operación en sistemas cerrados y el control de emisiones fugitivas representan medidas de eficiencia que reducen el consumo energético y las emisiones asociadas de gases de efecto invernadero. Asimismo, durante la operación normal no se prevé la generación de GEI ni de CCVC.

I.5.2.1 Descripción de la obra o actividad

a) Tipo de actividad o giro industrial

El proyecto corresponde al sector industrial químico, específicamente a la fabricación de sustancias químicas básicas orgánicas, consistente en la producción de formaldehído, comúnmente denominado formol, mediante la oxidación catalítica de metanol en fase gaseosa.

La actividad principal del proyecto se clasifica como una actividad industrial de transformación química, orientada a la obtención de un insumo intermedio utilizado en la fabricación de resinas sintéticas, adhesivos, recubrimientos y otros productos industriales. El formaldehído producido en la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca podrá ser destinado tanto al consumo interno dentro de los procesos productivos de la empresa como a su comercialización en concentraciones industriales, de acuerdo con las necesidades operativas y comerciales de la instalación.

El proceso productivo se desarrollará mediante un sistema continuo e interconectado, en el cual el metanol será recibido, almacenado, acondicionado, evaporado y mezclado con aire, para posteriormente ser alimentado al reactor catalítico, donde se llevará a cabo la reacción de oxidación controlada. Como resultado de dicha reacción se generará formaldehído en fase gaseosa, el cual será conducido a las etapas de condensación, absorción, destilación, recuperación de metanol, ajuste de concentración y almacenamiento de producto terminado.

Desde el punto de vista operativo, el proyecto implica el manejo de sustancias químicas peligrosas, principalmente metanol y formaldehído, por lo que la planta contará con equipos de proceso, servicios auxiliares, sistemas de control, sistemas de enfriamiento, equipos de recuperación, almacenamiento dentro de áreas de contención y medidas de seguridad industrial y ambiental. Por la naturaleza de las sustancias manejadas y las capacidades de almacenamiento previstas, el proyecto se vincula con actividades altamente riesgosas conforme a la normativa ambiental aplicable, motivo por el cual se integra el Estudio de Riesgo Ambiental correspondiente.

Asimismo, el proyecto se desarrollará al interior de una instalación industrial existente de FENO RESINAS, S.A. DE C.V., ubicada dentro del Parque Industrial Tizayuca, en una zona con

vocación industrial consolidada. Dicha condición se acredita mediante la Licencia de Uso de Suelo integrada como **Anexo 9** (***DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL)*** del presente estudio, emitida por el Instituto Municipal de Desarrollo Urbano y Vivienda de Tizayuca, Hidalgo, en la cual se identifica el inmueble ubicado en Oriente 3, Manzana 5, lotes 26, 27, 28 y 29, con una superficie total de 25,400 m^2.

Conforme a dicha licencia, el predio se ubica en una zona clasificada como Industria de Gran Impacto, con clave IG, y se autoriza el uso de suelo para industria grande y/o pesada. Esta condición confirma que el sitio cuenta con compatibilidad urbana para el desarrollo de actividades industriales de alta intensidad, dentro de un entorno previamente destinado a usos productivos, por lo que la instalación de la Planta II de Formaldehído resulta congruente con la vocación territorial del predio y con el contexto industrial donde se ubica.

En este sentido, la Planta II de Formaldehído representa una ampliación de capacidad productiva dentro del mismo complejo industrial, sin modificar la vocación general del sitio ni introducir un uso incompatible con el entorno urbano-industrial existente. Por el contrario, el proyecto se integra a una operación industrial previamente establecida, aprovechando infraestructura, servicios, accesos, áreas operativas y condiciones de uso de suelo ya reconocidas por la autoridad municipal competente.

No obstante lo anterior, se precisa que la Licencia de Uso de Suelo acredita la compatibilidad urbana y territorial del inmueble para el desarrollo de actividades industriales, sin sustituir las autorizaciones ambientales, de riesgo, seguridad o funcionamiento que resulten aplicables conforme a la normativa federal, estatal o municipal. Por ello, la presente Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio de Riesgo Ambiental se integran como instrumentos específicos para evaluar los posibles impactos ambientales y riesgos asociados a la operación del proyecto, así como las medidas de prevención, control y mitigación correspondientes.

b) Descripción detallada de la totalidad de los procesos y operaciones unitarias.

INFORMACIÓN TÉCNICA CONFIDENCIAL TESTADA. Se suprime información específica de ingeniería, diseño, operación o control de la planta, sujeta a medidas y cláusulas de confidencialidad, cuya divulgación podría afectar derechos de propiedad industrial, secretos industriales y ventajas competitivas de su titular. Fundamento: artículo 38 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y artículo 163 de la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial.

Descripción general del proceso

El proceso de fabricación de formaldehído se desarrolla de manera continua y comprende las siguientes secciones principales:

1. Recepción y almacenamiento de materia prima.
2. Preparación y suministro al reactor.
3. Oxidación catalítica.
4. Condensación, absorción y recuperación.
5. Almacenamiento de producto terminado.

Cada una de estas etapas se encuentra interconectada mediante tuberías, equipos de transferencia de calor, sistemas de control, equipos de bombeo, sopladores, torres de absorción, torres de destilación y tanques de almacenamiento.

1. Recepción y almacenamiento de materia prima

El proceso inicia con la recepción y almacenamiento del metanol, el cual constituye la materia prima principal para la obtención de formaldehído. Para esta etapa, la Planta II contará con dos tanques de metanol [redacted]

El metanol podrá pasar por equipos auxiliares de acondicionamiento y recuperación, como el [redacted], con capacidad de [redacted] el intercambiador horizontal [redacted], con capacidad de [redacted]; y el tanque de recuperación de metanol [redacted], con [redacted] Asimismo, se cuenta con un filtro de metanol de carbón activado PF2-

[redacted], con capacidad de [redacted], y un [redacted] y de recuperación [redacted], también con capacidad de [redacted]

Estos equipos permiten asegurar la disponibilidad de materia prima, acondicionar la corriente de alimentación, recuperar metanol no reaccionado y mantener una alimentación estable hacia el sistema de preparación y reacción.

La materia prima principal, correspondiente al metanol, se recibe y almacena en tanques verticales destinados para este fin. Desde dichos tanques, el metanol es enviado por tubería hacia la etapa de preparación y suministro al reactor, conforme al programa de producción.

El almacenamiento se realiza a granel, bajo condiciones controladas, considerando que el metanol es una sustancia inflamable y requiere manejo en sistemas cerrados, con infraestructura adecuada de contención, conducción y control operativo.

2. Preparación y suministro al reactor

En esta etapa, el metanol líquido es bombeado desde los tanques de almacenamiento hacia dos precalentadores tubulares, [redacted] con capacidades de [redacted] así como mediante el evaporador [redacted] el cual opera con presión de vaporización de [redacted] donde incrementa su temperatura hasta un rango aproximado de [redacted] Posteriormente, el metanol precalentado se envía al evaporador de serpentines, donde alcanza condiciones de gasificación en un rango aproximado de [redacted]

El evaporador cuenta con dos serpentines verticales de vapor y un serpentín horizontal de aceite térmico, los cuales transfieren calor al metanol de manera indirecta, permitiendo su cambio de fase de líquido a vapor.

Una vez vaporizado, el metanol se mezcla con aire precalentado a una temperatura aproximada de [redacted] La proporción operativa considerada es de aproximadamente [redacted] Esta mezcla gaseosa se prepara de forma controlada antes de su ingreso al reactor catalítico. Para el suministro de aire se contará [redacted] identificados como [redacted] con presión de operación de [redacted]. El sistema se complementa con [redacted], con

capacidad de [redacted] un intercambiador de aire [redacted] con capacidad de [redacted] y un [redacted] con capacidad de [redacted]

Adicionalmente, el sistema cuenta con un [redacted] con capacidad de [redacted] y [redacted] con capacidades de [redacted] Estos equipos permiten aportar y recuperar energía térmica para mantener las condiciones requeridas durante la etapa de preparación, vaporización y estabilización del proceso.

3. Oxidación catalítica

La mezcla gaseosa aire-metanol ingresa al reactor [redacted] ubicado en primer nivel el cual contiene [redacted] En esta etapa ocurre la reacción principal del proceso: la oxidación parcial del metanol para formar formaldehído.

El reactor está diseñado para operar a una temperatura de [redacted] presión de [redacted], tiempo de residencia de [redacted], flujo de aire menor a [redacted] La presión de la mezcla aire-metanol se mantiene igual o menor a [redacted]

La reacción es fuertemente exotérmica, por lo que el calor generado debe retirarse de manera continua para mantener la estabilidad del proceso. [redacted]

4. Condensación, absorción y recuperación

Los gases calientes generados en el reactor, compuestos principalmente por formaldehído, vapor de agua y metanol residual, son enfriados hasta un rango aproximado de [redacted] antes de ingresar al sistema de absorción y enviados al sistema de condensación y absorción.

El sistema de absorción está integrado por tres torres instaladas en serie [redacted]. Los gases ingresan primero a la torre de absorción [redacted] posteriormente pasan a la torre [redacted] En sentido contrario, se alimenta agua desmineralizada fría, con temperaturas aproximadas de [redacted] Estas torres operan de manera

secuencial para absorber el formaldehído gaseoso en agua y obtener formaldehído en solución acuosa.

Las condiciones de operación de las torres consideran temperatura de fondo de [redacted] en [redacted] Las presiones de entrada son menores a [redacted]

El sistema se complementa con cuatro intercambiadores asociados a las torres de absorción, identificados como [redacted] con capacidades de [redacted] respectivamente. Estos equipos permiten controlar la temperatura del líquido de absorción y mejorar la eficiencia del proceso.

Para el suministro y acondicionamiento del agua utilizada en la absorción, se cuenta con un [redacted] ambos con capacidad de [redacted] así como un tanque de agua helada [redacted]

El control térmico del sistema se apoya mediante un [redacted] con presión de operación de [redacted], con capacidad de [redacted] con capacidades de [redacted] Estos equipos permiten mantener las condiciones de enfriamiento, calidad de agua y estabilidad térmica necesarias para la absorción eficiente del formaldehído.

Este arreglo en contracorriente permite maximizar el contacto entre el gas y el líquido, favoreciendo que el formaldehído se disuelva en el agua y forme una solución acuosa de formol. La instalación de tres torres en serie permite mejorar la eficiencia de absorción y reducir la concentración de gases remanentes en la corriente final.

La solución acuosa obtenida puede presentar concentraciones de formol entre [redacted] dependiendo de las condiciones de operación, alimentación de agua, temperatura y eficiencia de absorción.

La solución desciende a través de platos perforados, mientras que el calentamiento aplicado en el fondo de la sección correspondiente, mediante un [redacted] con

capacidad [redacted] un intercambiador [redacted] con capacidad de [redacted] favoreciendo la gasificación del metanol remanente. Este metanol fluye en contracorriente, se separa de la solución acuosa y es enviado hacia intercambiadores de calor para su condensación y recuperación.

El metanol recuperado se condensa, se enfría y se almacena en un tanque de recuperación, para ser reincorporado posteriormente al proceso. Esta recuperación permite reducir el consumo de materia prima y minimizar la generación de corrientes residuales.

5. Sistema de destilación y recuperación

La etapa de separación y recuperación está conformada por [redacted] correspondientes a las secciones A inferior y B superior, donde se separa el metanol no reaccionado de la solución de formaldehído.

Las condiciones de operación consideran temperaturas de líquidos en la sección [redacted], gases en [redacted] líquidos en [redacted] y gases en [redacted]

El sistema se complementa con un [redacted] con capacidad de [redacted] y un intercambiador [redacted], con capacidad de [redacted]. Estos equipos permiten el control térmico de las corrientes asociadas a la destilación y favorecen la recuperación de metanol no reaccionado para su reincorporación al proceso.

6. Almacenamiento de producto terminado

Antes de su almacenamiento, el producto puede pasar por equipos de acondicionamiento, como el filtro de carbón activado para formol [redacted], el filtro de carretes para formol [redacted], ambos con capacidad de [redacted] y el intercambiador horizontal [redacted]

La solución de formol, una vez ajustada y libre de metanol en los términos operativos del proceso, se envía a tanques de almacenamiento de producto terminado [redacted] con capacidad de [redacted], ubicados en dique en planta baja. En dichos tanques se conserva bajo temperatura controlada, en un rango aproximado de [redacted] mediante serpentines internos. Adicionalmente, se cuenta con dos tanques de lavado de aire

para recirculación de formol en tanque, [redacted], con capacidad de [redacted]

El almacenamiento se realiza considerando un nivel menor al 90% de la capacidad del tanque, a fin de mantener condiciones seguras de operación y margen suficiente para el manejo del producto.

El metanol gasificado separado durante la destilación pasa por [redacted] Posteriormente, el metanol enfriado se almacena en el tanque de recuperación para su reutilización.

Descripción del funcionamiento de la maquinaria y equipo.

El presente apartado tiene por objeto describir el funcionamiento general de la maquinaria y equipo que integra la Planta II de Formaldehído de FENO RESINAS, S.A. DE C.V., Planta Tizayuca, con base en los diagramas, memorias descriptivas y documentación técnica integrada en el **Anexo 11** ***DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL.***

Sopladores de aire

Los sopladores de aire atmosférico tienen como función principal suministrar aire limpio y en flujo constante hacia el sistema de mezclado de la Planta II de Formaldehído. Este aire será utilizado posteriormente para integrarse con el vapor de metanol, formando la mezcla gaseosa que será enviada al reactor catalítico.

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Ilustración 2. Diagrama de funcionamiento equipo soplador.

Evaporador de metanol

El evaporador de metanol tiene como finalidad transformar el metanol líquido previamente calentado en vapor, para que pueda ser utilizado en la etapa de reacción catalítica del proceso de producción de formaldehído. Este equipo permite acondicionar la materia prima en la fase requerida antes de su incorporación con el aire atmosférico.

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Ilustración 3. Diagrama de funcionamiento evaporador

Mezcladora de gases metanol/aire

La mezcladora de gases tiene como función integrar el vapor de metanol proveniente del evaporador con el aire suministrado por los sopladores, con el objetivo de formar una mezcla gaseosa uniforme antes de su alimentación al reactor catalítico.

[redacted]

[redacted]

Ilustración 4. Diagrama de funcionamiento mezcladora

Reactor catalítico tipo chino

El reactor catalítico tipo chino es el equipo principal del proceso de producción de formaldehído, ya que en su interior se lleva a cabo la oxidación catalítica del metanol en presencia de aire. En esta etapa, la mezcla gaseosa aire-metanol se transforma en formaldehído gaseoso, vapor de agua y calor.

[redacted]

[redacted]

Ilustración 5. Diagrama de funcionamiento reactor chino.

Torres de absorción

Las torres de absorción tienen como función recuperar el formaldehído contenido en los gases provenientes del reactor catalítico, mediante su contacto con un líquido absorbente frío. El sistema se integra por tres torres instaladas en serie, lo que permite aumentar la eficiencia de recuperación del formaldehído a medida que los gases avanzan de una torre a otra.

[redacted]

[redacted]

Ilustración 6. Diagrama de funcionamiento torre de absorción.

Torres de destilación

Las torres de destilación tienen como función separar los componentes de la mezcla líquida proveniente del sistema de absorción, principalmente formaldehído, agua y metanol residual, mediante la aplicación controlada de temperatura, presión y flujo en contracorriente.

[redacted]

[redacted]

Ilustración 7. Diagrama de funcionamiento torre de destilación.

Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor tienen como función transferir energía térmica entre dos corrientes del proceso, sin que exista contacto directo entre ellas. En la Planta II de Formaldehído se utilizan para enfriar o calentar corrientes líquidas o gaseosas, manteniendo las temperaturas requeridas para las etapas de reacción, absorción, condensación o recuperación.

[redacted]

Ilustración 8. Diagrama de funcionamiento intercambiador de calor.

Chiller

El chiller tiene como función enfriar el agua utilizada en los sistemas de proceso que requieren control de temperatura, principalmente en etapas asociadas al enfriamiento, absorción y destilación. Su operación permite mantener agua fría disponible para retirar calor de las corrientes del proceso y conservar condiciones térmicas estables.

[redacted]

Ilustración 9. Diagrama de funcionamiento chiller.

Torre de enfriamiento

La torre de enfriamiento tiene como función disminuir la temperatura del agua utilizada en el proceso, permitiendo su reutilización dentro del sistema de enfriamiento de la Planta II de

Formaldehído. Este equipo apoya el control térmico de las etapas que requieren intercambio de calor, principalmente en sistemas de condensación, absorción e intercambio térmico.

[redacted]

Ilustración 10. Diagrama de funcionamiento torre de enfriamiento.

Caldereta

La caldereta tiene como función recuperar y distribuir energía térmica dentro del proceso de producción de formaldehído, mediante un circuito cerrado de agua y vapor. Este equipo aprovecha el calor generado en el reactor catalítico y lo utiliza para producir vapor de soporte, el cual puede ser empleado en otros equipos que requieren transferencia térmica.

[redacted]

[redacted]

Ilustración 11. Diagrama de funcionamiento caldereta.

Fundamento teórico

El proceso de producción de formaldehído, comúnmente denominado formol cuando se encuentra en solución acuosa, se basa en la oxidación catalítica parcial del metanol en fase gaseosa, empleando aire como fuente de oxígeno y un catalizador metálico de plata. Este proceso permite transformar el metanol en formaldehído, el cual posteriormente es absorbido en agua desmineralizada para obtener una solución acuosa en concentraciones industriales.

El formaldehído es un compuesto químico de alta importancia en la industria química orgánica, debido a que se utiliza como materia prima o intermediario para la fabricación de resinas fenólicas, urea-formaldehído, melamina-formaldehído, adhesivos, recubrimientos, plásticos, conservadores y otros productos industriales.

Propiedades generales del formaldehído

El formaldehído presenta las siguientes propiedades relevantes para el proceso:

Tabla 3. Propiedades relevantes del formaldehído.

Propiedad	**Valor / característica**
Fórmula molecular	HCHO
Estado físico del compuesto puro	Gas a temperatura ambiente
Solubilidad	Miscible en agua; forma soluciones acuosas comerciales
Concentración típica de solución comercial	30 a 50%
Densidad de solución comercial al 50%	[redacted]
Peso específico reportado	[redacted]

En el proceso industrial, el formaldehído no se almacena como gas puro, sino como solución acuosa de formol, lo que permite su manejo, almacenamiento y comercialización bajo condiciones controladas.

Materias primas principales

Las materias primas utilizadas en el proceso son:

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Reacciones involucradas

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

De manera secundaria, puede presentarse la combustión completa del metanol, conforme a la siguiente reacción:

[redacted]

Esta reacción representa una oxidación completa, [redacted]

Rendimientos típicos del proceso

De acuerdo con la memoria descriptiva, el proceso presenta rendimientos típicos de [redacted] Este metanol residual no se desecha, sino que es separado en etapas posteriores de destilación, condensado y recuperado para su reincorporación al proceso.

Descripción general del proceso

El proceso de fabricación de formaldehído se desarrolla de manera continua y comprende las siguientes secciones principales:

1. Recepción y almacenamiento de materia prima.
2. Preparación y suministro al reactor.
3. Oxidación catalítica.
4. Condensación, absorción y recuperación.
5. Almacenamiento de producto terminado.

Cada una de estas etapas se encuentra interconectada mediante tuberías, equipos de transferencia de calor, sistemas de control, equipos de bombeo, sopladores, torres de absorción, torres de destilación y tanques de almacenamiento.

1. Recepción y almacenamiento de materia prima

La materia prima principal, correspondiente al metanol, se recibe y almacena en tanques verticales destinados para este fin. Desde dichos tanques, el metanol es enviado por tubería hacia la etapa de preparación y suministro al reactor, conforme al programa de producción.

El almacenamiento se realiza a granel, bajo condiciones controladas, considerando que el metanol es una sustancia inflamable y requiere manejo en sistemas cerrados, con infraestructura adecuada de contención, conducción y control operativo.

2. Preparación y suministro al reactor

En esta etapa, el metanol líquido es bombeado desde los tanques de almacenamiento hacia dos precalentadores tubulares, donde incrementa su temperatura hasta un rango aproximado de 50 a 60 °C. Posteriormente, el metanol precalentado se envía al evaporador de serpentines, donde alcanza condiciones de gasificación en un rango aproximado de 90 a 100 °C.

El evaporador cuenta con dos serpentines verticales de vapor y un serpentín horizontal de aceite térmico, los cuales transfieren calor al metanol de manera indirecta, permitiendo su cambio de fase de líquido a vapor. Las condiciones típicas de operación reportadas para el evaporador son las siguientes:

Tabla 4. Parámetros de operación del evaporador.

Parámetro	Condición típica
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]

Una vez vaporizado, el metanol se mezcla con aire precalentado a una temperatura aproximada de [redacted] La proporción operativa considerada es de aproximadamente [redacted] Esta mezcla gaseosa se prepara de forma controlada antes de su ingreso al reactor catalítico.

3. Oxidación catalítica

La mezcla gaseosa aire-metanol ingresa al reactor [redacted] el cual contiene catalizador [redacted] En esta etapa ocurre la reacción principal del proceso: la oxidación parcial del metanol para formar formaldehído.

Las condiciones típicas de operación del reactor son:

Tabla 5. Condiciones de operación del reactor.

Parámetro	Condición típica
Temperatura	[redacted]
Presión	[redacted]
Tiempo de residencia	[redacted]
Flujo de aire	[redacted]
Flujo de metanol	[redacted]
Presión de mezcla aire-metanol	[redacted]

La reacción es fuertemente exotérmica, por lo que el calor generado debe retirarse de manera continua para mantener la estabilidad del proceso. Para ello, se hace circular agua alrededor del haz de tubos del reactor mediante la caldereta, lo que permite controlar la temperatura y recuperar parte de la energía térmica generada.

4. Condensación, absorción y recuperación

Los gases calientes generados en el reactor, compuestos principalmente por formaldehído, vapor de agua y metanol residual, son enfriados hasta un rango aproximado de [redacted]

El sistema de absorción está integrado por tres torres instaladas en serie. Los gases ingresan primero a la [redacted]
En sentido contrario, se alimenta agua desmineralizada fría, con temperaturas aproximadas de [redacted]

Este arreglo en contracorriente permite maximizar el contacto entre el gas y el líquido, favoreciendo que el formaldehído se disuelva en el agua y forme una solución acuosa de formol. La instalación de tres torres en serie permite mejorar la eficiencia de absorción y reducir la concentración de gases remanentes en la corriente final.

Las condiciones típicas de operación del sistema de absorción son:

Tabla 6. Parámetros de operación del sistema de absorción.

Parámetro	Condición típica
Temperatura fondo T1	[redacted]
Presión de entrada T1	[redacted]
Temperatura fondo T2	[redacted]
Presión de entrada T2	[redacted]
Temperatura fondo T3	[redacted]
Presión de entrada T3	[redacted]

La solución acuosa obtenida puede presentar concentraciones de formol entre 40 y 50%, dependiendo de las condiciones de operación, alimentación de agua, temperatura y eficiencia de absorción.

Posteriormente, la solución acuosa de formol ingresa a la torre de destilación, donde se separa el metanol residual. La solución desciende a través de platos perforados, mientras que el calentamiento aplicado en el fondo de la sección correspondiente, mediante un rehervidor, favorece la gasificación del metanol remanente. Este metanol fluye en contracorriente, se separa de la solución acuosa y es enviado hacia intercambiadores de calor para su condensación y recuperación.

Las condiciones típicas reportadas para esta etapa son:

Tabla 7. Parámetros de operación del sistema de destilación.

Parámetro	Condición típica
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]

El metanol recuperado se condensa, se enfría y se almacena en un tanque de recuperación, para ser reincorporado posteriormente al proceso. Esta recuperación permite reducir el consumo de materia prima y minimizar la generación de corrientes residuales.

5. Almacenamiento de producto terminado

La solución de formol, una vez ajustada y libre de metanol en los términos operativos del proceso, se envía a tanques de almacenamiento de producto terminado. En dichos tanques se conserva bajo temperatura controlada, en un rango aproximado de [redacted] mediante serpentines internos.

El almacenamiento se realiza considerando un nivel menor al [redacted] de la capacidad del tanque, a fin de mantener condiciones seguras de operación y margen suficiente para el manejo del producto.

Las condiciones típicas de almacenamiento son:

Tabla 8. Parámetros del producto terminado.

Parámetro	**Condición típica**
Cantidad almacenada de producto terminado	[redacted]
Temperatura de formol	[redacted]
Presión en serpentines del tanque	[redacted]
Temperatura de metanol recuperado	[redacted]

El metanol gasificado separado durante la destilación pasa por dos intercambiadores de calor en serie: el primero permite condensarlo en un rango aproximado de [redacted] mientras que el segundo lo enfría hasta aproximadamente [redacted] Posteriormente, el metanol enfriado se almacena en el tanque de recuperación para su reutilización.

Balance general de materia y energía

De acuerdo con la memoria descriptiva, el proceso considera como referencia una alimentación de metanol y aire bajo las siguientes condiciones operativas:

Tabla 9. Balance de materia y energía

Componente	Entrada	Salida / destino	Función
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

El rendimiento global reportado indica que aproximadamente [redacted] permiten producir [redacted]. La energía liberada durante la reacción exotérmica es recuperada parcialmente mediante los sistemas de intercambio térmico, precalentadores y generación de vapor de proceso.

Equipos principales del proceso

Los equipos principales que participan en la producción de formaldehído son los siguientes:

Tabla 10. Equipos principales de proceso.

Equipo	Función principal	Condición operativa general
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

Control del proceso

El proceso opera mediante un sistema de control que permite supervisar las principales variables operativas, tales como temperatura, presión, caudal, nivel y proporción de mezcla aire-metanol. La automatización mediante PLC permite mantener la continuidad del proceso y atender desviaciones operativas.

El control de temperatura en el reactor es especialmente relevante, ya que permite evitar sobrecalentamientos superiores al rango operativo y conservar la estabilidad del catalizador. Asimismo, el control de flujo de metanol y aire permite mantener la proporción adecuada de alimentación y favorecer la reacción principal de producción de formaldehído.

Consideraciones ambientales del proceso

El proceso se desarrolla principalmente en sistemas cerrados, con recirculación y recuperación de corrientes internas. La recuperación de metanol residual mediante destilación y condensación permite reducir pérdidas de materia prima y minimizar la generación de residuos o efluentes asociados al proceso.

En condiciones normales de operación, las emisiones gaseosas se consideran bajas o controladas, debido a que los gases generados se conducen hacia las etapas de absorción, condensación y recuperación. Asimismo, no se consideran efluentes líquidos de proceso de descarga continua, ya que las corrientes principales son reutilizadas, absorbidas o recuperadas dentro del sistema.

Los residuos generados se relacionan principalmente con actividades de mantenimiento, tales como estopas, trapos o materiales impregnados con sustancias peligrosas, los cuales deberán manejarse conforme a la normativa aplicable en materia de residuos peligrosos.

Consideraciones de operación y mantenimiento.

Durante la operación, la planta funcionará bajo un esquema continuo, con recirculación de corrientes, recuperación de metanol y control térmico del proceso. Las actividades de mantenimiento estarán orientadas a conservar la integridad mecánica y funcional de los equipos, sistemas de tuberías, instrumentos de control, sistemas de enfriamiento, filtros, bombas, tanques, diques y dispositivos de seguridad.

El mantenimiento podrá ser preventivo, correctivo o predictivo, y se realizará conforme a programas internos, procedimientos operativos y criterios de seguridad industrial, con el objetivo de evitar fugas, derrames, emisiones no controladas, fallas operativas o condiciones inseguras.

Integración ambiental del proyecto

En conjunto, la infraestructura de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca se encuentra diseñada bajo un esquema de proceso cerrado, continuo e interconectado, con recirculación de insumos, recuperación de materia prima, recuperación de energía térmica y control de corrientes de proceso.

Esta configuración contribuye a la reducción de emisiones de compuestos orgánicos volátiles, el uso eficiente de recursos, la disminución de pérdidas de materia prima y la prevención de impactos ambientales asociados al manejo de metanol y formaldehído. Asimismo, la ubicación de equipos y tanques en áreas con contención secundaria permite minimizar riesgos de afectación al suelo, drenajes o infraestructura aledaña, alineándose con criterios de prevención, mitigación y seguridad ambiental.

Consideraciones ambientales y de control del proceso

El proceso opera bajo un esquema continuo, cerrado e integrado, con recirculación de corrientes, recuperación de metanol y aprovechamiento energético mediante intercambio térmico. Esta configuración permite minimizar pérdidas de materia prima, reducir emisiones de compuestos orgánicos volátiles, mejorar la eficiencia energética y mantener un control operativo estable.

La planta incorpora equipos auxiliares de enfriamiento, filtración, suavización, desmineralización, absorción, destilación y recuperación, los cuales contribuyen al control de las variables críticas del proceso y a la reducción de impactos ambientales.

Asimismo, el almacenamiento de metanol y formaldehído se realizará en tanques ubicados en diques de contención, lo que permite reducir riesgos asociados a derrames. La operación estará complementada con sistemas de seguridad industrial, atención a emergencias, equipos

contra incendio, regaderas de emergencia, sistemas de contención y procedimientos de operación segura.

Por lo anterior, el proyecto se considera una actividad industrial química de transformación, desarrollada en sistema continuo, con equipos principales y auxiliares dimensionados para garantizar la estabilidad operativa, la eficiencia del proceso, la recuperación de materia prima, el control de emisiones y el almacenamiento seguro de sustancias químicas peligrosas.

c) Naturaleza de los procesos (continuos o por lotes) y tipo de operación

El proceso de producción de formaldehído (formol) que se llevará a cabo en la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca corresponde a un proceso continuo, debido a que las materias primas principales, metanol y aire, son alimentadas de manera constante al sistema, manteniendo un flujo ininterrumpido a través de las diferentes etapas del proceso: recepción y almacenamiento de materia prima, preparación y suministro al reactor, vaporización, oxidación catalítica, condensación, absorción, destilación, recuperación de metanol y almacenamiento de producto terminado.

Las operaciones unitarias se encuentran integradas en una línea de producción interconectada, en la cual las corrientes intermedias son transferidas directamente de una etapa a otra, sin interrupciones operativas. Esta configuración permite mantener condiciones estables de temperatura, presión y caudal, favoreciendo una mayor eficiencia en la conversión química, mejor control de la calidad del producto final y optimización en el uso de materias primas.

En este sentido, no se contemplan procesos por lotes, ya que la naturaleza del proceso químico y la configuración de los equipos están diseñadas para operar de manera continua. No obstante, durante las etapas de arranque y paro se presentan fases de estabilización gradual, en las cuales se ajustan progresivamente las condiciones de operación hasta alcanzar o disminuir los parámetros óptimos del sistema, sin que ello modifique la naturaleza continua del proceso productivo.

La planta está diseñada para una operación permanente bajo un esquema industrial aproximado de 24 horas al día, 7 días a la semana y 50 semanas al año, equivalente a

alrededor de 8,400 horas anuales de operación efectiva, sujeto a paros programados por mantenimiento preventivo, correctivo, ajustes operativos o condiciones de seguridad.

d) Capacidad de diseño y criterios generales

La Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca ha sido diseñada como un sistema continuo de producción, en el cual la capacidad de los equipos se encuentra dimensionada de manera integral para garantizar la estabilidad operativa, la eficiencia de conversión, la recuperación de materia prima y la seguridad del proceso.

En términos generales, la capacidad de diseño de los equipos está determinada por la producción de formaldehído en solución acuosa en concentraciones comerciales, considerando un régimen de operación continua. Los equipos principales y auxiliares han sido dimensionados conforme a balances de materia y energía, requerimientos térmicos, caudales de operación, condiciones de presión y temperatura, así como factores de seguridad y márgenes operativos.

La capacidad del sistema considera la alimentación continua de metanol y aire, la conversión catalítica del metanol a formaldehído, la absorción del formaldehído gaseoso en agua, la recuperación de metanol no reaccionado y el almacenamiento seguro del producto terminado.

El diseño incorpora equipos auxiliares de enfriamiento, filtración, suavización, desmineralización, recuperación, intercambio térmico y contención, los cuales permiten mantener la estabilidad del sistema, optimizar el uso de materias primas, reducir pérdidas de proceso y controlar las emisiones.

Asimismo, la infraestructura de seguridad y contención, incluyendo diques, sistemas de almacenamiento en áreas delimitadas y equipos de control operativo, permite reducir los riesgos asociados al manejo de sustancias inflamables y tóxicas, particularmente metanol y formaldehído.

En conjunto, la operación continua y permanente del proyecto permite una mayor eficiencia energética, mejor control de emisiones y optimización en el uso de materias primas, contribuyendo a la reducción de impactos ambientales asociados al proceso productivo. **El**

DTI se integra en el Anexo 12 ***DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL.***

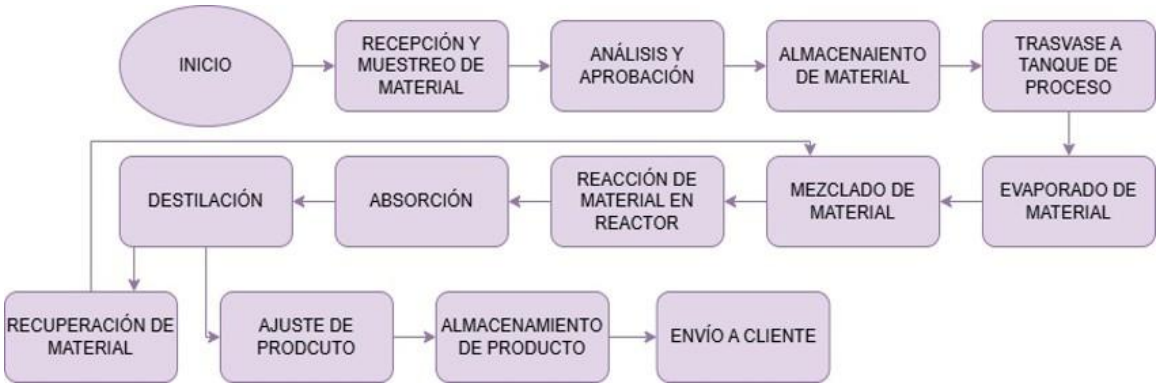

Ilustración 12-. DTI y diagrama de proceso Planta II

Se presenta la capacidad de diseño de los equipos que intervienen en la operación del proceso.

Tabla 11.- Capacidad de diseño de los equipos.

Cant.	Equipo	Nomenclatura del equipo propuesta	Capacidad
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			
[redacted]			

[redacted]			

e) Totalidad de los servicios requeridos para el desarrollo de las operaciones y/o procesos industriales

Para la operación de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca se requiere la disponibilidad de servicios industriales básicos y auxiliares, los cuales permitirán el funcionamiento integral de los equipos de proceso, el control de las variables operativas, la estabilidad térmica del sistema, la recuperación de materias primas y la atención de condiciones de seguridad y emergencia.

Los servicios requeridos se encuentran asociados principalmente al suministro de energía eléctrica, agua de proceso, agua de dilución, agua helada, aire de proceso, vapor, enfriamiento, control e instrumentación, seguridad industrial, drenaje y manejo de corrientes residuales.

En términos generales, dichos servicios serán proporcionados mediante infraestructura existente en el complejo industrial y mediante equipos auxiliares propios de la Planta II, sin requerir la construcción de obras externas adicionales.

Energía eléctrica

La planta requiere suministro de energía eléctrica para la operación de equipos electromecánicos y auxiliares, incluyendo bombas de proceso, sopladores, sistemas de control, instrumentación, iluminación, chiller, equipos de filtración, sistemas de enfriamiento y demás dispositivos asociados a la operación continua.

La energía eléctrica será suministrada a través de la infraestructura eléctrica existente en el sitio industrial. Este servicio es indispensable para mantener la operación de los equipos de transferencia, control y acondicionamiento, así como para las etapas de arranque, estabilización y paro del proceso.

Agua de proceso, dilución y servicios auxiliares

El proyecto requiere agua para diferentes usos dentro del proceso y servicios asociados. El agua será utilizada principalmente en las etapas de absorción, condensación, dilución, enfriamiento y servicios auxiliares.

El sistema contará con un tanque de [redacted] con capacidad de [redacted] utilizado para el ajuste de concentración del formaldehído y para el suministro controlado al sistema de absorción. Asimismo, se contará con un tanque de agua helada [redacted], destinado al control térmico de las corrientes del proceso.

Para asegurar la calidad del agua empleada en las etapas críticas del sistema, se contará con filtros [redacted] ambos con capacidad [redacted] Estos equipos permiten reducir la presencia de sales e impurezas que pudieran generar incrustaciones, afectar la eficiencia de transferencia de calor o interferir con la calidad del producto.

Vapor y energía térmica

El proceso requiere energía térmica para el acondicionamiento del metanol, la vaporización, el arranque del sistema, el control térmico de corrientes y la operación de equipos de separación. Para ello, la planta contará con una [redacted] con capacidad [redacted] así como con un calentador de aceite térmico [redacted] con capacidad de [redacted]

Adicionalmente, se integran dos tanques recuperadores de aceite térmico [redacted] con capacidades [redacted], los cuales permiten apoyar el manejo y recuperación del fluido térmico utilizado en el sistema.

Durante la operación normal, la reacción de oxidación catalítica del metanol es exotérmica, por lo que el sistema aprovecha parte de la energía térmica generada en el proceso, reduciendo la demanda de energía externa y favoreciendo la eficiencia energética de la planta.

Aire de proceso

El aire atmosférico constituye un insumo indispensable para la reacción de oxidación catalítica del metanol, al proporcionar el oxígeno requerido para la conversión a formaldehído.

El suministro de aire se realizará mediante dos sopladores modelo [redacted] identificados como [redacted] El sistema se complementa con un pulmón de aire vertical [redacted] con capacidad de [redacted] un intercambiador de aire [redacted] con capacidad de [redacted], y un mezclador [redacted], con capacidad de [redacted]

Estos equipos permiten regular el flujo de aire, estabilizar la alimentación y favorecer una mezcla controlada aire–metanol antes de su ingreso al reactor, lo cual es esencial para la eficiencia de conversión y la seguridad del proceso.

Sistema de enfriamiento

El control térmico del proceso es uno de los servicios auxiliares más relevantes para la operación de la Planta II, ya que permite mantener las condiciones adecuadas en las etapas de condensación, absorción, destilación, recuperación y almacenamiento.

El sistema de enfriamiento estará integrado por un chiller [redacted], con presión de operación de [redacted]; seis [redacted] con capacidad de [redacted]; y cinco tanques suavizadores [redacted], con capacidades de [redacted], respectivamente.

Asimismo, se contará con intercambiadores de calor asociados al sistema de absorción y acondicionamiento, entre ellos los equipos [redacted], así como el [redacted], utilizado para el intercambio térmico entre el agua de [redacted]

Este sistema permite controlar la temperatura de las corrientes líquidas y gaseosas, incrementar la eficiencia de absorción del formaldehído y mantener la estabilidad operativa del proceso.

Servicios de control, instrumentación y monitoreo

La planta contará con sistemas de control e instrumentación para el monitoreo de variables críticas como temperatura, presión, flujo, nivel y condiciones de operación de los principales equipos.

Estos sistemas permitirán operar el proceso de manera segura y continua, detectar desviaciones operativas, activar acciones de control y optimizar el consumo de insumos. El monitoreo de las condiciones de proceso resulta especialmente relevante en el evaporador, reactor, torres de absorción, torres de destilación, tanques de almacenamiento, sistemas de enfriamiento y líneas de transferencia.

Sistemas de seguridad y atención a emergencias

Considerando que el proyecto implica el manejo de sustancias químicas peligrosas, principalmente metanol y formaldehído, la planta contará con infraestructura y servicios de seguridad para la prevención y atención de emergencias.

Entre los sistemas considerados se incluyen diques de contención en las áreas de almacenamiento, equipos contra incendio, extintores, hidrantes, monitores, sistemas de espuma, regaderas de emergencia, lavaojos, señalización, rutas de evacuación, procedimientos de operación segura y sistemas de control de proceso.

Los diques de contención permitirán contener posibles derrames en las áreas de almacenamiento de metanol, formaldehído, agua de proceso y equipos auxiliares, reduciendo el riesgo de afectación al suelo, drenajes o infraestructura aledaña.

Drenaje y manejo de corrientes residuales

La planta utilizará la infraestructura de drenaje existente en el sitio industrial, considerando la separación y control de corrientes conforme a su naturaleza. Las corrientes líquidas generadas durante la operación serán manejadas de forma controlada, priorizando la recirculación, recuperación y aprovechamiento interno cuando sea técnicamente posible.

El diseño del proceso contempla la recuperación de metanol no reaccionado mediante el sistema de destilación y recuperación, lo que reduce pérdidas de materia prima y disminuye la generación de corrientes residuales. Asimismo, las áreas de almacenamiento y proceso contarán con contención secundaria para evitar descargas accidentales no controladas.

Servicios auxiliares adicionales

Además de los servicios principales, la operación de la Planta II requerirá servicios auxiliares complementarios, tales como iluminación industrial, ventilación, comunicación interna, acceso para unidades de suministro de materia prima, acceso para retiro de producto terminado, áreas de maniobra, mantenimiento de equipos, limpieza industrial y disponibilidad de refacciones críticas.

Estos servicios permitirán mantener la continuidad operativa, facilitar las actividades de mantenimiento y asegurar condiciones adecuadas para el personal operativo y de supervisión.

Consideraciones generales

En conjunto, los servicios requeridos para la operación de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca se encuentran vinculados directamente con el funcionamiento del proceso continuo de producción de formaldehído. La disponibilidad de energía eléctrica, agua, aire de proceso, vapor, enfriamiento, instrumentación, seguridad y drenaje permite garantizar condiciones estables de operación, control de emisiones, recuperación de materia prima y reducción de riesgos.

La infraestructura existente en el sitio y los equipos auxiliares propios del proyecto permiten cubrir los requerimientos del proceso sin necesidad de desarrollar obras externas adicionales. Asimismo, el diseño considera criterios de eficiencia en el uso de recursos, recirculación de corrientes, aprovechamiento de energía térmica, control de emisiones y prevención de impactos ambientales asociados al manejo de metanol y formaldehído.

f) Innovaciones del proceso respecto a tecnologías convencionales

El proceso propuesto para la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca corresponde a una tecnología de oxidación catalítica de metanol en fase gaseosa, ampliamente utilizada a nivel industrial para la producción de formaldehído en solución acuosa. Si bien no se trata de una tecnología experimental, el diseño del proyecto incorpora mejoras operativas, de integración energética, recuperación de materia prima, control térmico y manejo de corrientes, que permiten optimizar el desempeño ambiental y operativo en comparación con esquemas convencionales con menor grado de automatización, recirculación o recuperación.

La configuración del proceso considera una operación continua, cerrada e interconectada, en la que las materias primas y corrientes intermedias son conducidas mediante sistemas de tuberías y equipos de proceso, reduciendo manipulaciones abiertas y favoreciendo el control de variables críticas como temperatura, presión, flujo, concentración y niveles. Asimismo, se integran sistemas de absorción en múltiples etapas, destilación para recuperación de metanol, aprovechamiento de energía térmica, equipos de enfriamiento y servicios auxiliares que permiten una operación más estable, eficiente y ambientalmente controlada.

A continuación, se describen las principales ventajas e innovaciones operativas del proceso respecto a tecnologías convencionales.

Empleo de materiales contaminantes y utilización de recursos naturales

El proceso opera bajo un esquema cerrado con recirculación de corrientes, lo que permite reducir pérdidas de materia prima, particularmente metanol, mediante su recuperación en la etapa de destilación y su reincorporación al sistema. Esta condición disminuye la necesidad de consumo adicional de materia prima y reduce la generación de corrientes residuales asociadas a metanol no reaccionado.

A diferencia de procesos menos eficientes, donde pueden presentarse mayores pérdidas de insumos por evaporación, purgas o manejo abierto, la Planta II incorpora equipos de recuperación, filtración, mezclado y retorno de metanol, lo que favorece el aprovechamiento integral de los materiales utilizados en el proceso.

Asimismo, el proyecto se desarrollará dentro de un predio industrial previamente intervenido, por lo que no requiere la ocupación de nuevas áreas naturales, remoción de vegetación ni cambio de uso de suelo forestal. Esta condición reduce la presión sobre recursos naturales como suelo, vegetación y hábitat, al aprovechar infraestructura y servicios existentes dentro del complejo industrial.

Gasto de energía

Una de las principales ventajas del proceso es la integración de mecanismos de aprovechamiento energético. La oxidación catalítica del metanol es una reacción exotérmica, por lo que, una vez estabilizado el sistema, parte del calor generado puede ser aprovechado dentro del propio proceso, particularmente para el precalentamiento y vaporización del metanol.

El sistema incorpora equipos de intercambio térmico, precalentadores, evaporador, calentador de aceite térmico, caldereta y tanques recuperadores de aceite térmico, los cuales permiten controlar y aprovechar la energía térmica requerida en las distintas etapas del proceso. Esta integración disminuye la demanda de energía externa durante operación estable, en comparación con procesos que dependen en mayor medida de fuentes externas de calentamiento.

El uso de energía externa se concentra principalmente en las etapas de arranque, estabilización, control, bombeo, enfriamiento e instrumentación, mientras que durante la operación continua se favorece el aprovechamiento del calor de proceso, contribuyendo a una mayor eficiencia energética.

Generación de residuos

La generación de residuos durante la operación del proceso se considera limitada, debido a que la configuración del sistema favorece la recuperación y recirculación de corrientes

aprovechables. La recuperación de metanol no reaccionado mediante destilación permite reducir pérdidas de materia prima y disminuir la generación de residuos líquidos o corrientes con contenido orgánico aprovechable.

Asimismo, la operación en sistema cerrado reduce la necesidad de limpieza frecuente, manipulación abierta o purgas continuas, lo que contribuye a limitar la generación de residuos asociados al proceso. Los residuos que pudieran generarse estarán principalmente relacionados con actividades de mantenimiento, sustitución de filtros, manejo de empaques, limpieza industrial, residuos de laboratorio o materiales contaminados, los cuales deberán manejarse conforme a su naturaleza y a la normatividad aplicable.

En comparación con procesos con menor eficiencia de conversión o sin recuperación de materia prima, el sistema propuesto permite una menor generación de residuos y un mejor aprovechamiento de los insumos.

Generación de emisiones a la atmósfera

El proceso incorpora un sistema de absorción en múltiples etapas, integrado por tres torres de absorción, que permite capturar de manera eficiente el formaldehído generado en fase gaseosa y disolverlo en agua para formar formaldehído en solución acuosa. Esta configuración reduce la presencia de formaldehído y metanol en las corrientes gaseosas remanentes.

Adicionalmente, el control de variables de operación, como la relación aire–metanol, temperatura, presión y caudal, permite mantener condiciones estables de reacción y minimizar la formación de subproductos no deseados, tales como monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido fórmico y otros compuestos en baja concentración.

En comparación con sistemas convencionales con menor número de etapas de absorción o sin recuperación eficiente de corrientes, el proceso propuesto permite reducir la emisión potencial de compuestos orgánicos volátiles y mejorar el control de las corrientes gaseosas antes de su liberación.

Consumo de agua

El proceso requiere agua para las etapas de absorción, dilución, enfriamiento y servicios auxiliares; sin embargo, su diseño incorpora medidas que permiten optimizar su uso. Entre ellas se encuentran la recirculación de líquidos de absorción, el empleo de agua de dilución controlada, el uso de agua helada para control térmico y la operación de sistemas de enfriamiento con recirculación.

La incorporación de equipos como tanque de agua de dilución, tanque de agua helada, chiller, torres de enfriamiento, filtros desmineralizadores y tanques suavizadores permite mantener la calidad y temperatura del agua empleada en el proceso, evitando consumos excesivos y reduciendo la necesidad de reposición continua.

Frente a esquemas con enfriamiento abierto, sin recirculación o con menor control de calidad del agua, la configuración propuesta contribuye a un uso más eficiente del recurso hídrico.

Generación de aguas residuales

La generación de aguas residuales de proceso se considera limitada, toda vez que gran parte del agua utilizada participa en circuitos de recirculación, absorción, dilución o enfriamiento. Asimismo, no se prevén descargas continuas directas provenientes del proceso productivo, ya que las corrientes líquidas son controladas, reincorporadas o manejadas internamente conforme a su naturaleza.

El sistema de recuperación de metanol y la operación controlada de las torres de absorción y destilación permiten reducir la generación de corrientes líquidas con contenido orgánico aprovechable. En caso de generarse aguas residuales derivadas de mantenimiento, limpieza o purgas controladas, estas deberán ser manejadas conforme a la infraestructura de drenaje existente, permisos aplicables y procedimientos internos de control ambiental.

Esta condición representa una mejora frente a procesos que generan purgas frecuentes, descargas directas o corrientes líquidas sin aprovechamiento interno.

Control operativo e instrumentación

Otra mejora relevante respecto a tecnologías convencionales es la integración de sistemas de instrumentación y control para el monitoreo de variables críticas del proceso. El seguimiento de temperatura, presión, caudales, niveles y condiciones de operación permite detectar

desviaciones, corregir oportunamente condiciones anormales y mantener la estabilidad del sistema.

El control operativo contribuye directamente a la seguridad industrial, eficiencia de conversión, reducción de emisiones, prevención de fugas y optimización del consumo de insumos. Esta condición es particularmente relevante debido al manejo de sustancias peligrosas como metanol y formaldehído.

Consideraciones generales

En conjunto, las innovaciones del proceso no se basan en la sustitución completa de la tecnología convencional de producción de formaldehído, sino en la incorporación de mejoras de diseño, control, recirculación, recuperación de materia prima, aprovechamiento energético y eficiencia en el uso de agua.

Estas características permiten que la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca opere bajo un esquema más eficiente y ambientalmente controlado, reduciendo el consumo de insumos, la generación de residuos, las emisiones potenciales a la atmósfera y la generación de aguas residuales, al tiempo que incrementa la seguridad y estabilidad del proceso productivo.

g) Informar si contarán con sistemas para reutilizar el agua y describir en caso afirmativo.

El proyecto cuenta con un sistema de recirculación de agua para las actividades de enfriamiento. El sistema estará integrado por el chiller [redacted], el tanque de agua helada [redacted], las seis torres de enfriamiento [redacted] y los intercambiadores de calor.

El agua circulará entre estos equipos para retirar el calor generado durante la condensación y absorción del formaldehído. Después del intercambio térmico, regresará al sistema para ser enfriada y utilizada nuevamente. Únicamente se agregará agua de reposición para compensar las pérdidas por evaporación, purgas y mantenimiento.

h) Sistemas para la cogeneración y/o recuperación de energía

El proyecto de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca no contempla la instalación de sistemas de cogeneración de energía eléctrica o térmica como parte de su infraestructura. Es decir, no se prevé la generación simultánea de energía eléctrica y energía térmica aprovechable mediante equipos específicos de cogeneración, tales como turbinas, motores de combustión interna, calderas de recuperación acopladas a generación eléctrica u otros sistemas equivalentes.

No obstante, el proceso productivo sí incorpora mecanismos de recuperación y aprovechamiento de energía térmica a nivel de proceso, principalmente derivados de la naturaleza exotérmica de la reacción de oxidación catalítica del metanol. Durante esta etapa, el metanol en fase gaseosa reacciona con el oxígeno del aire en el reactor de haz [redacted] generando formaldehído y liberando calor como parte de la reacción química.

La energía térmica contenida en las corrientes calientes del proceso es aprovechada mediante equipos de intercambio de calor, precalentamiento y vaporización, lo que permite reducir la demanda de energía externa durante la operación estable. En particular, el sistema cuenta con precalentadores [redacted] y [redacted], los cuales contribuyen al acondicionamiento térmico del metanol previo a su ingreso al reactor.

Asimismo, el proyecto integra equipos auxiliares para el manejo térmico del proceso, tales como el c[redacted] los tanques recuperadores de [redacted] los cuales permiten apoyar las etapas de arranque, estabilización y control térmico del sistema. Estos equipos no constituyen un sistema de cogeneración, pero sí forman parte del esquema de aprovechamiento y administración de energía térmica del proceso.

La recuperación de calor permite mejorar la eficiencia energética de la planta, al disminuir la necesidad de aporte externo de energía para el precalentamiento y vaporización del metanol. Esta condición resulta especialmente relevante durante la operación continua, ya que una vez estabilizado el sistema, el calor generado por la propia reacción contribuye al mantenimiento de las condiciones operativas requeridas.

Adicionalmente, el sistema de condensación, absorción y enfriamiento cuenta con [redacted]

[redacted] los cuales permiten retirar el calor excedente de las corrientes de proceso y mantener condiciones adecuadas de temperatura en las etapas de absorción, destilación, recuperación y almacenamiento.

En este sentido, si bien el proyecto no considera cogeneración en sentido estricto, sí incorpora medidas de eficiencia energética mediante recuperación, transferencia y control de energía térmica dentro del proceso productivo. Estas medidas permiten optimizar el uso de energía, reducir consumos externos, mantener la estabilidad operativa y contribuir a la disminución de impactos ambientales asociados al gasto energético del proceso.

Por lo anterior, el sistema puede considerarse como un proceso con recuperación interna de energía térmica, mas no como un sistema de cogeneración.

i) Estimación de emisiones a la atmósfera y comparación con y sin medidas de control

Durante la operación de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca, las emisiones potenciales a la atmósfera estarán asociadas principalmente a la etapa de oxidación catalítica del metanol, al sistema de condensación y absorción, a la recuperación de metanol y, en menor medida, a equipos auxiliares de calentamiento, enfriamiento y almacenamiento.

Los contaminantes potencialmente asociados al proceso corresponden principalmente a compuestos orgánicos volátiles (COV), particularmente formaldehído y metanol. La generación de estos compuestos depende de la eficiencia de conversión del reactor, la relación aire–metanol, la temperatura de operación, el tiempo de residencia, la eficiencia de absorción y las condiciones de recuperación de metanol.

El proceso propuesto incorpora medidas de control desde el diseño, entre las que destacan la operación en sistema cerrado, la alimentación controlada de metanol y aire, el reactor d[redacted], el sistema de absorción en tres etapas [redacted], así como los sistemas de recuperación, filtración y almacenamiento de metanol y formaldehído.

Escenario sin medidas de control

En un escenario teórico sin medidas de control, la corriente gaseosa posterior a la reacción catalítica podría contener concentraciones relevantes de formaldehído en fase gaseosa, metanol no reaccionado, vapor de agua, nitrógeno, CO, CO_2 y trazas de subproductos. Bajo esta condición hipotética, la ausencia de absorción, condensación y recuperación provocaría una liberación directa de COV a la atmósfera, incrementando significativamente la emisión de formaldehído y metanol.

De manera referencial, la literatura técnica de procesos industriales de producción de formaldehído indica que, en sistemas sin control eficiente de absorción, las emisiones de formaldehído y metanol pueden presentarse en concentraciones elevadas, dependiendo de la eficiencia del reactor y de las condiciones de operación. En este escenario, las emisiones serían ambientalmente significativas, principalmente por la toxicidad del formaldehído, la volatilidad del metanol y su contribución como compuestos orgánicos volátiles.

Este escenario no corresponde a la operación real del proyecto, ya que la Planta II ha sido diseñada con sistemas de absorción, enfriamiento, recuperación y control de proceso.

Escenario con medidas de control incorporadas al proyecto

En el escenario real de operación, las emisiones serán controladas mediante un sistema de absorción en múltiples etapas, conformado por [redacted], en las cuales el formaldehído gaseoso es absorbido en agua para formar formaldehído en solución acuosa. Este sistema permite reducir de manera significativa la presencia de formaldehído y metanol en la corriente gaseosa final.

Adicionalmente, el sistema de destilación y recuperación permite separar el metanol no reaccionado y reincorporarlo al proceso mediante el tanque de recuperación [redacted] el filtro de metanol con carbón activado [redacted] y el tanque de mezclado de metanol virgen y recuperado [redacted] Esta recirculación reduce pérdidas de materia prima y disminuye la carga potencial de COV en las corrientes residuales.

El control térmico mediante intercambiadores, chiller, torres de enfriamiento, agua helada y sistemas de recirculación contribuye a mantener condiciones adecuadas de condensación y absorción, favoreciendo la eficiencia de captura de compuestos orgánicos. Asimismo, el

control de la relación aire–metanol, temperatura, presión y flujo en el reactor permite minimizar la formación de subproductos como CO, CO_2, metano y ácido fórmico.

En consecuencia, las emisiones finales a la atmósfera estarán conformadas principalmente por nitrógeno, vapor de agua y trazas residuales de compuestos orgánicos y gases de reacción, en concentraciones significativamente menores respecto del escenario sin control.

Tabla 12.- Medidas de control

Parámetro / contaminante	**Escenario sin medidas de control**	**Escenario con medidas de control del proyecto**	**Reducción esperada**
Formaldehído	Alta emisión potencial por liberación directa de gases de reacción.	Emisión residual posterior a absorción en tres etapas.	Alta, por absorción y condensación.
Metanol	Alta emisión potencial por presencia de metanol no reaccionado.	Emisión residual reducida por absorción, destilación y recuperación.	Alta, por recuperación y recirculación.
COV totales	Elevados por ausencia de captura y recuperación.	Bajos a moderados, controlados mediante sistema cerrado y absorción.	Alta.
CO	Puede incrementarse por condiciones no controladas de reacción.	Controlado mediante operación estable del reactor.	Media.
CO_2	Asociado a reacciones secundarias y consumo energético.	Presente en baja proporción relativa, dependiente de	Media a baja.

		condiciones de operación.	
Emisiones fugitivas	Potenciales por manejo abierto de sustancias.	Reducidas por operación en sistema cerrado, tuberías, tanques y contención.	Alta.

Estimación semicuantitativa

La estimación preliminar de emisiones se realiza de forma semicuantitativa, considerando el comportamiento típico del proceso y las medidas de control incorporadas al diseño. En términos generales, se espera que el sistema de absorción en tres etapas y la recuperación de metanol permitan reducir la emisión potencial de formaldehído y metanol en porcentajes altos, típicamente superiores al 95% respecto de un escenario sin control, siempre que los equipos operen dentro de sus parámetros de diseño.

Tabla 13.- Estimación semicuantitativa de emisiones

Concepto	**Sin control**	**Con control mediante absorción, recuperación y recirculación**
Formaldehído en corriente gaseosa	Alto	Bajo / residual
Metanol no reaccionado emitido	Alto	Bajo / residual
Pérdida de materia prima	Alta	Baja

Potencial de olor y exposición	Alto	Bajo, sujeto a operación y mantenimiento
Riesgo de emisiones fugitivas	Medio a alto	Bajo a medio, con inspección y mantenimiento preventivo

La cuantificación final de emisiones deberá sustentarse, en su caso, mediante balances de materia, fichas técnicas de los equipos, memorias de cálculo, condiciones reales de operación, eficiencia de absorción, eficiencia de recuperación de metanol y mediciones directas en fuente fija una vez que la planta se encuentre en operación.

Emisiones por combustión o energía auxiliar

El proyecto no contempla el uso continuo de combustibles fósiles como fuente principal de energía durante la operación normal del proceso, debido a que la reacción de oxidación catalítica del metanol es exotérmica y, una vez estabilizada, contribuye al mantenimiento térmico del sistema.

No obstante, durante etapas de arranque, paro, estabilización o mantenimiento, se puede requerir energía auxiliar para equipos como caldereta, calentador de aceite térmico, evaporador, bombas, sopladores, chiller e instrumentación. Las emisiones indirectas asociadas a estos servicios corresponderán principalmente a CO_2 y, en menor proporción, a NOx, utilizando diesel como combustible alterno. Estas emisiones se consideran temporales o auxiliares y no representan la principal fuente emisora del proyecto.

Medidas de prevención y control de emisiones

Para reducir las emisiones potenciales a la atmósfera, el proyecto considera las siguientes medidas:

- Operación del proceso en sistema cerrado e interconectado.
- Alimentación controlada de metanol y aire al reactor.
- Control de temperatura, presión, nivel y caudal en las etapas críticas.

- Absorción de formaldehído en tres torres en serie.
- Recirculación de corrientes líquidas de absorción.
- Recuperación de metanol no reaccionado mediante destilación.
- Reincorporación de metanol recuperado al proceso.
- Control térmico mediante intercambiadores, agua helada, chiller y torres de enfriamiento.
- Almacenamiento de metanol y formaldehído en tanques ubicados en diques de contención.
- Mantenimiento preventivo a bombas, válvulas, bridas, sellos, tuberías y equipos de proceso.
- Inspección periódica para prevenir emisiones fugitivas.
- Monitoreo de variables críticas desde el sistema de control

I.5.2.2 Programa general de trabajo

Tabla 14.- Programa general de trabajo.

I.5.2.3 Preparación del sitio

Para el presente proyecto no se contempla una etapa de preparación del sitio, toda vez que la Planta II de Formaldehído se ubica dentro de un predio industrial previamente intervenido y con infraestructura instalada. El área donde se localiza el proyecto forma parte del complejo industrial de FENO RESINAS, S.A. DE C.V., Planta Tizayuca, por lo que no se requerirá la apertura de nuevas superficies, remoción de vegetación natural, despalme, nivelación, compactación, excavaciones, rellenos, modificación del relieve o cambio de uso de suelo.

El sitio del proyecto corresponde a una superficie industrial existente, localizada dentro del Parque Industrial Tizayuca, en un entorno con vocación industrial consolidada. En este sentido, las condiciones físicas del área ya son compatibles con el uso industrial del predio, y

no se identifican actividades pendientes de preparación que deban ejecutarse como parte del alcance actual del proyecto.

Asimismo, no se prevé la habilitación de caminos de acceso, patios de maniobra temporales, bancos de material, campamentos, almacenes provisionales de obra o zonas de tiro, debido a que el proyecto aprovechará la infraestructura, vialidades internas, servicios auxiliares, accesos y áreas operativas existentes dentro del establecimiento.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental se formula bajo un enfoque de regularización de infraestructura existente, por lo que la evaluación se centra en los impactos ambientales asociados a la operación y mantenimiento de la Planta II de Formaldehído, y no en actividades de preparación del sitio.

En virtud de lo anterior, se concluye que la etapa de preparación del sitio no resulta aplicable al proyecto en su condición actual, al no contemplarse actividades futuras de acondicionamiento físico del terreno.

I.5.2.4 Obras y actividades provisionales

El proyecto no contempla la ejecución de obras o actividades provisionales asociadas a preparación del sitio o construcción, ya que la infraestructura principal de la Planta II de Formaldehído se encuentra instalada dentro del complejo industrial de FENO RESINAS, S.A. DE C.V., Planta Tizayuca.

Por lo anterior, no será necesaria la instalación de campamentos, dormitorios temporales, oficinas de obra, comedores provisionales, patios de maquinaria, almacenes temporales de materiales de construcción, talleres provisionales, plantas de concreto, zonas de acopio de material pétreo, sanitarios portátiles asociados a obra civil o áreas temporales de disposición de residuos de construcción.

Las actividades futuras del proyecto se desarrollarán utilizando la infraestructura permanente del establecimiento, incluyendo accesos internos, áreas de almacenamiento, servicios sanitarios, áreas administrativas, instalaciones eléctricas, red hidráulica, sistema de drenaje, sistemas contra incendio, áreas de mantenimiento y demás servicios auxiliares disponibles en la planta.

En caso de requerirse actividades menores de revisión, ajuste, mantenimiento, calibración o sustitución de componentes durante la etapa de operación, éstas se realizarán dentro de las áreas existentes y bajo los procedimientos internos de seguridad, mantenimiento y control ambiental de la empresa. Dichas actividades no implicarán la habilitación de obras provisionales ni la ocupación temporal de superficies adicionales fuera del área industrial existente.

Por tanto, para efectos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, no se identifican obras provisionales que puedan generar impactos ambientales adicionales a los evaluados para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

I.5.2.5 Etapa de construcción

La etapa de construcción no forma parte del alcance actual del proyecto sometido a evaluación, toda vez que la Planta II de Formaldehído corresponde a infraestructura existente dentro del complejo industrial de FENO RESINAS, S.A. DE C.V., Planta Tizayuca.

En este sentido, el presente estudio no contempla la ejecución futura de obras civiles, cimentaciones, montaje estructural, edificación de naves, instalación de equipos principales, apertura de zanjas, construcción de diques, instalación de plataformas, montaje de torres, tendido de nuevas redes principales o cualquier otra actividad constructiva asociada al establecimiento de una nueva planta.

La Manifestación de Impacto Ambiental se desarrolla bajo un enfoque de regularización de infraestructura ya instalada, por lo que la etapa constructiva se considera concluida y no forma parte de las actividades que se pretenden ejecutar a partir de la autorización ambiental correspondiente.

Por lo anterior, se concluye que la etapa de construcción no resulta aplicable dentro del programa actual del proyecto, ya que no se prevén actividades constructivas futuras y el alcance de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se limita a la operación, mantenimiento y abandono referencial de la Planta II de Formaldehído.

I.5.2.6 Etapa de operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación, la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca funcionará como una unidad industrial de transformación química, destinada a la producción continua de formaldehído en solución acuosa, comúnmente denominado formol, mediante la oxidación catalítica de metanol en fase gaseosa.

La operación se desarrollará en un sistema continuo, cerrado e interconectado, integrado por equipos de almacenamiento, preparación de materia prima, vaporización, reacción catalítica, condensación, absorción, destilación, recuperación de metanol, ajuste de concentración, filtración, enfriamiento y almacenamiento de producto terminado.

Las actividades de mantenimiento estarán orientadas a conservar la integridad mecánica, funcional y operativa de los equipos, sistemas de tuberías, válvulas, bombas, instrumentos de control, sistemas de enfriamiento, filtros, tanques, diques de contención y dispositivos de seguridad. Dichas actividades se realizarán mediante programas de mantenimiento preventivo, correctivo y, en su caso, predictivo, conforme a procedimientos internos de seguridad, operación y control ambiental.

a) Descripción general del tipo de servicios y/o productos que se brindarán en las instalaciones

Durante la etapa de operación, la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca tendrá como actividad principal la producción de formaldehído en solución acuosa, en concentraciones comerciales tales como [redacted] de acuerdo con las especificaciones de producción y requerimientos del mercado.

El formaldehído producido será destinado tanto al consumo interno, como insumo para la fabricación de resinas sintéticas dentro de las mismas instalaciones industriales de FENO RESINAS, como a su comercialización externa, conforme a la demanda de clientes industriales. En este sentido, el proyecto se integra a la cadena productiva del sector químico, proporcionando un insumo intermedio utilizado en la fabricación de resinas, adhesivos, recubrimientos, materiales compuestos y otros productos derivados.

De manera complementaria, en las instalaciones se llevarán a cabo actividades asociadas al proceso productivo, entre las que se incluyen:

- Recepción y almacenamiento de metanol.
- Acondicionamiento, filtración y recuperación de metanol.
- Preparación de la mezcla aire–metanol.
- Oxidación catalítica de metanol.
- Condensación y absorción de formaldehído.
- Destilación y recuperación de metanol no reaccionado.
- Ajuste de concentración del formaldehído.
- Filtración, enfriamiento y almacenamiento de producto terminado.
- Control de calidad de materias primas, producto intermedio y producto terminado.
- Monitoreo de variables críticas del proceso.
- Despacho de producto para consumo interno o comercialización.

Asimismo, la planta contará con servicios internos necesarios para su operación, tales como energía eléctrica, aire de proceso, agua de dilución, agua helada, sistemas de enfriamiento, vapor o energía térmica auxiliar, instrumentación, control automatizado, sistemas de seguridad industrial y atención a emergencias.

En conjunto, las instalaciones operarán como una unidad industrial de producción continua de formaldehído, integrada al giro químico de la empresa y orientada a incrementar la capacidad productiva, mejorar la estabilidad operativa y fortalecer el suministro de insumos intermedios para procesos industriales propios y externos.

b) Tecnologías que se utilizarán, en especial las relacionadas con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos

La operación de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca se basa en una tecnología de oxidación catalítica de metanol en fase gaseosa, desarrollada en un sistema continuo, cerrado e interconectado. Esta tecnología integra operaciones unitarias de almacenamiento, transferencia de fluidos, filtración, intercambio de calor, vaporización, mezcla, reacción catalítica, absorción, enfriamiento, destilación, recuperación de materia prima y almacenamiento de producto terminado.

En materia de control de emisiones atmosféricas, el proyecto incorpora un sistema de absorción en múltiples etapas, [redacted] Este sistema permite reducir la emisión potencial de compuestos orgánicos volátiles, principalmente formaldehído y metanol, mediante su condensación, absorción y reincorporación al proceso.

El sistema de absorción se complementa con intercambiadores de calor P[redacted], así como con servicios de agua de dilución, agua helada, chiller, torres de enfriamiento y tanques suavizadores, los cuales permiten mantener condiciones adecuadas de temperatura y favorecer la eficiencia de captura de compuestos orgánicos.

Respecto al manejo de residuos líquidos o corrientes líquidas residuales, el proceso se encuentra diseñado para operar con recirculación interna de corrientes, particularmente en las etapas de absorción, enfriamiento, destilación y recuperación de metanol. La solución obtenida en el sistema de absorción es conducida a la etapa de destilación, donde se recupera metanol no reaccionado para su reincorporación al sistema, reduciendo pérdidas de materia prima y la generación de corrientes residuales con contenido orgánico aprovechable.

En cuanto a residuos sólidos, estos serán limitados y estarán asociados principalmente a actividades de mantenimiento, limpieza, sustitución de filtros, manejo de materiales filtrantes, empaques, refacciones, residuos de limpieza industrial y, eventualmente, manejo o sustitución de catalizador. Dichos residuos serán clasificados y manejados conforme a su naturaleza, distinguiendo entre residuos de manejo especial, residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos, según corresponda.

Adicionalmente, el proceso contempla tecnologías de eficiencia energética y recuperación de materia prima, tales como el aprovechamiento del calor de reacción mediante intercambiadores térmicos, el uso de precalentadores y evaporador, así como la recuperación de metanol mediante destilación. Estas tecnologías contribuyen indirectamente a la reducción de emisiones, residuos y consumo de insumos.

En conjunto, las tecnologías implementadas permiten un control integral de las emisiones y corrientes residuales generadas durante la operación, priorizando la prevención, la recirculación, la recuperación de materia prima, el control térmico y la eficiencia operativa.

c) Volumen y tipo de agua a utilizar, cruda y/o potable, y su fuente de suministro

Durante la operación de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca, el agua será utilizada principalmente en servicios de proceso, absorción, dilución, enfriamiento, acondicionamiento térmico, limpieza y servicios auxiliares. El proyecto considera el suministro y uso de agua cruda de la red municipal, de calidad controlada, y posteriormente dentro del proceso se divide en agua desmineralizada y agua helada, de acuerdo con las necesidades específicas de cada etapa del proceso.

El agua cruda será utilizada principalmente en servicios auxiliares, alimentación a sistemas de tratamiento interno, enfriamiento y reposición de circuitos de servicio. Por su parte, el agua desmineralizada será empleada en el sistema de absorción y en aquellas etapas donde se requiera evitar incrustaciones, presencia de sales o interferencias que pudieran afectar la eficiencia de transferencia de calor, la calidad del producto o la operación de equipos.

El agua de dilución será utilizada para el ajuste de concentración del formaldehído en solución acuosa, de acuerdo con las especificaciones comerciales requeridas. Para ello, la planta contará con un tanque de agua de dilución [redacted] con capacidad de [redacted] ubicado en dique en planta baja. Asimismo, el sistema contará con un tanque de agua helada [redacted] también con capacidad de [redacted] destinado al control térmico de corrientes de proceso.

Para el acondicionamiento del agua empleada en el proceso se contará con filtros desmineralizadores catión y anión, identificados como [redacted] ambos con capacidad [redacted]. Adicionalmente, el sistema de enfriamiento considera un

chiller [redacted] torres de enfriamiento [redacted] y tanques suavizadores [redacted]

El volumen de agua requerido dependerá de la capacidad de operación, régimen de producción, necesidades de reposición por evaporación, purgas controladas, arrastre, limpieza y condiciones de operación de los sistemas de absorción y enfriamiento. No obstante, el consumo se considera controlado, debido a que el proceso incorpora recirculación interna y circuitos de enfriamiento con reaprovechamiento de agua.

La fuente de suministro provendrá de la infraestructura existente del sitio industrial y/o del parque industrial donde se ubica la empresa, mediante las conexiones autorizadas correspondientes. No se contempla la explotación directa de cuerpos de agua superficiales ni la apertura de fuentes naturales adicionales como parte del proyecto.

En conjunto, el proyecto contempla un uso eficiente del recurso hídrico mediante recirculación, control de reposiciones, acondicionamiento de agua, sistemas cerrados de enfriamiento y dosificación controlada de agua de dilución, reduciendo la demanda de agua fresca y la generación de descargas líquidas.

d) Insumos, tipo y cantidad de combustible y/o energía necesaria para la operación

Durante la operación de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca, los insumos principales estarán constituidos por metanol y aire atmosférico. El metanol será utilizado como materia prima para la producción de formaldehído, mientras que el aire atmosférico proporcionará el oxígeno necesario para la reacción de oxidación catalítica.

El metanol será almacenado en los tanques [redacted], cada uno con capacidad de [redacted], ubicados en dique en planta baja. Posteriormente, será acondicionado, filtrado, mezclado y vaporizado antes de su alimentación al reactor. El proceso contempla además la recuperación de metanol no reaccionado mediante destilación, así como su reincorporación al sistema mediante el tanque de recuperación [redacted], el filtro de metanol con carbón activado [redacted] y el tanque de mezclado de metanol virgen y recuperado [redacted]

Como insumos auxiliares se emplearán agua de dilución, agua desmineralizada, agua helada, catalizador, materiales filtrantes, aceite térmico, refacciones, materiales de mantenimiento, reactivos de laboratorio y, en su caso, productos para limpieza o acondicionamiento de equipos. El catalizador utilizado en el reactor forma parte esencial del proceso de oxidación y tendrá una vida útil asociada a las condiciones de operación y mantenimiento del sistema.

En cuanto a energía, el proceso requiere principalmente energía eléctrica para la operación de bombas, sopladores, chiller, sistemas de control, instrumentación, iluminación, equipos auxiliares, válvulas, sistemas de transferencia y servicios de seguridad. El suministro eléctrico provendrá de la infraestructura existente en el sitio industrial.

El sistema también requiere energía térmica para el arranque, vaporización, precalentamiento y control térmico de corrientes. Para ello, se contará con equipos como la [redacted] el calentador de aceite térmico [redacted] los tanques recuperadores de aceite térmico [redacted]T, precalentadores [redacted] y evaporador [redacted]

Respecto al uso de combustibles, el proceso no considera al combustible fósil como insumo principal de producción, ya que la reacción de oxidación catalítica del metanol es exotérmica y, una vez estabilizada, contribuye al mantenimiento de las condiciones térmicas requeridas. Sin embargo, durante etapas de arranque, estabilización, paro o condiciones específicas de operación, podrá requerirse energía térmica auxiliar asociada a la operación de equipos de calentamiento o generación de vapor, conforme a las especificaciones técnicas de los equipos instalados.

Las cantidades específicas de insumos, energía eléctrica, energía térmica y, en su caso, combustible auxiliar estarán en función de la capacidad de producción, régimen de operación, programa de mantenimiento y balances de materia y energía del proceso. Dichos consumos deberán precisarse en los anexos técnicos correspondientes y actualizarse conforme a las condiciones reales de operación.

En conjunto, el proyecto se caracteriza por un consumo optimizado de insumos y energía, derivado de la operación continua, la recuperación de metanol no reaccionado, la recirculación de corrientes y el aprovechamiento de calor generado en la reacción

exotérmica, lo que contribuye a la eficiencia operativa y a la reducción de impactos ambientales.

e) Maquinaria y equipo

A continuación, se presenta la relación de la maquinaria y equipo utilizada en el proyecto, en la cual se considera sus identificadores, capacidades y ubicación, así como la etapa del proyecto en la que se utiliza, adjuntando además el programa de mantenimiento de dicha maquinaría.

Anexo 14. Programa de mantenimiento ***DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL..***

Tabla 15.- Relación de maquinaria y equipo

Cant.	Equipo	Nomenclatura del equipo propuesta	Capacidad	Ubicación	Etapa del proyecto
[redacted]					





[redacted]					
[redacted]					
[redacted]					
[redacted]					
[redacted]					
[redacted]					
[redacted]					

f) Otros recursos naturales que se aprovechen y su procedencia, tipo de maquinaria y equipo

Para la operación de la **Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca**, no se contempla el aprovechamiento directo de otros recursos naturales distintos al agua y al aire atmosférico utilizado como insumo en el proceso.

El aire atmosférico es empleado como fuente de oxígeno para la reacción de oxidación del metanol, siendo captado mediante sopladores y sometido a procesos de filtración antes de su incorporación al sistema, sin que ello implique una alteración significativa del entorno ni un aprovechamiento intensivo del recurso.

En cuanto a otros recursos naturales como suelo, flora o fauna, el proyecto no requiere su uso o extracción, ya que se desarrolla en un predio previamente impactado con uso de suelo industrial, dentro de un parque industrial consolidado.

Respecto al tipo de maquinaria y equipo asociado a estos recursos, el aire es manejado mediante sopladores industriales y sistemas de filtración, los cuales permiten su

acondicionamiento previo a su uso en el proceso. No se requiere maquinaria adicional para la extracción o aprovechamiento de otros recursos naturales.

g) Tipo y cantidad de sustancias que se utilizarán y almacenarán

Durante la operación de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca, se emplearán y almacenarán principalmente sustancias químicas asociadas al proceso productivo, así como materiales auxiliares necesarios para la operación y mantenimiento.

La materia prima principal es el metanol, el cual será almacenado en un conjunto de tanques con una capacidad total aproximada de [redacted] además de dos tanques contadores ([redacted]) con capacidad individual de [redacted] que permiten regular la alimentación al proceso.

El producto terminado corresponde a formaldehído en solución acuosa (formol) en concentraciones comerciales de aproximadamente [redacted], el cual será almacenado en dos tanques ([redacted]), diseñados para contener soluciones de formaldehído al 50%, con capacidad acorde a la producción continua de la planta.

Adicionalmente, se emplean **sustancias auxiliares** como agua de dilución, agua desmineralizada y agua para sistemas de enfriamiento (agua helada), las cuales son almacenadas en tanques específicos (M-74 y M-75) y utilizadas conforme a las necesidades del proceso.

En cuanto a **materiales de proceso**, se considera el uso de catalizador a base de plata, contenido en los reactores, así como materiales de empaque en las torres de absorción (porcelana, anillos tipo Rashing o similares), los cuales tienen una vida útil prolongada y son reemplazados de manera periódica durante actividades de mantenimiento.

Asimismo, se utilizarán **materiales auxiliares** como aceites térmicos, lubricantes, productos de limpieza industrial y materiales para mantenimiento, los cuales serán almacenados en cantidades menores y en áreas designadas, conforme a las condiciones de seguridad aplicables.

Todas las sustancias y materiales serán manejados y almacenados en sistemas adecuados (tanques, tuberías y contenedores cerrados), con infraestructura de contención secundaria como diques, lo que permite minimizar riesgos de fugas o derrames.

h) Tipo de reparaciones a sistemas, equipo, etc.

Durante la operación de la **Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca**, las reparaciones a sistemas y equipos estarán orientadas a mantener la continuidad operativa, la seguridad del proceso y el control ambiental, realizándose principalmente bajo esquemas de mantenimiento correctivo y mayor, conforme a la criticidad del equipo.

Las reparaciones contempladas incluyen intervenciones en equipos de proceso como reactores, torres de absorción y destilación, intercambiadores de calor, vaporizador, bombas, sopladores y sistemas de enfriamiento, así como en tanques de almacenamiento y redes de tuberías. Estas reparaciones podrán consistir en sustitución de componentes dañados, reparación de sellos, válvulas y conexiones, corrección de fugas, rehabilitación de superficies metálicas, cambio de empaques en torres, así como mantenimiento o reemplazo de catalizador en los reactores.

En los sistemas eléctricos, de instrumentación y control, las reparaciones incluirán la calibración o sustitución de sensores, válvulas automáticas, sistemas de medición, tableros eléctricos y componentes del sistema de control distribuido, asegurando el correcto monitoreo de las variables de operación.

Asimismo, se podrán realizar reparaciones en sistemas auxiliares y de seguridad, tales como equipos contra incendio, sistemas de enfriamiento, chillers, sistemas de bombeo y redes hidráulicas, garantizando su disponibilidad en todo momento.

Las actividades de reparación se llevarán a cabo de manera programada o no programada, dependiendo de la naturaleza de la falla, procurando su ejecución en condiciones controladas, con el equipo fuera de operación cuando sea necesario, y siguiendo procedimientos internos de seguridad industrial y protección ambiental.

i) Generación, manejo y descarga de aguas residuales

Durante la operación de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca, la generación de aguas residuales será limitada, debido a que el proceso productivo opera principalmente bajo un esquema de sistemas cerrados y recirculación interna de corrientes, particularmente en las etapas de absorción, enfriamiento, recuperación y ajuste de producto.

Las corrientes de proceso que contienen formaldehído, metanol o mezclas asociadas a la producción de formol no se descargan de manera directa al drenaje ni a cuerpos receptores naturales, ya que forman parte del propio circuito productivo. Estas corrientes son recirculadas, recuperadas o enviadas a las etapas correspondientes de absorción, destilación o recuperación de materia prima, con la finalidad de reducir pérdidas de producto, evitar descargas innecesarias y mantener el control operativo del sistema.

Las principales descargas de aguas residuales asociadas a la operación del establecimiento corresponden a las siguientes:

a) **Aguas residuales industriales tratadas**, provenientes de actividades auxiliares del proceso, purgas controladas, sistemas de enfriamiento, limpieza de áreas operativas o corrientes que, por sus características, deban conducirse al sistema de descarga autorizado, previa verificación de cumplimiento.

b) **Aguas residuales de servicios**, generadas por el uso de sanitarios, comedor y actividades de limpieza de áreas de proceso, siempre que no exista mezcla directa con químicos o sustancias contaminantes.

c) **Aguas derivadas de mantenimiento y limpieza**, generadas de forma intermitente durante actividades programadas de mantenimiento, lavado de áreas, limpieza de equipos auxiliares o atención de condiciones operativas específicas, las cuales serán manejadas conforme a los procedimientos internos de la empresa y a las condiciones establecidas por la autoridad competente.

Para el manejo de dichas aguas, FENO RESINAS, S.A. DE C.V. cuenta con permisos de descarga emitidos por la Comisión de Agua y Alcantarillado del Municipio de Tizayuca, Hidalgo, mismos que se integran en el **Anexo 8** ***DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE***

IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL., del presente estudio. En particular, se cuenta con el permiso de descarga No [redacted] correspondiente a descarga **industrial tratada**, otorgado a favor de FENO RESINAS, S.A. DE C.V., para el domicilio ubicado en Oriente 3, Mz. 5, Lote 28, Zona Industrial.

Asimismo, se integra el permiso de descarga No. [redacted] correspondiente a la descarga de **servicios sanitarios, comedor y limpieza de áreas de proceso**, precisando que dicha limpieza se realiza sin utilizar mezcla directa con químicos o sustancias contaminantes..

Conforme a los permisos señalados, las descargas generadas por el establecimiento no se realizan de forma libre ni directa a cuerpos de agua naturales, sino a través del sistema de alcantarillado autorizado por el organismo operador municipal. En este sentido, el punto de descarga corresponde a la infraestructura municipal de alcantarillado y saneamiento, evitando la descarga directa hacia cauces, corrientes, canales, cuerpos de agua superficiales o zonas federales.

Los permisos de descarga establecen que las aguas residuales podrán ser verificadas por la Comisión de Agua y Alcantarillado del Municipio de Tizayuca, Hidalgo, mediante muestreo y análisis realizados por laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación, con la finalidad de comprobar el cumplimiento de los límites máximos permisibles aplicables.

El volumen de aguas residuales asociado directamente a la Planta II de Formaldehído se considera bajo e intermitente, ya que no se prevé una descarga continua de corrientes de proceso. La generación dependerá principalmente de las purgas controladas de sistemas auxiliares, limpieza de áreas, actividades de mantenimiento y servicios del personal. En todo caso, las descargas serán conducidas a los sistemas internos de drenaje del establecimiento y posteriormente al sistema autorizado por la CAAMTH, conforme a las condiciones establecidas en los permisos correspondientes.

En caso de generarse corrientes con presencia de sustancias químicas o características distintas a las autorizadas para descarga, éstas no serán vertidas directamente al alcantarillado; deberán segregarse, identificarse y manejarse conforme a sus características,

ya sea mediante reincorporación al proceso, tratamiento interno, manejo como residuo o disposición mediante prestador autorizado, según corresponda.

De esta manera, el manejo de aguas residuales del proyecto se realizará bajo un esquema de control, separación y conducción hacia infraestructura autorizada, con soporte documental integrado en el **Anexo 8** ***DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL.*** Lo anterior permite acreditar que la operación de la Planta II de Formaldehído no contempla descargas directas a cuerpos de agua naturales y que las aguas residuales generadas serán manejadas conforme a los permisos de descarga emitidos por la autoridad municipal competente y a la normatividad aplicable.

j) Generación de lodos

En conjunto, la generación de lodos en el proyecto es eventual, de bajo volumen y controlada, por lo que no representa una fuente significativa de impacto ambiental.

I.5.2.6.1 Sustancias no peligrosas

Durante la operación de la Planta II se utilizarán sustancias no peligrosas asociadas principalmente con la absorción y dilución del formaldehído, así como con la limpieza de instalaciones, servicios sanitarios y atención de pequeños derrames. Las cantidades indicadas para los productos de limpieza son estimadas y deberán validarse con los registros de compra y las hojas de datos de seguridad de los productos comerciales utilizados.

Tabla 16.- Sustancias no peligrosas.

Nombre común	Nombre técnico o descripción	Estado físico	Cantidad máxima de almacenamiento	Consumo mensual estimado
Jabón líquido para manos	Mezcla acuosa de agentes tensoactivos	Líquido	25 L	10 L

Limpiador multiusos	Solución acuosa de agentes limpiadores y aromatizantes, tipo Pinol	Líquido	20 L	10 L
Detergente en polvo	Mezcla de tensoactivos aniónicos y sales inorgánicas, tipo Roma	Sólido	25 kg	5 kg
Detergente líquido neutro	Solución acuosa biodegradable para limpieza de pisos y superficies	Líquido	20 L	5 L
Limpiador para cristales	Solución acuosa para limpieza de superficies	Líquido	10 L	4 L
Aromatizante ambiental	Mezcla aromática de base acuosa	Líquido	30 L	15 L

Consumo de agua del proceso

El agua desmineralizada se utiliza como materia prima durante la etapa de absorción del formaldehído gaseoso. De acuerdo con el balance de materia del proceso, su consumo se encuentra entre 250 y 350 L/h.

Para efectos de la evaluación ambiental se considera el escenario máximo de operación, correspondiente a **350 L/h**, equivalente a **8.4 m^3/día, 252 m^3/mes y 3,024 m^3/año**, considerando una operación continua durante 24 horas al día y 360 días al año.

Este consumo corresponde a la producción base de aproximadamente **2,160 kg/h de formol al 50 %**. Cuando se requiera preparar formol en concentraciones de 47 % o 37.7 %, se adicionará agua y metanol de acuerdo con la demanda y las especificaciones del producto, por lo que no se establece un consumo mensual fijo adicional para dichas concentraciones.

I.5.2.6.2 Sustancias peligrosas

Durante la operación de la Planta II de Formaldehído se manejarán principalmente metanol, utilizado como materia prima, y formaldehído en solución acuosa —formol—, obtenido como producto terminado. El metanol será recibido a granel, almacenado en tanques fijos y conducido al proceso mediante tuberías y equipos cerrados. Por su parte, el formaldehído generado será absorbido en agua para obtener formol al 50 %, el cual podrá ajustarse posteriormente a otras concentraciones comerciales de acuerdo con la demanda.

Las operaciones de almacenamiento, transferencia, reacción, absorción y envío del producto se realizarán en sistemas cerrados. Las cantidades anuales corresponden al consumo estimado de metanol y a la capacidad nominal de producción de formol; no representan la cantidad almacenada simultáneamente en las instalaciones.

Tabla 17.- Sustancias peligrosas.

Nombre comercial y técnico	CAS	Estado físico	Tipo de almacenamiento	Capacidad máxima de almacenamiento	Cantidad mensual estimada	CRETIB	Cantidad de reporte
Metanol	67-56-1	Líquido	Tanques fijos [redacted]; recepción y suministro a granel	[redacted]	962,541 kg/mes	Tóxico e inflamable (T, I)	10,000 kg
Formaldehído en solución acuosa (formol al 50 %)	50-00-0	Líquido	Tanques fijos [redacted]	[redacted] equivalentes aproximadamente a [redacted]	1,555,200 kg/mes de formol al 50 %, equivalentes a 777,600 kg/mes de formaldehído	Corrosivo y tóxico (C, T)	500 kg

Derivado de lo anterior, se incluye en el **Anexo 17 (*DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL)*** del presente estudio el Estudio de Riesgo Ambiental, nivel II.

Inventario de equipos y servicios para la atención de emergencias

La Planta II contará con el respaldo de la infraestructura para atención de emergencias instalada en el complejo industrial de FENO RESINAS, S.A. de C.V. El inventario disponible se integra por los siguientes equipos:

Sistema fijo para combate de incendios

[redacted]

Equipo móvil para combate de incendios

[redacted]

- [redacted]

Equipo de protección personal para respuesta a emergencias

[redacted]

Equipo y materiales de primeros auxilios

[redacted]

Equipo para emergencias con sustancias químicas

[redacted]

Los equipos se mantendrán señalizados, accesibles y sujetos a programas periódicos de inspección, prueba y mantenimiento, con la finalidad de conservarlos en condiciones operativas para la atención de incendios, fugas, derrames y exposiciones accidentales a sustancias químicas.

I.5.2.7 Obras asociadas

No se contempla la construcción de nuevas obras asociadas para la operación de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca. La infraestructura productiva y los servicios necesarios ya se encuentran instalados dentro del complejo industrial de FENO RESINAS, S.A. de C.V.; sin embargo, la Planta II aún no ha sido puesta en funcionamiento.

Para su funcionamiento, la Planta II utilizará infraestructura de servicios ya existente dentro del complejo industrial, conforme a lo siguiente:

- **Accesos y vialidades internas:** se utilizarán el acceso principal y las vialidades interiores existentes para el ingreso del personal, vehículos de mantenimiento y unidades encargadas del suministro de materias primas o retiro de producto terminado. No será necesario construir nuevos caminos ni modificar los accesos actuales.

- **Suministro de energía eléctrica:** la Planta II cuenta con circuitos, tableros, sistemas de control y dispositivos de aislamiento propios, lo que permite administrar su demanda eléctrica de manera independiente.

- **Abastecimiento de agua:** el suministro proviene de la red general existente en el establecimiento. La derivación hacia la Planta II cuenta con elementos propios de conducción, aislamiento, regulación y medición, de manera que el consumo de agua puede controlarse sin afectar la operación de las demás áreas.

- **Sistemas de enfriamiento y servicios de proceso:** se cuenta con infraestructura para el manejo de agua helada, recirculación y enfriamiento de las corrientes del proceso. Estos sistemas operarán principalmente en circuito cerrado y requerirán únicamente reposiciones por pérdidas operativas, purgas o mantenimiento.

- **Drenaje y manejo de aguas residuales:** las instalaciones se conectan a la red interna de drenaje del complejo. Las aguas residuales sanitarias y las corrientes que requieran tratamiento serán conducidas hacia la infraestructura existente, evitando su descarga directa al suelo.

- **Sistema contra incendios:** la Planta II se encuentra incorporada al sistema fijo contra incendios del complejo industrial, el cual constituye una infraestructura común para el centro de trabajo.

- **Instalaciones sanitarias y servicios para el personal:** se utilizarán los sanitarios, vestidores, comedor, áreas administrativas y demás servicios existentes en el establecimiento. No se contempla construir instalaciones adicionales para estos fines.

- **Manejo de residuos:** los residuos generados durante la operación y mantenimiento serán trasladados a las áreas de almacenamiento temporal existentes y autorizadas dentro del establecimiento, donde permanecerán separados e identificados hasta su recolección por prestadores de servicios autorizados.

I.5.2.8 Etapa de abandono

El proyecto de la Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca está concebido para una vida útil prolongada; no obstante, en caso de que se determine el cierre definitivo de las operaciones, se implementará un programa integral de abandono del sitio, orientado a prevenir la generación de pasivos ambientales y a restituir las condiciones del predio.

Las áreas susceptibles a contaminación durante la operación, y por tanto prioritarias en la etapa de abandono, corresponden principalmente a las zonas de almacenamiento de metanol y formol (tanques y diques de contención), áreas de bombeo, reactores, torres de proceso, líneas de conducción y zonas de carga y descarga. En estas áreas se llevará a cabo, en caso necesario, una caracterización del sitio mediante muestreo de suelos y, en su caso, aguas subterráneas, con la finalidad de identificar la posible presencia de contaminantes como metanol, formaldehído u otros compuestos asociados al proceso.

El abandono del sitio implicará la suspensión total de actividades, notificando previamente al personal, autoridades y partes interesadas, así como la realización de una auditoría de cumplimiento para verificar que la operación se haya desarrollado conforme a los términos autorizados y sin generar afectaciones ambientales. Posteriormente, se elaborará y presentará ante las autoridades competentes el plan de abandono, en el cual se detallarán las acciones técnicas, ambientales y administrativas correspondientes.

El proceso de abandono incluirá el desmantelamiento de instalaciones, consistente en el retiro de tanques, equipos de proceso, tuberías, sistemas auxiliares y estructuras, definiendo en cada caso su destino, ya sea reutilización, venta o disposición final. De igual forma, se realizará un inventario de materiales e insumos remanentes, los cuales serán transferidos para su aprovechamiento en otras instalaciones o gestionados conforme a su naturaleza.

Los residuos generados durante el desmantelamiento serán clasificados y manejados conforme a la legislación aplicable, priorizando su reutilización o reciclaje. Aquellos residuos que no puedan ser aprovechados serán enviados a disposición final mediante empresas autorizadas, garantizando su manejo adecuado.

En cuanto a los posibles cambios en el área del proyecto, una vez retiradas las instalaciones, el sitio podrá presentar condiciones similares a las de un terreno industrial libre de infraestructura. En este sentido, los usos futuros del predio podrán continuar siendo de tipo industrial, comercial o incluso ser sujetos a procesos de reconversión, dependiendo de la planeación urbana y decisiones del propietario.

En caso de detectarse contaminación en el sitio, se implementarán medidas de remediación, tales como la remoción de suelos contaminados, tratamientos físico-químicos o biológicos, y monitoreo ambiental, hasta asegurar que el predio cumpla con los criterios de calidad ambiental aplicables. Asimismo, se podrán implementar medidas de rehabilitación y restitución, incluyendo la nivelación del terreno y la estabilización del sitio.

Finalmente, una vez concluidas todas las actividades, se llevará a cabo una auditoría de abandono, en la que se verificará la ausencia de pasivos ambientales. Con base en sus resultados, se realizará la declaración formal de abandono ante las autoridades correspondientes, solicitando el cierre de los expedientes regulatorios.

En conjunto, el programa de abandono del sitio está diseñado para garantizar que el cierre del proyecto se realice de manera ordenada, segura y ambientalmente responsable, evitando impactos negativos al entorno y asegurando la adecuada restitución del área intervenida.

I.5.2.9 Generación y manejo de residuos y emisiones

En el estado actual del proyecto, la Planta II de Formaldehído se encuentra completamente instalada, pero aún no ha iniciado operaciones. Por esta razón, no se han generado residuos, aguas residuales ni emisiones derivadas de su funcionamiento. La información presentada en este apartado corresponde a una estimación para las etapas de operación y mantenimiento.

Residuos sólidos urbanos y de manejo especial

Los residuos sólidos urbanos se generarán principalmente por la permanencia del personal, consumo de alimentos, uso de sanitarios y actividades administrativas. Se depositarán en recipientes identificados, provistos de tapa y distribuidos en puntos estratégicos. Posteriormente serán trasladados al área general de almacenamiento del establecimiento para su entrega al servicio de recolección correspondiente.

Los residuos reciclables se separarán desde su fuente de generación para facilitar su aprovechamiento y evitar su mezcla con residuos orgánicos o peligrosos.

Tabla 18.- Estimación de residuo no peligrosos a generar.

Residuo	**Actividad generadora**	**Cantidad estimada**	**Almacenamiento temporal**	**Destino**
Residuos orgánicos y sanitarios	Consumo de alimentos y servicios sanitarios	5 kg/día, en conjunto con los demás residuos sólidos urbanos	Contenedores identificados con tapa	Recolección municipal o prestador autorizado
Papel, cartón, envases de PET, plástico y latas de aluminio	Actividades administrativas, consumo del personal y	Incluidos en los 5 kg/día estimados	Contenedores separados por tipo de residuo	Reúso, reciclaje o centro de acopio

	recepción de suministros			
Chatarra, piezas metálicas y materiales eléctricos no contaminados	Mantenimiento y sustitución de componentes	Generación variable y no continua	Área de residuos de manejo especial	Reúso, reciclaje o entrega a prestador autorizado

La generación real se registrará desde el inicio de operaciones y las cantidades estimadas se ajustarán con base en las bitácoras del establecimiento.

Residuos peligrosos

Durante la operación normal no se prevé la generación continua de grandes cantidades de residuos peligrosos, debido a que el proceso se desarrolla en sistemas cerrados y el metanol no reaccionado se recupera y reincorpora al proceso. La generación estará relacionada principalmente con actividades de limpieza, mantenimiento, atención de derrames y retiro de materiales contaminados.

Tabla 19.- Estimación de residuos peligrosos a generar.

Residuo	**Actividad generadora**	**Cantidad estimada**	**Manejo y almacenamiento temporal**	**Destino**
Aceite lubricante gastado	Mantenimiento de bombas, motores y equipos auxiliares	Variable, conforme al programa de mantenimiento	Recipientes cerrados, compatibles e identificados, colocados sobre un sistema de contención dentro	Reciclaje, tratamiento o disposición final mediante empresa autorizada

			del almacén temporal	
Estopa y trapo impregnados con grasa y aceite	Limpieza y mantenimiento de maquinaria y equipos	Generación periódica en pequeñas cantidades	Recipientes cerrados, resistentes y debidamente identificados	Tratamiento o disposición final mediante empresa autorizada
Equipo de protección personal impregnado con sustancias químicas	Sustitución de guantes, mascarillas, overoles y otros equipos utilizados durante la operación, limpieza o mantenimiento	Generación variable y no continua	Recipientes o bolsas resistentes, cerrados, identificados y separados de residuos incompatibles	Tratamiento o disposición final mediante empresa autorizada
Lodos provenientes del tratamiento de aguas	Limpieza y mantenimiento de cárcamos y sistemas de tratamiento de aguas residuales	Generación periódica, conforme a la operación del sistema	Recipientes cerrados y compatibles, colocados sobre un sistema de contención	Tratamiento o disposición final mediante empresa autorizada
Recipientes que contuvieron sustancias químicas	Uso de productos auxiliares durante la operación,	Generación variable	Recipientes cerrados o asegurados para evitar escurrimientos,	Reciclaje, tratamiento o disposición final mediante empresa autorizada

	limpieza y mantenimiento		almacenados en un área identificada	
Recipientes que contuvieron pintura	Actividades de conservación, señalización y mantenimiento de instalaciones	Generación eventual	Recipientes cerrados, identificados y segregados dentro del almacén temporal	Reciclaje, tratamiento o disposición final mediante empresa autorizada
Lámparas fluorescentes de vapor de mercurio	Sustitución de luminarias en áreas operativas, auxiliares y administrativas	Generación eventual	Empaque rígido que evite su ruptura, en un sitio seco, protegido e identificado	Reciclaje o tratamiento mediante empresa autorizada
Carbón activado impregnado	Sustitución del material utilizado en sistemas de filtración o control	Generación periódica, conforme a su vida útil	Recipientes o sacos cerrados, compatibles e identificados	Regeneración, tratamiento o disposición final mediante empresa autorizada
Pilas alcalinas	Sustitución de pilas utilizadas en equipos portátiles, instrumentos y dispositivos auxiliares	Generación eventual en pequeñas cantidades	Recipiente específico, cerrado, seco e identificado, evitando contacto entre terminales	Reciclaje, tratamiento o disposición final mediante empresa autorizada

Los lodos y demás residuos cuya peligrosidad no pueda determinarse directamente serán caracterizados conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005. Hasta contar con los resultados correspondientes, se manejarán de manera preventiva como residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos serán separados de los demás residuos, envasados en recipientes compatibles, identificados y registrados en las bitácoras de generación y de movimientos del almacén temporal. Su recolección se realizará mediante transportistas autorizados y cada entrega se documentará con el manifiesto correspondiente.

Generación y manejo de aguas residuales

El agua desmineralizada alimentada a las torres de absorción se incorporará principalmente al producto terminado, por lo que no constituirá una descarga ordinaria del proceso. Asimismo, las corrientes con contenido de metanol o formaldehído se recuperarán y reincorporarán al sistema cuando sus características lo permitan.

Las aguas residuales previstas son las siguientes:

Tabla 20.- Clasificación de aguas residuales.

Corriente	Origen	Volumen estimado	Manejo	Destino
Agua residual sanitaria	Uso de sanitarios, lavabos y servicios del personal	2 m^3/día	Conducción por la red sanitaria interna	Planta de tratamiento y posteriormente red de alcantarillado
Agua de limpieza de áreas	Limpieza de pisos y superficies no contaminadas	50 L/día	Recolección y conducción controlada	Planta de tratamiento de aguas residuales
Agua contaminada con metanol o formaldehído	Lavado de equipos, mantenimiento o	Generación eventual	Segregación y recolección en recipientes o	Reincorporación al proceso, tratamiento o

	atención de derrames		cárcamos cerrados	manejo como residuo peligroso

No se permitirá la descarga directa de aguas de proceso, soluciones de formaldehído, metanol, aceites o residuos líquidos al suelo, drenaje pluvial o alcantarillado. Antes de cualquier descarga se verificará que la corriente sea compatible con el sistema de tratamiento y con las condiciones establecidas en el permiso correspondiente.

Emisiones a la atmósfera

La principal fuente de emisiones del proceso será la salida de gases no condensables del sistema de absorción. La corriente estará integrada principalmente por nitrógeno, oxígeno y vapor de agua, además de cantidades menores de hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano y trazas de metanol y formaldehído.

El sistema de tres torres de absorción en serie, la alimentación de agua desmineralizada a baja temperatura, la recirculación de soluciones y los intercambiadores de calor permitirán recuperar la mayor parte del formaldehído y metanol antes de la salida de los gases.

Tabla 21.- Identificación de fuentes de emisión.

Fuente	**Sustancias o contaminantes**	**Tipo de emisión**	**Periodicidad**	**Medidas de control**
Venteo final del sistema de absorción	Nitrógeno, oxígeno, vapor de agua, hidrógeno, CO, CO_2 y trazas de formaldehído y metanol	Conducida	Continua durante la producción	Tres torres de absorción, enfriamiento, recirculación y control de temperatura
Tanques de metanol	Vapores de metanol	Fugitiva	Intermitente, asociada con llenado, vaciado	Sistema cerrado, válvulas, venteos controlados,

			y cambios de temperatura	inspección de sellos y conexiones
Tanques de formol	Vapores de formaldehído y metanol residual	Fugitiva	Intermitente	Sistema cerrado, control de temperatura, inspección de válvulas y conexiones
Bombas, válvulas, bridas y tuberías	Compuestos orgánicos volátiles, principalmente metanol y formaldehído	Fugitiva	Eventual	Mantenimiento preventivo, inspección de fugas y sustitución de empaques o sellos
Carga y descarga de materias primas y producto	Metanol y formaldehído	Fugitiva	Por evento de transferencia	Conexiones herméticas, supervisión, puesta a tierra y procedimientos de transferencia
Vehículos de carga y servicios	Gases de combustión	Móvil e intermitente	Durante ingreso, maniobras y salida	Restricción del tiempo de marcha en vacío y mantenimiento de las unidades

Debido a que la Planta II aún no ha iniciado operaciones, no se cuenta con mediciones reales de sus emisiones. Las cantidades emitidas se determinarán durante la puesta en marcha mediante el balance de materia, inventario de emisiones y mediciones de las fuentes

correspondientes. Con estos resultados se actualizarán los registros y reportes ambientales aplicables.

Ruido

Las principales fuentes de ruido serán los sopladores, bombas, motores eléctricos, sistemas de enfriamiento, circulación de fluidos y maniobras de carga y descarga. Los equipos se encuentran instalados sobre bases firmes y estarán sujetos a mantenimiento preventivo para evitar vibraciones y niveles anormales de ruido.

La exposición del personal se controlará mediante mantenimiento, aislamiento de equipos, delimitación de áreas y uso de protección auditiva cuando los resultados de las evaluaciones así lo determinen. El ruido hacia el exterior será verificado una vez iniciada la operación, considerando los límites aplicables a fuentes fijas.

I.5.2.10 Infraestructura para manejo de residuos

En el municipio de **Tizayuca** y su región de influencia existe disponibilidad de infraestructura y servicios para el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos que se generarán durante la operación del proyecto, lo que permite asegurar una gestión adecuada conforme a la normatividad ambiental vigente.

En cuanto a los **residuos sólidos urbanos**, el municipio cuenta con un **relleno sanitario autorizado**, al cual serán enviados los residuos generados mediante el servicio de limpia municipal. La recolección será realizada a través del sistema municipal correspondiente, garantizando su traslado y disposición final en instalaciones controladas. Este servicio se considera suficiente para atender la generación estimada del proyecto, dado que los volúmenes serán bajos y de carácter no significativo en relación con la capacidad instalada del sistema.

Respecto de los residuos de manejo especial, FENO RESINAS, S.A. DE C.V. cuenta con el Registro como Generador número [redacted], actualizado mediante el oficio [redacted] Dicho registro comprende la generación de los siguientes residuos plástico, tarimas de madera, cartón y chatarra, equivalentes a un total aproximado de [redacted]

Los residuos de manejo especial son separados desde su generación y almacenados temporalmente en un área techada, identificada mediante señalamiento y equipada con contenedores o espacios diferenciados y rotulados. La recolección y transporte se realizará mediante prestadores de servicios que cuenten con autorización estatal vigente, conservando como respaldo los contratos, autorizaciones, comprobantes de recepción y demás documentos que acrediten su destino.

En cuanto a los residuos peligrosos estos son manejados siendo depositados en recipientes cerrados, compatibles, identificados y separados de acuerdo con sus características, dentro del almacén temporal de residuos peligrosos. Su recolección, transporte, tratamiento, reciclaje o disposición final se realiza exclusivamente mediante empresas autorizadas por la SEMARNAT, verificando que el número de autorización, su vigencia y el tipo de residuos comprendido correspondan al servicio contratado. Cada salida quedará respaldada mediante el manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos y se conserva la documentación de trazabilidad correspondiente.

Adicionalmente, en la región se cuenta con **plantas de tratamiento de aguas residuales municipales**, así como infraestructura de drenaje sanitario e industrial, lo que permite la correcta conducción y tratamiento de las aguas residuales generadas, conforme a los permisos de descarga aplicables.

Considerando lo anterior, la infraestructura disponible en la localidad y región se considera **suficiente para cubrir las necesidades actuales y futuras del proyecto**, así como las demandas asociadas a otras actividades industriales presentes en la zona, sin generar saturación de los servicios existentes.

En conjunto, la disponibilidad de estos servicios permite garantizar que los residuos generados durante la operación del proyecto serán manejados, transportados y dispuestos de manera adecuada, minimizando riesgos al ambiente y cumpliendo con la legislación aplicable.

II. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso con la regulación sobre el uso de suelo.

II.1 LGEEPA

El presente capítulo tiene por objeto identificar, analizar y demostrar la congruencia del proyecto denominado *"Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca"* con los instrumentos jurídicos aplicables en materia ambiental, ordenamiento territorial y regulación del uso de suelo.

Tabla 22.- Vinculación normativa del proyecto

Ordenamiento	Artículo (Cita textual)	Vinculación con el proyecto
LGEEPA	**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… requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: II.- Industria del petróleo, petroquímica, química…"	El proyecto corresponde al **sector industrial químico**, específicamente a la producción de formaldehído a partir de metanol, por lo que se ubica en los supuestos de competencia federal. En este sentido, se presenta la MIA como mecanismo de regularización para obtener la autorización correspondiente previa a su operación.
LGEEPA	**Artículo 30:** "Para obtener la autorización… los interesados deberán presentar una manifestación de impacto ambiental… que deberá contener una descripción de los posibles	El promovente ha elaborado y presentado la **Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular**, en la que se describen las etapas del proyecto, los impactos potenciales y las

	efectos… así como las medidas preventivas y de mitigación…"	medidas de prevención, mitigación y control ambiental aplicables a la etapa de operación y mantenimiento.
LGEEPA	**Artículo 147:** "Quienes realicen actividades altamente riesgosas… deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental… así como programas para la prevención de accidentes…"	El proyecto contempla el manejo de **sustancias altamente riesgosas como metanol y formaldehído**, por lo que integra un **Estudio de Riesgo Ambiental Nivel II** y la actualización del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA), conforme a lo señalado en la información complementaria ingresada.
REIA	**Artículo 5, inciso F):** "Quienes pretendan llevar a cabo… INDUSTRIA QUÍMICA: Construcción de plantas industriales para la fabricación de sustancias químicas…"	La actividad del proyecto consiste en la **producción de formaldehído mediante oxidación catalítica**, encuadrando plenamente en el supuesto de industria química regulada, lo que confirma la procedencia de la evaluación en materia de impacto ambiental.
REIA	**Artículo 16:** "…cuando la Secretaría tenga conocimiento de una obra o actividad… que se haya iniciado sin autorización… notificará al interesado para que someta al procedimiento de evaluación…"	El proyecto se encuentra en un **supuesto de regularización**, ya que la infraestructura ha sido construida pero no ha iniciado operaciones, por lo que la presente MIA tiene por objeto evaluar ambientalmente la **etapa**

		de operación y mantenimiento, previo a su puesta en marcha.
REIA	**Artículo 18:** "Si se trata de actividades altamente riesgosas… la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente…"	En cumplimiento de este artículo, la MIA incorpora el **Estudio de Riesgo Ambiental**, en el cual se identifican escenarios de riesgo (fugas, incendios o explosiones) y se establecen medidas de seguridad y control para su prevención y atención.
REIA	**Artículo 44:** "Para la evaluación… la Secretaría deberá considerar… los programas de ordenamiento ecológico del territorio…"	El proyecto acredita su congruencia con los instrumentos de ordenamiento aplicables, particularmente el **POETH y el POER Pachuca–Tizayuca**, en los cuales el uso industrial es compatible con la Unidad de Gestión Ambiental correspondiente, reforzando su viabilidad territorial.

Ordenamiento	**Artículo (Cita textual)**	**Vinculación con el proyecto**
LGEEPA	**Artículo 111 BIS:** "Para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas… se requerirá autorización de la	El proyecto corresponde a la **industria química**, por lo que se configura como **fuente fija de jurisdicción federal**. En este sentido, el promovente deberá contar con la **Licencia Ambiental Única (LAU)** para la etapa de

	Secretaría… se consideran fuentes fijas… las industrias química…"	operación, como instrumento integral de control de emisiones a la atmósfera.
LGEEPA	**Artículo 113:** "No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos…"	El diseño del proceso incorpora **sistemas de control y recuperación de emisiones**, particularmente mediante torres de absorción en serie, con el objetivo de minimizar la liberación de formaldehído, metanol residual y otros compuestos, asegurando el cumplimiento de los límites establecidos en la normatividad aplicable.
Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (RPCCA)	**Artículo 16:** "Las emisiones… no deberán exceder los niveles máximos permisibles… que se establezcan en las normas oficiales mexicanas"	El proyecto operará bajo un esquema de control que permitirá que las emisiones generadas se mantengan **dentro de los límites máximos permisibles establecidos en las NOM aplicables**, mediante la eficiencia del proceso de oxidación catalítica y los sistemas de absorción.
RPCCA	**Artículo 17:** "Los responsables de las fuentes fijas… estarán obligados a: I. Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones… II. Integrar un	El promovente implementará **equipos de control de emisiones**, así como **infraestructura para monitoreo (puertos de muestreo y plataformas)**. Asimismo, se

	inventario… III. Instalar plataformas y puertos de muestreo… IV. Medir sus emisiones…"	compromete a la medición periódica de emisiones y a la integración de inventarios conforme a la normativa aplicable.
RPCCA	**Artículo 21:** "Los responsables… deberán presentar… un reporte anual de sus emisiones… (Cédula de Operación Anual)"	Como parte de su regularización y operación, la empresa presentará la **Cédula de Operación Anual (COA)**, reportando las emisiones generadas (COV, CO, CO_2 y otros contaminantes aplicables) derivadas del proceso de producción de formaldehído.
RPCCA	**Artículo 23:** "Las emisiones… deberán canalizarse a través de ductos o chimeneas de descarga"	El proceso productivo considera un **sistema cerrado**, en el cual los gases no condensables son conducidos mediante **ductos y chimeneas diseñadas**, garantizando su adecuada dispersión y control conforme a la normatividad ambiental.

Ordenamiento	**Artículo (Cita textual)**	**Vinculación con el proyecto**
LGEEPA	**Artículo 151:** "La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera…"	El promovente reconoce su carácter de **generador de residuos peligrosos**, asumiendo la responsabilidad sobre su manejo integral, desde su generación hasta su disposición final, incluyendo los casos en que se contraten empresas autorizadas, manteniendo la

		corresponsabilidad conforme a la legislación aplicable.
LGPGIR	**Artículo 42:** "Los generadores… pueden contratar los servicios de manejo… con empresas autorizadas… compartirán de manera solidaria la responsabilidad"	El proyecto contempla la **contratación de empresas autorizadas por SEMARNAT** para el transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos, garantizando el cumplimiento normativo y la trazabilidad de los mismos.
LGPGIR	**Artículo 44:** "Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías…"	Con base en la estimación de generación, el proyecto se clasifica inicialmente como **microgenerador**, lo que implica el cumplimiento de las obligaciones aplicables a dicha categoría, incluyendo su registro ante la autoridad competente.
LGPGIR	**Artículo 45:** "Los generadores… deben identificar, clasificar y manejar sus residuos… conforme a las normas oficiales mexicanas"	Los residuos generados serán **identificados y clasificados conforme a sus características de peligrosidad (CRETIB)** y a lo establecido en la **NOM-052-SEMARNAT-2005**, asegurando su adecuado manejo desde el punto de generación.
Reglamento de la LGPGIR (RLGPGIR)	**Artículo 82:** "Las áreas de almacenamiento… deberán cumplir con… señalamientos… condiciones de seguridad…"	La instalación cuenta con un **almacén temporal de residuos peligrosos**, acondicionado con señalización, contención y medidas de seguridad que previenen derrames y contaminación

		del suelo, conforme a los requisitos normativos.
RLGPGIR	**Artículo 84:** "Los residuos peligrosos… no podrán permanecer… por un periodo mayor a seis meses"	El promovente implementará un **programa de recolección y retiro periódico**, garantizando que los residuos no excedan el tiempo máximo de almacenamiento permitido.
NOM-161-SEMARNAT	"Establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial…"	Los residuos no peligrosos derivados del proceso (materiales de empaque, residuos metálicos, entre otros) serán manejados como **Residuos de Manejo Especial (RME)**, conforme a la normatividad estatal aplicable.

II.2 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) constituyen los instrumentos técnicos de observancia obligatoria que establecen los límites máximos permisibles, criterios de control y condiciones de seguridad aplicables a las actividades industriales.

En el presente apartado se identifican las NOM aplicables al proyecto *Planta II de Formaldehído FENO RESINAS*, vinculándolas con las etapas de operación y mantenimiento, a fin de demostrar que el desarrollo del proyecto se apega a los estándares técnicos en materia ambiental, de salud y seguridad en el trabajo.

Tabla 23.- Vinculación normativa del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas

Norma	**Título / Objetivo**	**Vinculación con el Proyecto**

NOM-081-SEMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas	La operación de equipos como sopladores, bombas y compresores generará niveles de ruido, por lo que el promovente implementará **monitoreos perimetrales** para verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la norma, evitando afectaciones a zonas colindantes.
NOM-002-SEMARNAT-1996	Límites máximos permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales a sistemas de alcantarillado	Las aguas residuales generadas (servicios y proceso) serán descargadas a la red municipal, garantizando el cumplimiento de los **límites máximos permisibles** en parámetros como pH, temperatura, sólidos y contaminantes regulados.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Características, procedimiento de identificación y listado de residuos peligrosos	Los residuos generados serán **identificados y clasificados conforme a sus características CRETIB**, incluyendo lodos, materiales impregnados y envases contaminados, asegurando su manejo adecuado.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo	Derivado del manejo de sustancias inflamables como el metanol, se contará con **sistemas contra incendio (extintores, hidrantes, redes y agentes de supresión)**, conforme a un análisis de riesgo de incendio.
NOM-005-STPS-1998	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas	El proyecto se vincula mediante el uso de **sistemas cerrados, diques de contención, procedimientos operativos y controles en**

		trasvases, reduciendo riesgos de fugas o derrames.
NOM-010-STPS-2014	Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral	Se realizarán **evaluaciones de exposición ocupacional** a vapores de formaldehído y metanol, implementando medidas de control para proteger la salud del personal.
NOM-017-STPS-2024	Selección, uso y manejo de equipo de protección personal	El personal contará con **EPP adecuado**, incluyendo respiradores para vapores orgánicos, guantes resistentes a químicos, protección ocular y calzado de seguridad, conforme al análisis de riesgos.
NOM-018-STPS-2015	Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros químicos	Se implementará el **Sistema Globalmente Armonizado (SGA)** mediante etiquetado, señalización y Hojas de Datos de Seguridad (HDS) para todas las sustancias utilizadas.
NOM-020-STPS-2011	Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y calderas	Los equipos sujetos a presión (reactores, intercambiadores, tanques) contarán con **dispositivos de seguridad, mantenimiento y verificación periódica**, conforme a la norma.
NOM-022-STPS-2015	Electricidad estática en los centros de trabajo	Se implementarán **sistemas de puesta a tierra y control de cargas electrostáticas**, particularmente en áreas de manejo de metanol, para prevenir ignición accidental.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Clasificación y manejo de residuos de manejo especial	Los residuos no peligrosos generados serán clasificados como **RME** y manejados conforme a un plan de manejo registrado ante la autoridad estatal.

II.3 Programas de Ordenamiento Territorial

II.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo POETH

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (POETH), publicado en el Periódico Oficial del Estado el 25 de febrero de 2022, constituye un instrumento de política ambiental cuyo objetivo es regular el uso del suelo y las actividades productivas, con base en la aptitud del territorio y la protección de los recursos naturales.

En este sentido, el presente apartado analiza la ubicación del proyecto *Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca* dentro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) definidas por el POETH, a fin de determinar su compatibilidad con los criterios ecológicos aplicables y las políticas de aprovechamiento, conservación y desarrollo establecidas para la región.

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el ordenamiento ecológico del territorio constituye un instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el propósito de proteger el medio ambiente y promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, considerando las tendencias de deterioro y las potencialidades del territorio.

En este contexto, el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (POETH), publicado en el Periódico Oficial del Estado el 25 de febrero de 2022, establece la zonificación ecológica del territorio estatal mediante la delimitación de Unidades de Gestión Ambiental (UGA), en las cuales se definen políticas ambientales, aptitudes sectoriales, riesgos ambientales, usos de suelo y criterios de regulación ecológica aplicables.

De acuerdo con este instrumento, el proyecto *Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca* se localiza dentro de la **UGA 2371.24**, correspondiente a la región Pachuca–Tizayuca, la cual presenta una política ambiental de **aprovechamiento**, con predominio de usos asociados a asentamientos humanos e infraestructura, así como aptitudes sectoriales favorables para actividades relacionadas con el desarrollo urbano e infraestructura.

Asimismo, dicha unidad presenta condiciones ambientales caracterizadas por **baja fragilidad ecológica, bajo grado de conservación y vocación para el desarrollo de**

actividades productivas, lo que, en conjunto con los criterios ecológicos establecidos, permite evaluar la compatibilidad del proyecto con el ordenamiento territorial vigente.

En este sentido, en los apartados siguientes se analiza la vinculación específica del proyecto con los criterios de regulación ecológica y estrategias aplicables a la UGA 2371.24, a fin de determinar su congruencia con la política ambiental establecida en el POETH.

II.3.2 POER Pachuca-Tizayuca

Con la finalidad de fortalecer la planeación ambiental en el estado de Hidalgo, durante el periodo 2000–2016 se decretaron diversos programas de ordenamiento ecológico territorial, incluyendo ocho de carácter regional y dos de carácter local, entre los que destaca el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Valle Pachuca–Tizayuca (POER P-T).

Este instrumento, cuya actualización fue publicada en febrero de 2014, comprende una superficie total de 210,599.40 hectáreas e integra a los municipios de Mineral del Chico, Mineral del Monte, San Agustín Tlaxiaca, Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma, Singuilucan, Epazoyucan, Tolcayuca, Zapotlán de Juárez, Zempoala, Villa de Tezontepec y Tizayuca. Su elaboración consideró la participación de los sectores público y privado mediante talleres participativos, así como la integración del marco normativo de los tres órdenes de gobierno, con el propósito de evaluar impactos acumulativos y orientar el desarrollo regional bajo criterios de sustentabilidad.

El territorio comprendido en el POER P-T fue dividido en **574 Unidades de Gestión Ambiental (UGA)**, a cada una de las cuales se le asignaron políticas ambientales, vocaciones, usos de suelo y criterios de regulación ecológica, con el objetivo de propiciar el aprovechamiento sustentable del territorio y prever la evolución de las necesidades territoriales de los distintos sectores productivos.

Entre los objetivos principales de este ordenamiento destacan: el fortalecimiento del sistema de áreas naturales protegidas, la definición de zonas de crecimiento urbano en áreas de bajo valor ecológico, la implementación de acciones de restauración en ecosistemas perturbados y la aplicación de políticas de conservación en zonas prioritarias.

De acuerdo con este instrumento, el área del proyecto *Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca* se localiza dentro de la **UGA 570**, la cual presenta una **política ambiental de aprovechamiento**, con vocación orientada al desarrollo de actividades productivas. En esta unidad se identifican como usos de suelo compatibles las actividades **industriales (In)** y de **infraestructura (If)**, las cuales resultan directamente vinculadas con la naturaleza del proyecto.

Tabla 24.-Identificación y lineamientos de la UGA 570

Elemento	Descripción
UGA	570
Política ambiental	Aprovechamiento
Modelo de desarrollo	Aprovechamiento para desarrollos industriales mixtos
Lineamientos	Desarrollar actividades industriales e infraestructura de manera sustentable

La Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 570 se rige bajo una política ambiental de aprovechamiento, orientada al desarrollo de actividades productivas bajo criterios de sustentabilidad. En este sentido, el modelo territorial asignado permite el establecimiento de desarrollos industriales mixtos, siendo congruente con la naturaleza del proyecto. Los lineamientos establecen la necesidad de que dichas actividades se realicen de manera sustentable, lo cual se atiende mediante la implementación de medidas de control ambiental, manejo de emisiones, residuos y prevención de riesgos descritas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Tabla 25.-Caracterización ambiental de la UGA 570

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor

Superficie	450.28 ha	Elevación	2270 m.s.n.m
Pendiente promedio	0.35°	Población	SD
Promedio de especies relevantes	1.01	Especies de interés para la conservación	37.27 especies
Tipo de suelo	Phaeozem (PH)	Accesibilidad	10 de 10

La caracterización de la UGA 570 indica condiciones favorables para el desarrollo de actividades industriales, destacando una topografía con pendiente baja, alta accesibilidad y ausencia de limitantes físicas relevantes. Asimismo, el bajo número de especies relevantes y el tipo de suelo predominante reflejan una baja sensibilidad ecológica del sitio. Estas condiciones permiten inferir que el establecimiento del proyecto no compromete ecosistemas de alto valor ambiental ni genera conflictos significativos con el entorno natural.

Asimismo, la UGA 570 no presenta usos de suelo condicionados, lo que refuerza la viabilidad del proyecto dentro del contexto del ordenamiento ecológico regional. En este sentido, el proyecto se considera **congruente con las disposiciones del POER P-T**, al ubicarse en una unidad territorial con aptitud para el desarrollo de actividades industriales.

Tabla 26.- Diagnóstico ambiental y aptitud territorial de la UGA 570

Componente	Indicador	Valor
Agricultura	Aptitud de riego	0.81/10
Agricultura	Aptitud temporal	0.72/10

Ganadería	Aptitud intensiva	0.77/10
Ganadería	Presión extensiva	0.92/10
Asentamientos humanos	Aptitud	9.99/10
Industria	Aptitud	0.7/10
Industria	Presión	0.7/10
Silvicultura	Aptitud	0/10
Ecoturismo	Aptitud	0/10
Minería	Presión	0.29/10
Minería no metálica	Aptitud	0.55/10
Fragilidad ecológica	—	0/10
Recarga de acuífero	—	331.03 mm
Fijación de carbono	—	0.75/10
Valor de conservación de biodiversidad	—	0.4/10
Servicios ambientales	—	3.37/10

El diagnóstico ambiental de la UGA 570 muestra una **alta aptitud para asentamientos humanos (9.99/10)** y una **baja fragilidad ecológica (0/10)**, lo que indica una baja susceptibilidad a impactos ambientales. Asimismo, el bajo valor de conservación de la biodiversidad y la limitada aptitud para actividades forestales o ecoturísticas refuerzan la vocación del área hacia usos urbanos e industriales. En este contexto, la aptitud para industria, aunque moderada, es compatible con la política de aprovechamiento, permitiendo el desarrollo del proyecto bajo condiciones controladas.

Tabla 27.-Modelo territorial y regulación ecológica aplicable a la UGA 570

Elemento	**Descripción**
Estrategias ecológicas	E2, E12, E27, E28, E39, E47, E48
Criterios de regulación ecológica	Ah05, Ah10, Ah11, Ah12, Ah13, Ah14, Ga03, Ga06, In01, In02, In03, In04, In05, In06, In07, In08, In11, In12, If07
Usos compatibles	Infraestructura, Industria
Usos incompatibles	Agricultura (riego y temporal), ganadería, acuacultura, forestal (maderable y no maderable), turismo y asentamientos humanos

El modelo territorial de la UGA 570 establece de manera explícita la compatibilidad de actividades industriales e infraestructura, lo que respalda la viabilidad del proyecto dentro del ordenamiento ecológico regional. Los criterios de regulación ecológica aplicables, particularmente aquellos asociados al sector industrial (In), deberán ser observados durante la operación del proyecto, asegurando el cumplimiento de las disposiciones ambientales. Por otro lado, la incompatibilidad con actividades agropecuarias y de conservación refuerza la vocación industrial del sitio, evitando conflictos de uso de suelo.

Derivado del análisis de la UGA 570 correspondiente al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Valle Pachuca–Tizayuca, se concluye que el proyecto *Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca* es congruente con la política ambiental de aprovechamiento, los usos de suelo compatibles y los criterios ecológicos aplicables, al ubicarse en una unidad territorial con vocación para el desarrollo de actividades industriales, baja fragilidad ecológica y limitada relevancia para la conservación ambiental, lo que permite su desarrollo bajo un enfoque de sustentabilidad y cumplimiento normativo.

Lo anterior se sustenta en su ubicación dentro de un parque industrial previamente consolidado, así como en la implementación de medidas de prevención, control y mitigación de impactos ambientales, incluyendo el manejo adecuado de aguas residuales, emisiones a la atmósfera, residuos peligrosos y de manejo especial, así como la aplicación de programas de seguridad y atención a emergencias. En este sentido, el proyecto no solo cumple con los criterios de regulación ecológica del sector industrial, sino que además se alinea con la política ambiental de aprovechamiento de la UGA, garantizando su viabilidad desde el punto de vista territorial y ambiental.

Tabla 28.-Vinculación de criterios ecológicos industriales (POER P-T – UGA 570)

Clave	Criterio ecológico industrial	Congruencia con el proyecto
In01	Preferentemente la infraestructura requerida para el desarrollo de la actividad industrial deberá emplazarse en las áreas con mayor deterioro ambiental, exceptuando aquellas áreas que comprendan o se encuentren en las cercanías de ecosistemas frágiles o de relevancia.	El proyecto se ubica dentro de un predio con uso de suelo industrial consolidado, al interior del Parque Industrial Tizayuca, caracterizado por un entorno previamente impactado y urbanizado. No se localiza en zonas con presencia de ecosistemas frágiles ni áreas de relevancia ambiental, por lo que su emplazamiento es congruente con lo establecido en el presente criterio.

In02	Se aplicarán medidas continuas de mitigación de impactos ambientales por procesos industriales, con énfasis en la descarga de aguas residuales, emisiones a la atmósfera y disposición de desechos sólidos.	El proyecto contempla la implementación de medidas de prevención y control ambiental en todas sus etapas operativas. En materia de aguas residuales, se realiza el tratamiento y monitoreo conforme a la normatividad aplicable; respecto a emisiones a la atmósfera, se cuenta con sistemas de control y programas de monitoreo periódico; y en cuanto a residuos, estos son clasificados, almacenados temporalmente y entregados a empresas autorizadas para su manejo y disposición final. Lo anterior asegura el cumplimiento del presente criterio.
In03	Se regulará que las industrias que descarguen aguas residuales al sistema de alcantarillado sanitario o a cuerpos receptores cuenten con sistemas de tratamiento, para evitar que los niveles de contaminantes en las descargas rebasen los límites máximos permisibles establecidos.	El proyecto considera que las aguas residuales generadas serán conducidas a sistemas de tratamiento y posteriormente descargadas al sistema de alcantarillado municipal, cumpliendo con los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad aplicable. Asimismo, se realizan monitoreos periódicos que permiten verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad del agua.

In04	Se controlarán las emisiones industriales a la atmósfera, principalmente en cuanto a partículas suspendidas totales, compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NOx), así como emisiones de combustión, descargas difusas y partículas, de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas.	El proyecto contempla el control de emisiones mediante la implementación de sistemas de abatimiento y monitoreo periódico de emisiones a la atmósfera, asegurando que los contaminantes generados se mantengan dentro de los límites permisibles establecidos en la normatividad aplicable. Asimismo, se cuenta con programas de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, lo que contribuye a minimizar la generación de emisiones contaminantes.
In05	Las actividades industriales deberán contemplar técnicas para prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, incorporando su reúso y reciclaje, así como un manejo y disposición final eficiente.	El proyecto implementa un manejo integral de residuos, que incluye su identificación, clasificación y almacenamiento temporal conforme a su peligrosidad. Los residuos susceptibles de reciclaje son canalizados a empresas autorizadas para su aprovechamiento, mientras que los residuos peligrosos son entregados a gestores autorizados para su tratamiento y disposición final, asegurando un manejo adecuado conforme a la normatividad vigente.

In06	Se promoverá que el establecimiento de actividades riesgosas y altamente riesgosas cumpla con las distancias estipuladas en los criterios de desarrollo urbano y normas aplicables.	El proyecto se ubica dentro de un parque industrial consolidado, cumpliendo con las disposiciones de uso de suelo y criterios de desarrollo urbano aplicables. Asimismo, cuenta con la aprobación del Programa Interno de Protección Civil y la Opinión Técnica en materia de seguridad, lo que acredita el cumplimiento de las condiciones necesarias para el desarrollo de actividades con manejo de sustancias peligrosas.
In07	Se aplicarán medidas de prevención y atención de emergencias derivadas de accidentes relacionados con el almacenamiento de combustibles, así como por riesgos naturales, incluyendo la instrumentación de planes de emergencia y evacuación, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas.	El proyecto cuenta con un Programa Interno de Protección Civil, en el cual se establecen procedimientos para la prevención y atención de emergencias, incluyendo incendios, fugas y otros eventos asociados al manejo de sustancias peligrosas. Asimismo, se contemplan planes de evacuación, brigadas de emergencia y capacitación del personal, en cumplimiento de la normatividad aplicable.
In08	Las actividades consideradas riesgosas o altamente riesgosas se mantendrán a una distancia mayor o igual a la contemplada en la zona de amortiguamiento según los escenarios de riesgo, respecto de humedales,	El proyecto se localiza dentro de una zona industrial previamente establecida y fuera de áreas naturales protegidas o ecosistemas de relevancia ambiental. En este sentido, cumple con las distancias y condiciones de ubicación establecidas

	bosques, matorrales u otros ecosistemas de importancia.	para este tipo de actividades, evitando afectaciones a zonas de valor ecológico.
In11	Las zonas destinadas al desarrollo de industrias mantendrán una zona de amortiguamiento de al menos 1 km con respecto a los asentamientos humanos.	El proyecto se localiza dentro de un parque industrial consolidado (Parque Industrial Tizayuca – Tizayuca City), el cual cuenta con planeación territorial y regulación en materia de desarrollo urbano y protección civil. Asimismo, se implementan medidas de seguridad y control operacional que permiten garantizar condiciones adecuadas de operación respecto a las áreas circundantes, en cumplimiento con los criterios aplicables de zonificación y compatibilidad de usos de suelo.
In12	Las actividades industriales que se desarrollen en zonas de crecimiento urbano contarán con el uso de industria limpia, no emitirán gases a la atmósfera molestos o dañinos para la población y el medio ambiente, no generarán residuos sólidos peligrosos sin control y tratarán sus aguas residuales.	El proyecto incorpora un enfoque de control ambiental integral, mediante la implementación de sistemas de control de emisiones a la atmósfera, programas de monitoreo periódico y mantenimiento de equipos. Asimismo, los residuos peligrosos y de manejo especial son gestionados conforme a la normatividad vigente, desde su generación hasta su disposición final mediante empresas autorizadas. Las aguas residuales

		generadas son tratadas y descargadas conforme a los límites establecidos en la normativa aplicable, garantizando el cumplimiento de este criterio.

Los criterios de regulación ecológica correspondientes a los sectores de asentamientos humanos (Ah), ganadería (Ga) e infraestructura (If) no resultan aplicables al área específica del proyecto, en virtud de que éste se desarrolla dentro de un predio con uso de suelo industrial consolidado, cuya vocación y actividades no se relacionan con dichos sectores.

Una vez analizadas las características, lineamientos y disposiciones del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Valle Pachuca–Tizayuca (POER P-T), se determina que el proyecto *Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca* es congruente con la política ambiental de aprovechamiento asignada a la UGA 570, así como con los criterios ecológicos aplicables al sector industrial. En este sentido, el proyecto se considera viable desde el punto de vista del ordenamiento ecológico, al apegarse a las disposiciones establecidas y desarrollarse en una zona con aptitud para actividades industriales

II.4 Planes de Desarrollo Municipal

II.4.1 Programa de Desarrollo Urbano

El Gobierno del Estado de Hidalgo, a través de la Subsecretaría de Desarrollo Metropolitano de la Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional, con recursos del Fondo Metropolitano, formuló el **Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana del Valle de Tizayuca (PDUOTZMVT)**, en coordinación con los municipios de Tizayuca, Tolcayuca, Villa de Tezontepec, Zapotlán de Juárez y Zempoala.

La Zona Metropolitana del Valle de Tizayuca se ubica en la porción sur del estado de Hidalgo, al noreste de la Zona Metropolitana del Valle de México, constituyéndose como una región estratégica con alto potencial para el desarrollo urbano, industrial y económico, derivado de su ubicación geográfica y conectividad regional.

El PDUOTZMVT tiene como finalidad establecer un modelo de desarrollo territorial ordenado, mediante la definición de políticas, estrategias e instrumentos que permitan regular el crecimiento urbano, la localización de infraestructura y la integración de actividades económicas, bajo un enfoque de sustentabilidad.

Entre sus objetivos principales destacan:

- Mejorar las condiciones de vida de la población y promover una distribución equitativa de los beneficios del desarrollo urbano.
- Establecer una estructura territorial ordenada y funcional para los municipios que integran la zona metropolitana.
- Definir políticas y estrategias para el desarrollo integral, considerando los aspectos sociales, económicos, urbanos y ambientales.
- Promover el crecimiento ordenado de la infraestructura y el equipamiento urbano.
- Atender la problemática asociada al crecimiento urbano, incluyendo movilidad, conectividad e infraestructura.
- Fomentar la coordinación entre los distintos niveles de gobierno para la implementación de acciones estratégicas.
- Establecer medidas para la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.
- Conservar y mejorar la imagen urbana y el patrimonio cultural y natural.

Las políticas de desarrollo urbano establecidas en este programa se estructuran en función de diversos ejes temáticos, entre los que destacan el medio ambiente, la actividad económica,

el contexto social y la zonificación del territorio, los cuales permiten orientar el crecimiento de la zona metropolitana de manera ordenada y sustentable.

Estrategias del Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana del Valle de Tizayuca

El Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana del Valle de Tizayuca (PDUOTZMVT) establece una serie de estrategias orientadas a regular el crecimiento urbano y promover el desarrollo económico de la región bajo criterios de sustentabilidad.

Estrategia en función del ordenamiento ecológico

La estrategia de ordenamiento ecológico se integra por diversos componentes, entre los que destacan:

- **Definición de Unidades de Gestión Ambiental (UGA):** las cuales se establecen con base en las características ambientales, de paisaje y en los resultados del diagnóstico y modelación de escenarios, permitiendo delimitar áreas con vocaciones específicas para su aprovechamiento.
- **Umbrales de crecimiento:** orientados a regular el incremento poblacional, la producción y el aprovechamiento de los recursos naturales, así como la implementación de tecnologías alternativas que favorezcan un desarrollo sustentable.
- **Políticas ambientales:** que determinan los lineamientos de uso del territorio, clasificándose de acuerdo con su vocación y objetivos específicos de aprovechamiento, conservación o restauración.

Estrategia urbana en función del desarrollo económico

El programa identifica zonas con alto potencial económico, promoviendo su aprovechamiento con base en la vocación del suelo y las ventajas comparativas de la región. En este sentido, se fomenta la consolidación de áreas destinadas a:

- Desarrollo industrial, logístico y corporativo

- Actividades comerciales
- Desarrollo de servicios y turismo

Asimismo, el crecimiento proyectado de la zona hace necesaria la planeación integral de infraestructura y equipamiento urbano que permita soportar el desarrollo de estas actividades, favoreciendo la generación de empleo y el fortalecimiento económico regional.

Vinculación con el proyecto

En congruencia con lo anterior, el proyecto *Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca* se alinea con las estrategias establecidas en el PDUOTZMVT, al desarrollarse dentro de una zona con vocación industrial y formar parte de un esquema de crecimiento económico regional.

Cabe señalar que el proyecto se ubica dentro del **Parque Industrial Tizayuca**, donde el uso de suelo autorizado es industrial, lo que confirma su compatibilidad con los lineamientos de ordenamiento territorial y con las políticas de desarrollo económico del programa.

En este sentido, el proyecto contribuye al fortalecimiento de la actividad industrial y a la generación de empleo en la región, actuando como un elemento que impulsa el desarrollo económico local, sin contravenir las disposiciones del ordenamiento urbano y territorial vigente.

II.4.2 Plan Municipal de Desarrollo

El Plan Municipal de Desarrollo de Tizayuca 2020–2024 constituye el instrumento de planeación estratégica que permite diagnosticar la situación actual del municipio y establecer los objetivos, estrategias y líneas de acción orientadas a promover el desarrollo social, económico y urbano de la población.

Este instrumento se integra por cinco ejes rectores: **Bienestar Social, Servicios Públicos de Calidad, Desarrollo Urbano Metropolitano, Seguridad Ciudadana y Gobierno Abierto**, los cuales en conjunto buscan mejorar las condiciones de vida de la población mediante el fortalecimiento de la infraestructura, la actividad económica y la gobernanza.

Para efectos del presente análisis, el proyecto se vincula principalmente con el **Eje 1. Bienestar Social**, particularmente en lo relativo al impulso del desarrollo económico como mecanismo para mejorar las condiciones de vida de la población.

Eje 1. Bienestar Social

El bienestar social se define como la satisfacción de las necesidades básicas, económicas, sociales y culturales de la población, encontrándose estrechamente relacionado con el crecimiento económico, la generación de empleo y el fortalecimiento de los sectores productivos.

En este sentido, la **Estrategia 6: Fomentar el crecimiento económico** establece la necesidad de impulsar la competitividad mediante el fortalecimiento de la productividad, la eficiencia y la consolidación de modelos empresariales que favorezcan la generación de empleo y la integración de la economía local a mercados regionales, nacionales e internacionales.

Particularmente, la **Línea de Acción 6.1: Incrementar la competitividad de los sectores productivos del municipio**, promueve el desarrollo de la industria manufacturera dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México, a través de la consolidación de corredores industriales.

Vinculación con el proyecto

El proyecto *Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca* se vincula de manera directa con los objetivos y estrategias del Plan Municipal de Desarrollo, al formar parte del sector industrial manufacturero establecido dentro del Parque Industrial Tizayuca, zona identificada como estratégica para el crecimiento económico del municipio.

Asimismo, la operación de la empresa contribuye a la generación de empleo directo, manteniendo una plantilla aproximada de 23 empleos fijos, además de generar una derrama económica a nivel local mediante el pago de impuestos, servicios y derechos asociados a su operación.

En este contexto, el proyecto se alinea con la política municipal de fortalecimiento del sector productivo, contribuyendo al desarrollo económico regional y al mejoramiento de las

condiciones de bienestar social de la población, sin contravenir las disposiciones del ordenamiento territorial ni los instrumentos de planeación vigentes.

II.5 Demás normatividad aplicable

Adicionalmente a los ordenamientos previamente analizados, el proyecto *Planta II de Formaldehído FENO RESINAS Tizayuca* se encuentra sujeto a diversas disposiciones jurídicas de carácter constitucional y municipal, las cuales establecen principios y obligaciones en materia de protección al ambiente, seguridad industrial y prevención de riesgos.

En este sentido, la **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**, en su artículo 4°, reconoce el derecho de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, así como la obligación de prevenir y reparar el daño ambiental. El proyecto se vincula con este precepto al incorporar medidas de prevención, control y mitigación de impactos ambientales, tales como el monitoreo de emisiones a la atmósfera, el tratamiento de aguas residuales, el manejo adecuado de residuos y la implementación de sistemas de seguridad, garantizando el cumplimiento de la normatividad aplicable y la protección del entorno.

Por otra parte, el **Reglamento de Protección Civil y Bomberos del Municipio de Tizayuca, Estado de Hidalgo** establece las disposiciones para la supervisión de las condiciones de seguridad en establecimientos que puedan representar riesgos. En cumplimiento de este ordenamiento, el proyecto cuenta con un Programa Interno de Protección Civil autorizado, así como con estudios de riesgo, dictámenes estructurales y la implementación de equipos contra incendio, señalización de áreas de riesgo, rutas de evacuación y planes de atención a emergencias, lo que permite garantizar condiciones adecuadas de seguridad para el personal y las instalaciones.

En conjunto, el proyecto se desarrolla bajo un enfoque integral de cumplimiento normativo, incorporando medidas técnicas y operativas que permiten prevenir riesgos, proteger el ambiente y salvaguardar la integridad de las personas, en apego a las disposiciones legales aplicables.

III. Descripción de la región ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada.

El presente capítulo delimita y caracteriza el espacio ambiental en el que se inserta la Planta II de Formaldehído de FENORESINAS, S.A. de C.V., en Tizayuca, Hidalgo. Para evitar que superficies con funciones distintas se utilicen de manera indistinta, el análisis diferencia cuatro escalas: el predio industrial, el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE). Esta jerarquía permite vincular cada impacto con la escala en la que puede manifestarse y con la medida de prevención, mitigación o seguimiento que le corresponde.

La caracterización se integró con los planos del anexo cartográfico, el instrumento de ordenamiento ecológico citado en la MIA, publicaciones técnicas y conjuntos de datos oficiales. Las capas regionales se emplean para contextualizar la RE; la imagen satelital, el croquis, las colindancias y la información de ingeniería permiten describir con mayor detalle el AP y el AI.

III.1 Delimitación, descripción, caracterización y diagnostico de la región ecológica.

III.1.1Delimitación del área de estudio

La delimitación del área de estudio tiene como propósito establecer un marco espacial técnicamente sustentado para identificar, caracterizar y evaluar los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos que podrían interactuar con la puesta en operación, el mantenimiento y, en su caso, el abandono de la Planta II de Formaldehído de FENO RESINAS, S.A. de C.V. Esta delimitación permite diferenciar el alcance territorial de las actividades del proyecto y analizar sus posibles efectos en función de la escala, naturaleza y mecanismo de propagación de cada impacto.

Para tal efecto, se definieron tres unidades espaciales jerarquizadas, anidadas y complementarias: el **Región Ecológica (RE)**, como marco territorial de referencia para la caracterización integral del entorno; el **Área de Influencia (AI)**, como el espacio en el que

podrían manifestarse de manera directa o indirecta las interacciones ambientales y socioeconómicas asociadas con la operación del proyecto; y el **Área del Proyecto (AP)**.

La delimitación de estas unidades no se sustentó únicamente en límites político-administrativos, en la propiedad del promovente o en la aplicación aislada de un radio de distancia. Se realizó mediante un análisis multicriterio apoyado en información cartográfica, documental y de campo, considerando: a) los instrumentos de ordenamiento ecológico y territorial aplicables; b) la continuidad espacial y funcional de los componentes ambientales; c) la distribución de los usos de suelo y las coberturas existentes; d) la presencia de infraestructura industrial, urbana y de comunicaciones; e) las condiciones climáticas, hidrológicas, topográficas y fisiográficas; f) la localización de áreas o componentes de relevancia ambiental; y g) las posibles rutas de propagación de emisiones, ruido, descargas, residuos, tránsito y riesgos asociados con las actividades proyectadas.

El análisis se desarrolló bajo el enfoque **fuente–vía de transferencia–receptor**, identificando la actividad o elemento generador, el medio a través del cual podría propagarse el efecto y los componentes ambientales o socioeconómicos potencialmente expuestos. Con ello se busca evitar tanto la exclusión de receptores ubicados fuera del predio como la incorporación de superficies que no mantienen una relación funcional o ambiental razonablemente atribuible al proyecto. En consecuencia, las tres unidades delimitadas constituyen la base espacial para la caracterización ambiental, la identificación y evaluación de impactos y la definición de las medidas de prevención, mitigación y seguimiento.

Ubicación y contexto territorial del proyecto

El proyecto se localiza en el municipio de Tizayuca, estado de Hidalgo, dentro de una zona con un proceso previo de urbanización e industrialización. Para representar su ubicación y relación con el entorno, se emplean cuatro escalas de análisis: regional, municipal, cercana e inmediata. Esta secuencia permite identificar la posición del proyecto respecto de los límites municipales, la Región Ecológica (RE), el Área de Influencia (AI), la infraestructura vial y los usos existentes en los predios próximos.

MP-01 Macrolocalización del proyecto

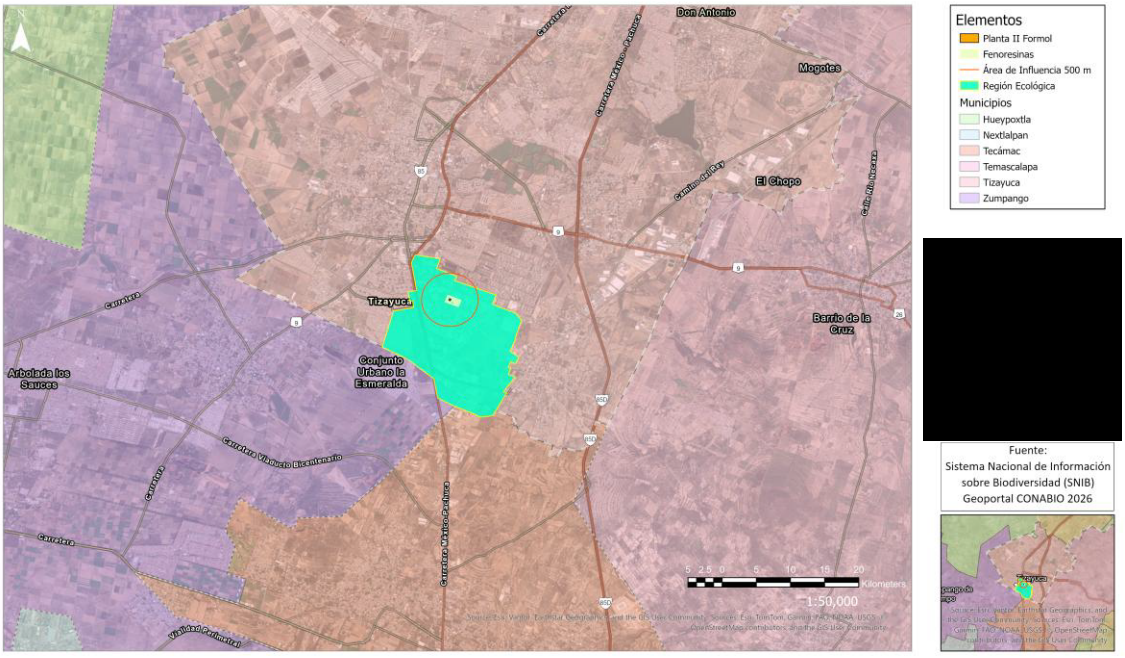

Ilustración 13.- Macro localización del proyecto.

El plano MP-01 presenta la ubicación regional del proyecto dentro del municipio de Tizayuca y su relación territorial con los municipios circundantes de Hueypoxtla, Nextlalpan, Tecámac, Temascalapa y Zumpango. Asimismo, permite distinguir el polígono del Sistema Ambiental, el Área de Influencia delimitada a 500 m, el predio general de FENO RESINAS y la ubicación específica de la Planta II de Formaldehído. Esta escala confirma que el proyecto se encuentra en el sector industrial de Tizayuca, comunicado con la red carretera regional y próximo a zonas urbanizadas del municipio.

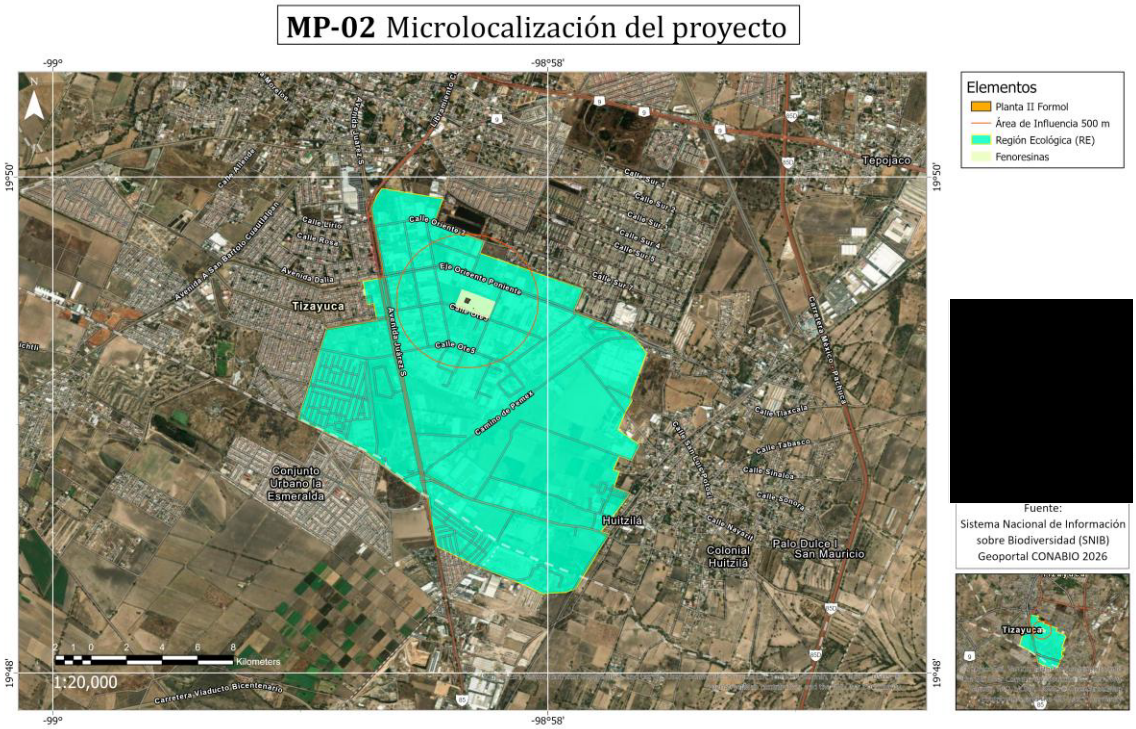

Ilustración 14.- Micro localización del proyecto.

A escala municipal y urbana, el plano MP-02 muestra que el predio de FENO RESINAS se encuentra dentro de una matriz territorial transformada, constituida por instalaciones industriales, vialidades, áreas habitacionales y terrenos con diferentes grados de ocupación. El acceso al entorno del proyecto se realiza mediante la infraestructura vial existente, principalmente a través de Avenida Juárez Sur, Eje Oriente-Poniente y Calle Oriente 3. El plano también permite observar la posición del proyecto dentro de la Región Ecológica y la relación del Área de Influencia de 500 m con los usos urbanos e industriales localizados en sus inmediaciones.



Ilustración 15.- Vista cercana del proyecto.

El plano MP-03 permite diferenciar el polígono general de las instalaciones de FENO RESINAS respecto de la superficie específica ocupada por la Planta II de Formaldehído. La vista cercana confirma que dicha infraestructura se encuentra instalada dentro de un predio industrial previamente ocupado y rodeado por vialidades, naves, establecimientos productivos y terrenos sin uso aparente, por lo que su emplazamiento no representa la apertura de un nuevo frente de industrialización aislado.

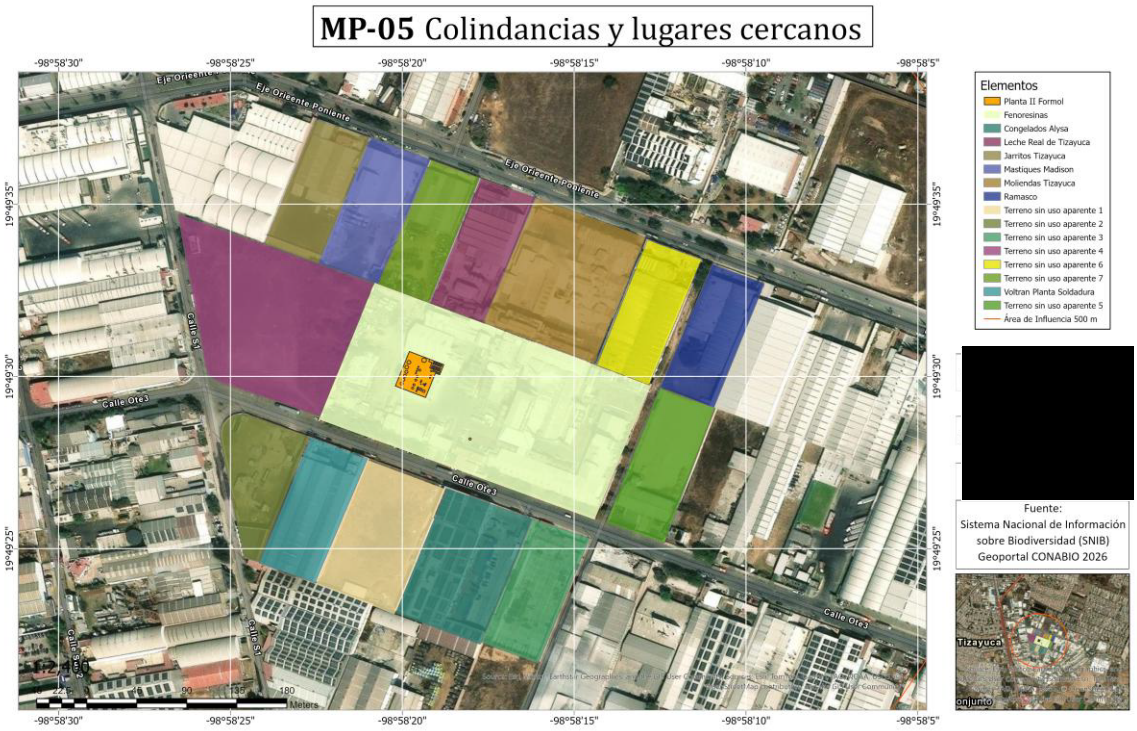

Ilustración 16.- Colindancias y lugares cercanos al proyecto.

El análisis de las colindancias y lugares cercanos confirma el carácter predominantemente industrial del entorno inmediato. En las proximidades del predio se identifican instalaciones correspondientes a Jarritos Tizayuca, Mástiques Madison, Leche Real de Tizayuca, Moliendas Tizayuca, Congelados Alysa, Ramasco y Voltran Planta Soldadura, además de diversos terrenos clasificados como sin uso aparente al momento de la elaboración cartográfica. La distribución de estos establecimientos, junto con la presencia de Eje Oriente-Poniente, Calle Oriente 3 y Calle S1, evidencia la integración del proyecto a un corredor industrial previamente consolidado y dotado de infraestructura vial.

No obstante, la presencia de actividades industriales y la transformación previa del territorio no se consideran, por sí solas, argumentos para descartar la generación de impactos ambientales. La proximidad de sectores urbanizados, vialidades, establecimientos productivos y terrenos no ocupados fue incorporada en la delimitación y análisis del Área de Influencia, con la finalidad de considerar los posibles receptores ambientales y socioeconómicos ubicados fuera del predio.

Delimitación y justificación de la Región Ecológica

La Región Ecológica (RE) constituye la unidad territorial de referencia para caracterizar integralmente el entorno y evaluar las posibles interacciones ambientales derivadas de la puesta en operación, mantenimiento y eventual abandono de la Planta II de Formaldehído. Su delimitación permite ampliar el análisis más allá de la superficie ocupada por el proyecto e incorporar los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos que guardan una relación territorial o funcional con sus actividades.

Para delimitar la RE se adoptó como base el polígono de la **Unidad de Gestión Ambiental 570 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Valle Pachuca-Tizayuca del Estado de Hidalgo**. La utilización de esta unidad resulta técnicamente procedente porque corresponde a una división territorial oficialmente establecida para la planeación ambiental, cuyos componentes presentan condiciones relativamente homogéneas y se encuentran sujetos a una política, lineamientos y criterios ecológicos comunes. Asimismo, este criterio coincide con lo señalado por la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, sector industrial, la cual reconoce las unidades de gestión ambiental de los ordenamientos ecológicos decretados como una referencia válida para delimitar la Región Ecológica.

La RE comprende una superficie de **4,502,691.741 m^2**, equivalente a **450.269 ha o aproximadamente 4.503 km^2**. Esta extensión permite incluir el Área del Proyecto, el predio industrial de FENO RESINAS, el Área de Influencia y una superficie territorial adicional en la que se encuentran los principales componentes ambientales y receptores potencialmente relacionados con el proyecto. De esta manera, la delimitación no se restringe a la propiedad del promovente ni se deriva de la aplicación aislada de un radio de distancia.

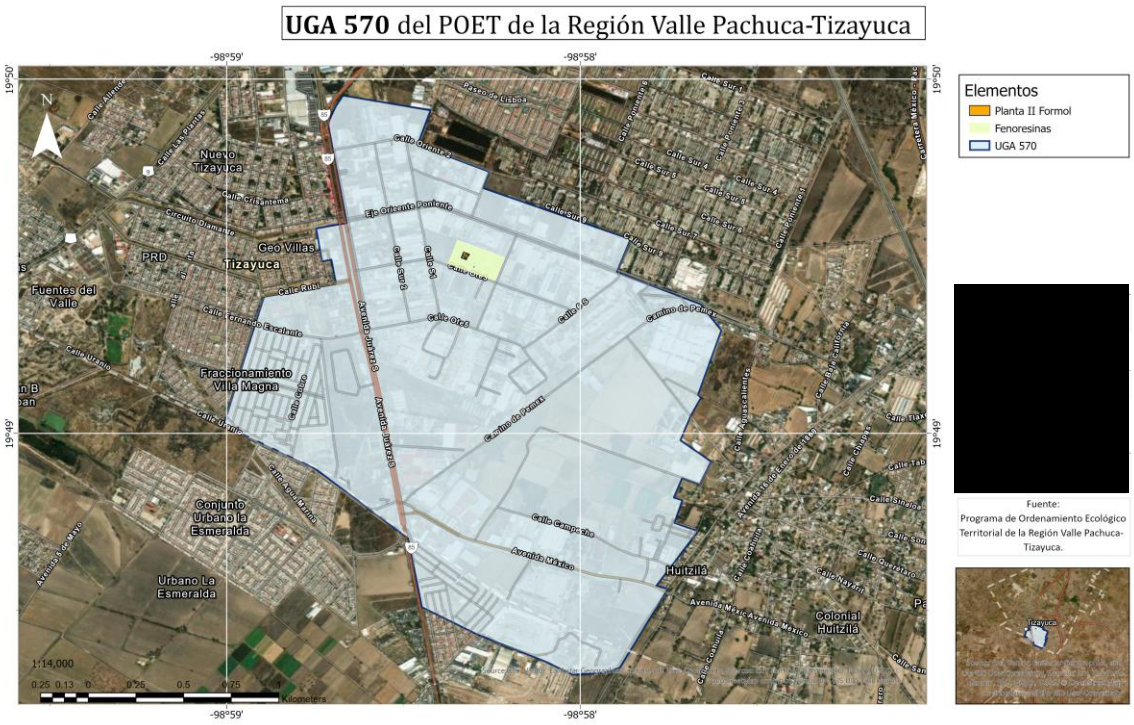

Ilustración 17.- UGA 570 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Valle Pachuca-Tizayuca.

El mapa muestra el polígono completo de la UGA 570, su clave, la delimitación coincidente de la Región Ecológica, el Área de Influencia y la ubicación de la Planta II.

De manera complementaria, la regionalización ambiental de mayor escala ubica al proyecto, al AI y la RE dentro de la región denominada Depresión de México, como se observa en el plano MP-06. Esta regionalización aporta contexto fisiográfico y territorial, pero no constituye el criterio principal utilizado para delimitar la RE, pues corresponde a una escala y un instrumento diferentes de la UGA 570.

MP-06 Ubicación del proyecto dentro de la UAB

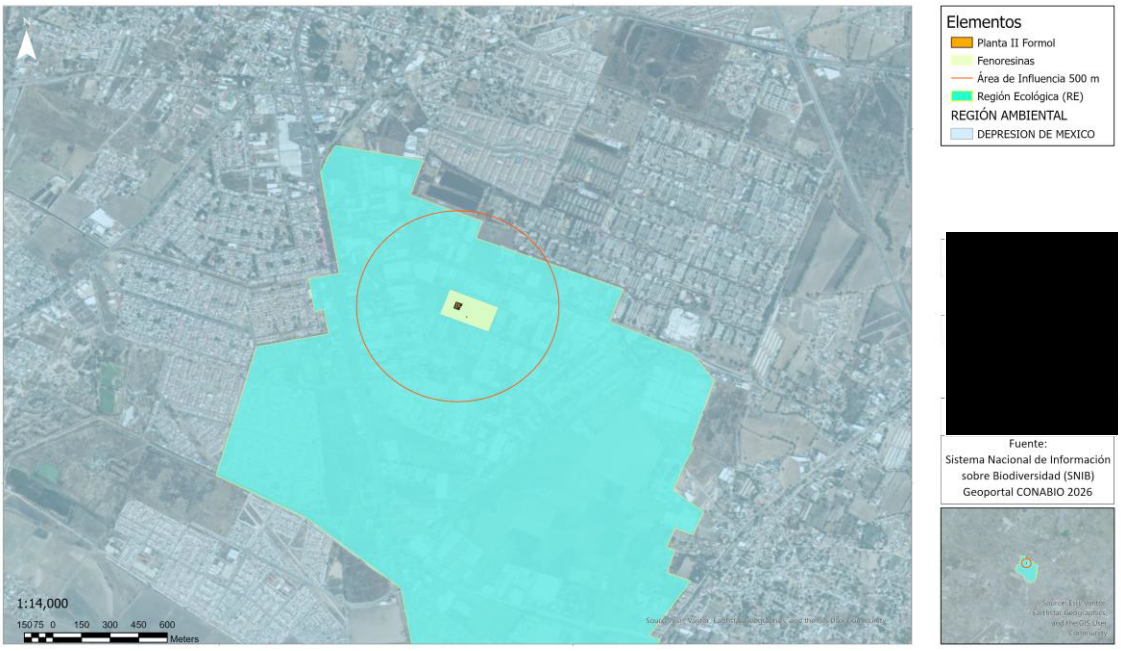

Ilustración 18.-Ubicación del proyecto en la región ambiental Depresión de México.

El plano MP-06 confirma que las unidades espaciales analizadas forman parte de un mismo contexto ambiental regional.

La relación espacial entre las tres escalas de análisis se representa en el plano MP-12. El Área del Proyecto se localiza dentro del predio de FENO RESINAS; el predio se encuentra comprendido dentro del Área de Influencia delimitada a 500 m y, a su vez, el AI permanece contenida dentro de la Región Ecológica.

MP-12 Predio y Área de influencia del proyecto, inmersos en la Región Ecológica

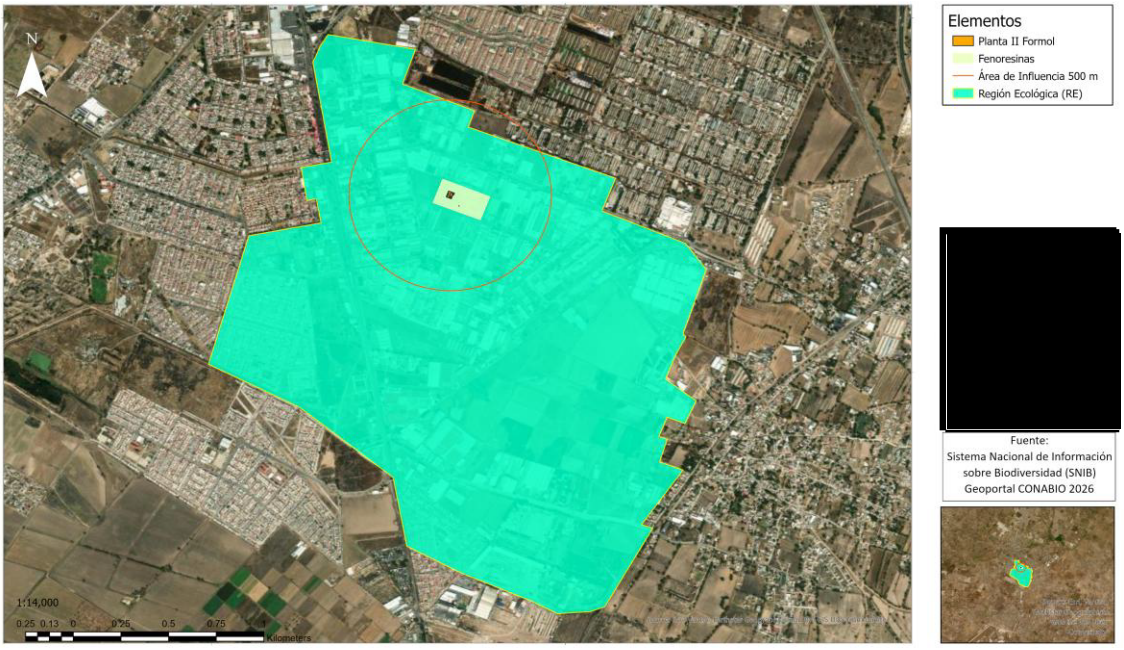

Ilustración 19.- Relación espacial entre la Región Ecológica, el Área de Influencia y el Área del Proyecto.

Esta disposición anidada permite evaluar el proyecto desde su huella física específica hasta el contexto territorial en el que podrían manifestarse sus efectos directos e indirectos. La RE incorpora superficies urbanas, industriales, habitacionales y agrícolas, por lo que incluye tanto las áreas generadoras de presión como los posibles receptores ambientales y socioeconómicos ubicados fuera del predio.

La delimitación también se corroboró mediante la revisión de áreas de relevancia ambiental. Conforme a los planos MP-07, MP-09 y MP-10, el AP, el AI y la RE no presentan superposición con las áreas naturales protegidas, Regiones Terrestres Prioritarias ni Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves representadas en la cartografía.

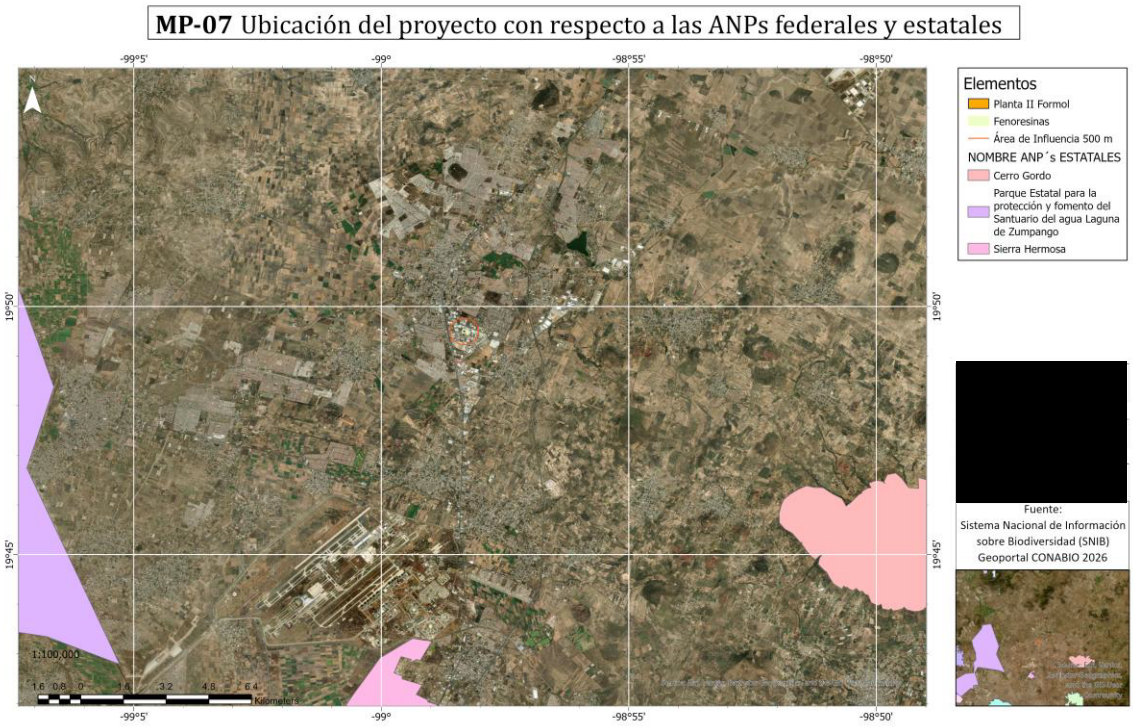

Ilustración 20.- Ubicación del proyecto respecto de las áreas naturales protegidas federales y estatales.

El plano MP-07 muestra que el proyecto se encuentra fuera de las áreas naturales protegidas identificadas en el contexto regional, entre ellas Cerro Gordo, Sierra Hermosa y el Parque Estatal para la Protección y Fomento del Santuario del Agua Laguna de Zumpango. Por lo tanto, la superficie delimitada como RE no se superpone con los polígonos de protección representados.

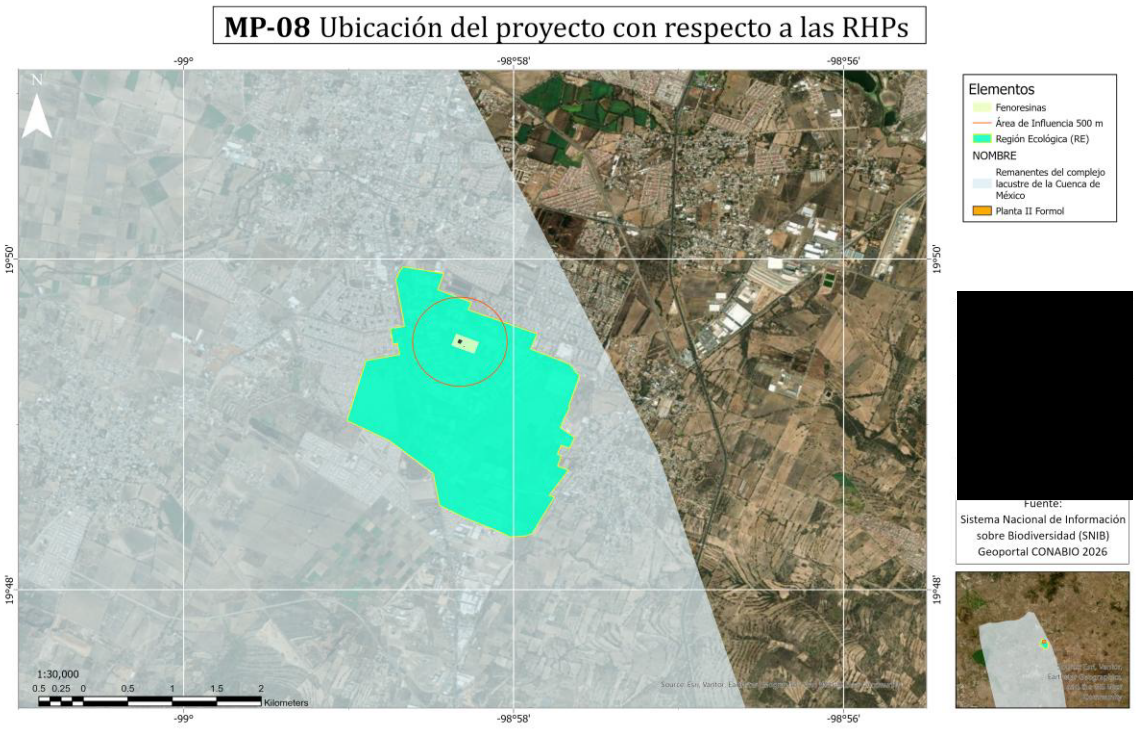

Ilustración 21.- Ubicación del proyecto respecto de las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

El plano MP-08 muestra que el AP, el AI y la RE se encuentran dentro de la **Región Hidrológica Prioritaria Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México**. Esta condición no equivale por sí misma a un régimen jurídico de protección como el de un área natural protegida; sin embargo, constituye un referente de sensibilidad ambiental que deberá considerarse en la evaluación de impactos y en las medidas destinadas a prevenir derrames, infiltraciones, descargas no controladas y afectaciones al suelo, drenaje y escurrimientos.

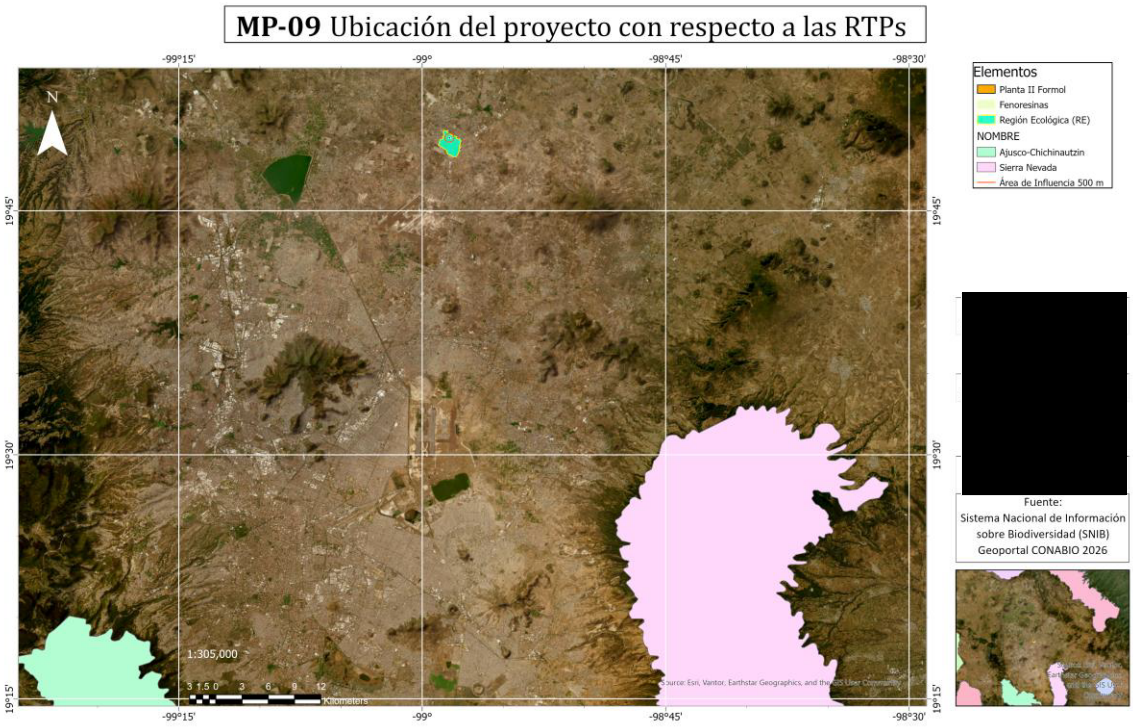

Ilustración 22.-Ubicación del proyecto respecto de las Regiones Terrestres Prioritarias.

El plano MP-09 confirma que el proyecto y la RE no se superponen con las Regiones Terrestres Prioritarias Ajusco-Chichinautzin y Sierra Nevada representadas en el contexto regional.



Ilustración 23.-Ubicación del proyecto respecto de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

De acuerdo con el plano MP-10, el proyecto tampoco se superpone con las AICA Lago de Texcoco y Subcuenca Tecocomulco. En consecuencia, no se identifican interacciones territoriales directas con estas áreas.

La pertinencia la RE se corroboró adicionalmente mediante la comparación espacial de las condiciones climáticas, geológicas, sísmicas, hidrológicas y de uso del suelo representadas en los mapas temáticos. Este análisis permite determinar si el polígono seleccionado comprende unidades ambientales suficientemente relacionadas y si incluye los componentes que podrían interactuar con el proyecto.

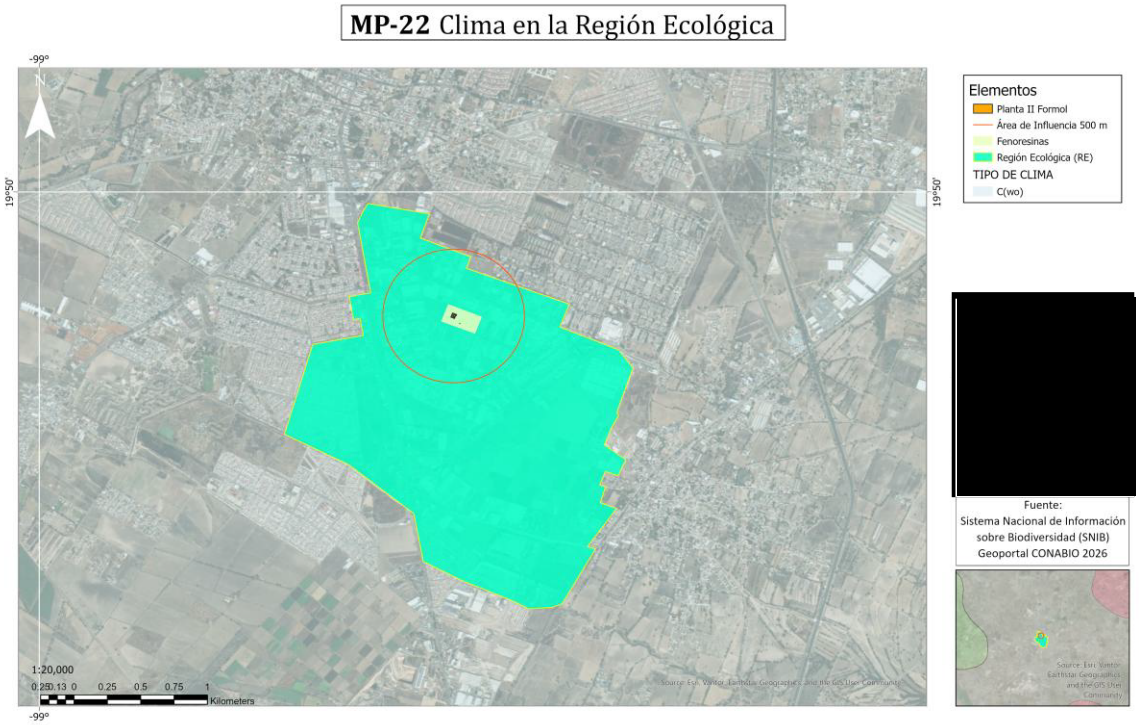

Ilustración 24.-Tipo de clima en la Región Ecológica.

El plano MP-22 muestra que la totalidad de la RE, el AI y el AP presenta un clima **C(w0)**, correspondiente a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y menor grado de humedad dentro de los subhúmedos. La presencia de un solo tipo climático en las tres unidades de análisis evidencia continuidad climática y descarta la existencia de cambios de régimen climático que justifiquen una subdivisión adicional de la RE.

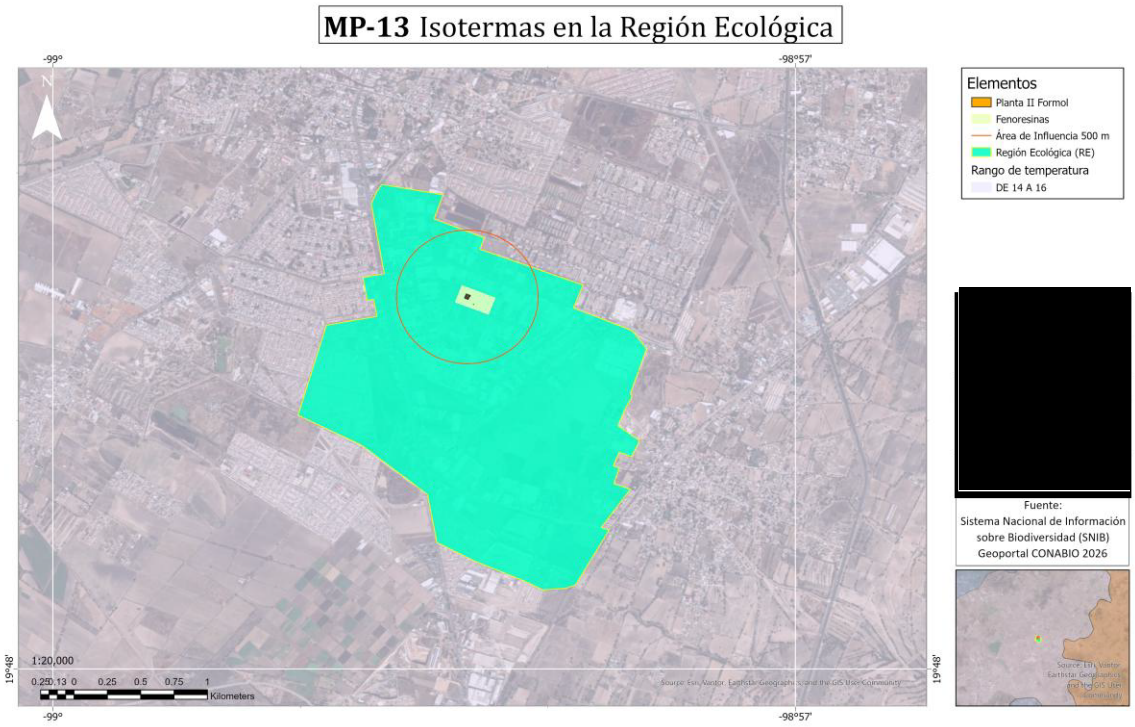

Ilustración 25.- Isotermas en la Región Ecológica.

De acuerdo con el MP-13, la RE, el AI y el AP se encuentran dentro del intervalo de temperatura media de **14 a 16 °C**. La permanencia de este rango en toda la superficie analizada indica que, a la escala cartográfica utilizada, no se presentan variaciones térmicas regionales significativas dentro de la RE.

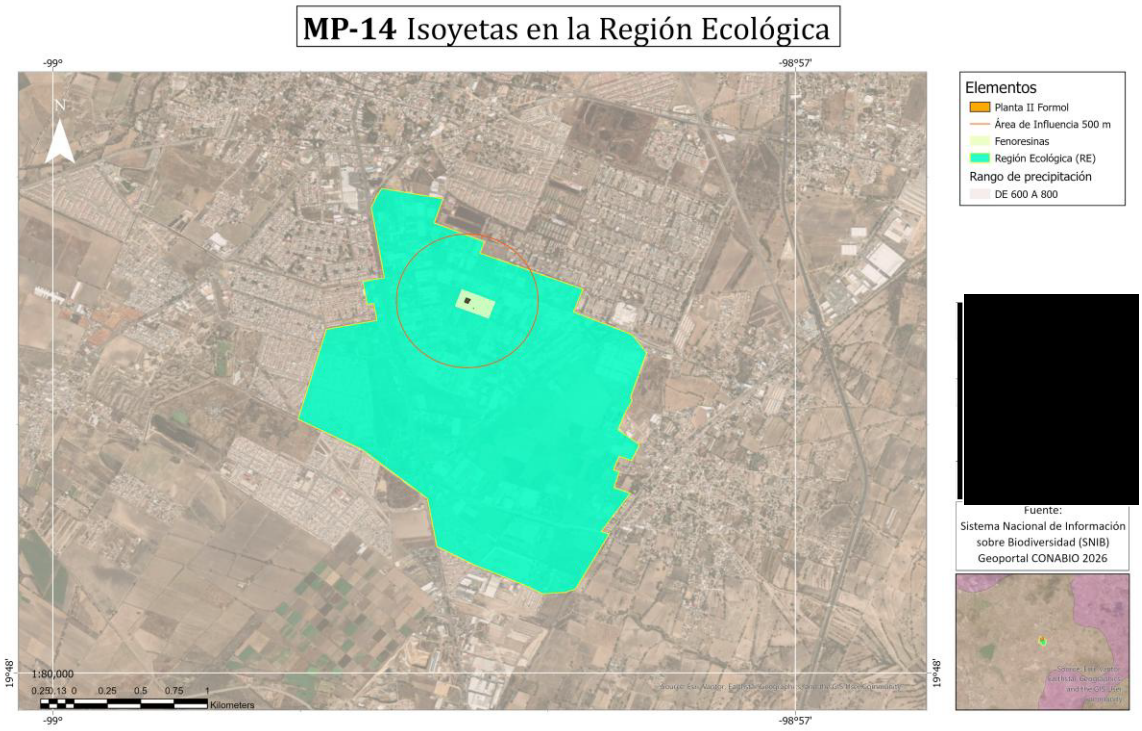

Ilustración 26.- Isoyetas en la Región Ecológica.

El plano MP-14 ubica la totalidad de la RE, el AI y el AP dentro de un intervalo de precipitación de **600 a 800 mm**. Esta condición complementa la caracterización climática y confirma la continuidad del régimen general de precipitación dentro del área delimitada.

En conjunto, los planos MP-22, MP-13 y MP-14 muestran que las tres unidades espaciales comparten el mismo tipo de clima y rangos uniformes de temperatura y precipitación. Estas coincidencias respaldan la coherencia climática de la RE.

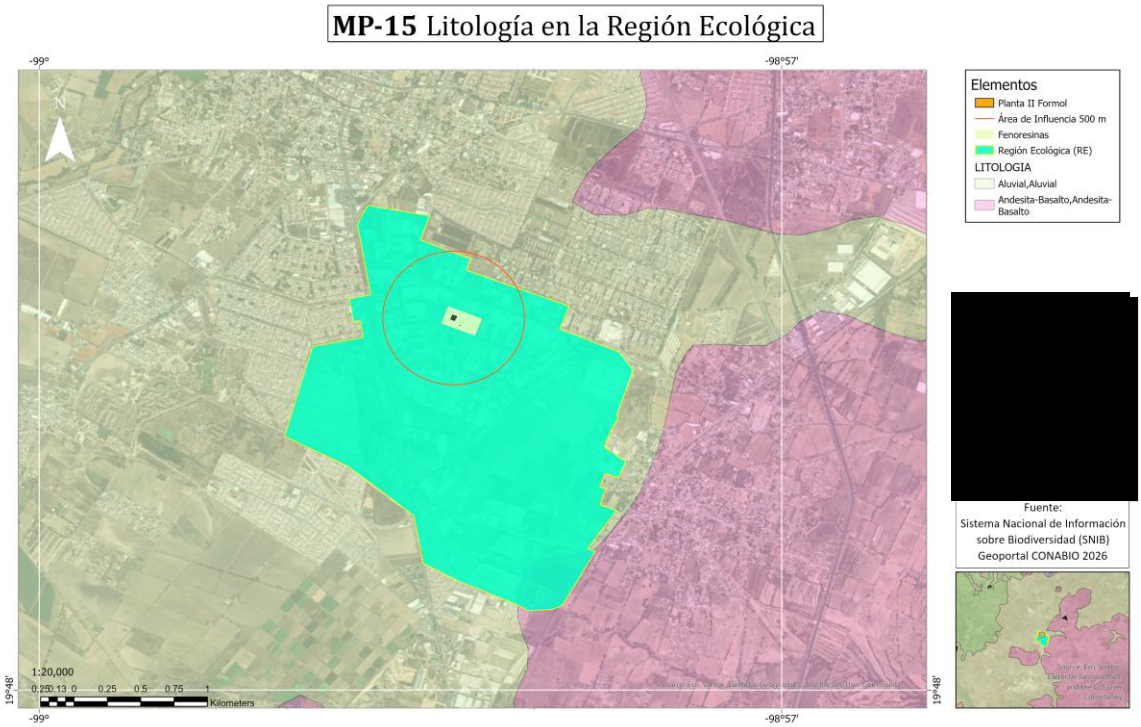

Ilustración 27.- Litología en la Región Ecológica.

En cuanto a las características del medio físico, el MP-15 muestra que el AP, el AI y la mayor parte de la RE se localizan sobre materiales de origen aluvial. Las unidades conformadas por andesita, basalto y combinaciones de rocas volcánicas se presentan principalmente hacia el entorno oriental. Esta configuración indica que el proyecto y su entorno inmediato comparten un mismo contexto litológico, mientras que las variaciones identificadas hacia la periferia forman parte de la transición regional incluida en la RE.

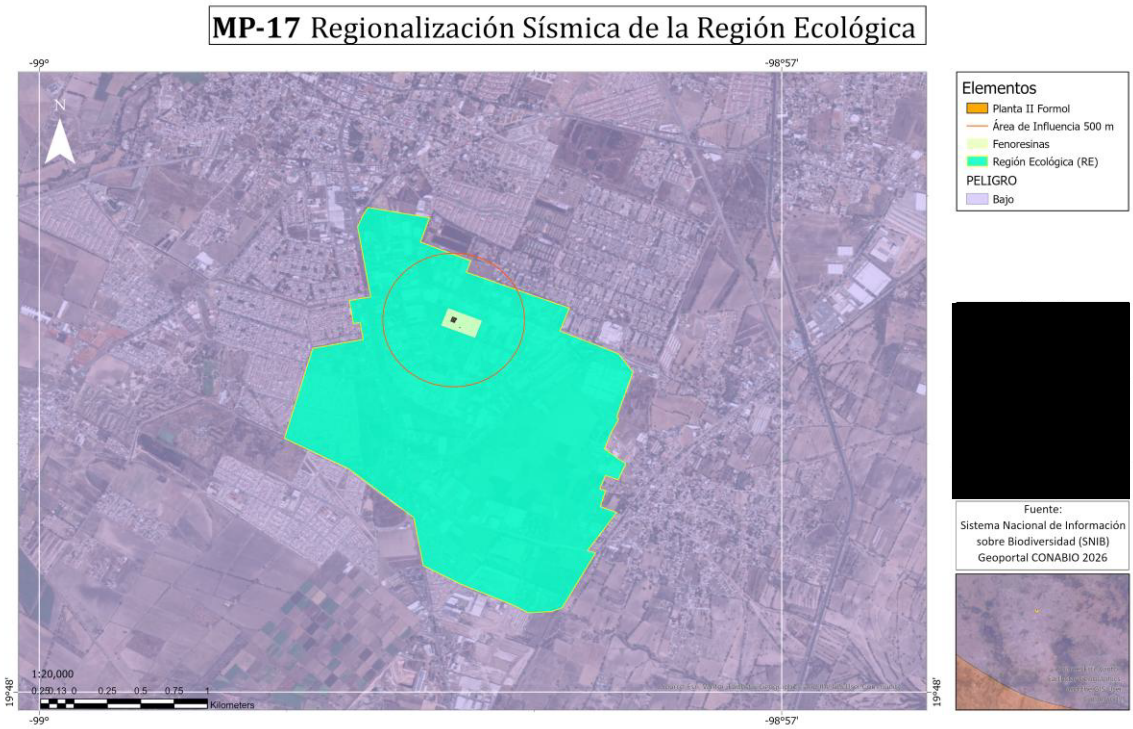

Ilustración 28.- Regionalización sísmica de la Región Ecológica.

El plano MP-17 ubica la totalidad de la RE, el AI y el AP dentro de una categoría de **peligro sísmico bajo**. Esta condición no constituye por sí misma un criterio de delimitación, pero permite corroborar que las unidades analizadas se encuentran dentro de un mismo contexto regional de susceptibilidad sísmica.

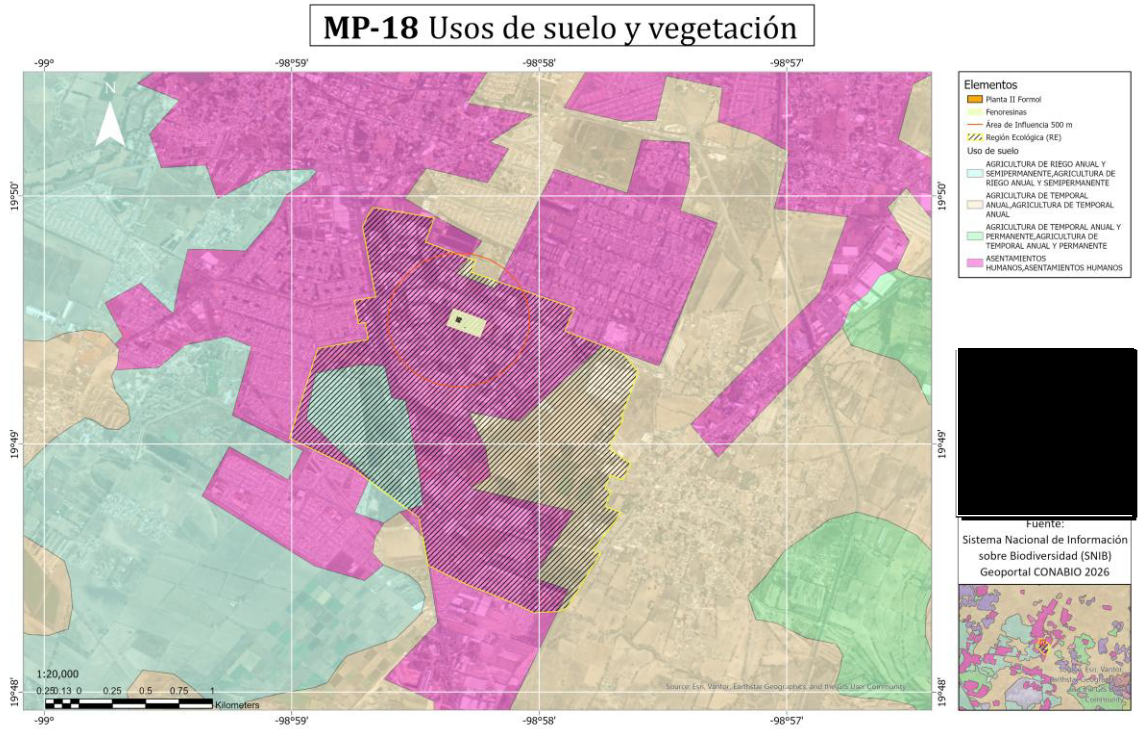

Ilustración 29.- Usos del suelo y vegetación en la Región Ecológica.

El MP-18 identifica dentro de la RE una combinación de asentamientos humanos y superficies agrícolas de temporal y riego. El AP se encuentra en una superficie clasificada como asentamiento humano, condición congruente con el carácter industrial y urbanizado observado en las imágenes satelitales y durante la caracterización de campo. El AI también se desarrolla predominantemente sobre superficies transformadas, mientras que hacia los sectores periféricos de la RE se presentan áreas agrícolas.

La heterogeneidad de usos del suelo no invalida la delimitación; por el contrario, permite incorporar tanto las superficies industriales y urbanas relacionadas directamente con el proyecto como los usos agrícolas y receptores localizados en su entorno. De esta manera, la RE representa adecuadamente la transición territorial existente y evita limitar la evaluación a las instalaciones de FENO RESINAS.

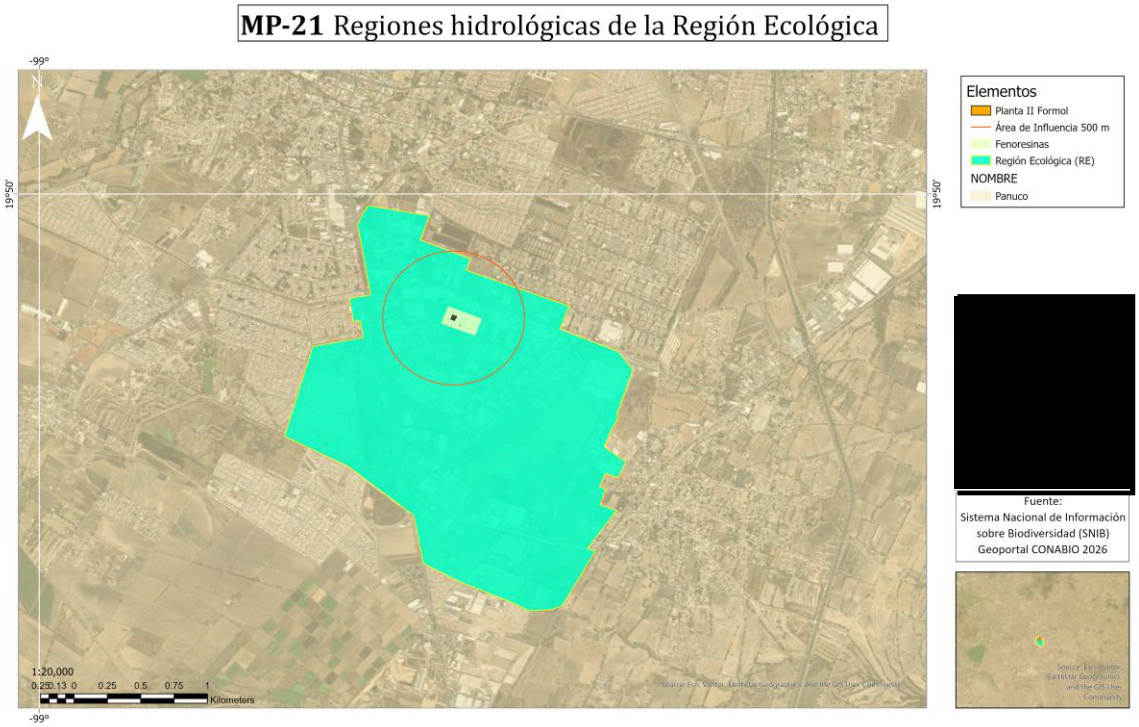

Ilustración 30.- Región hidrológica de la Región Ecológica.

En materia hidrológica, el MP-21 ubica la totalidad de la RE, el AI y el AP dentro de la **Región Hidrológica Pánuco**. Esta coincidencia establece el contexto hidrológico regional común de las tres unidades espaciales analizadas.

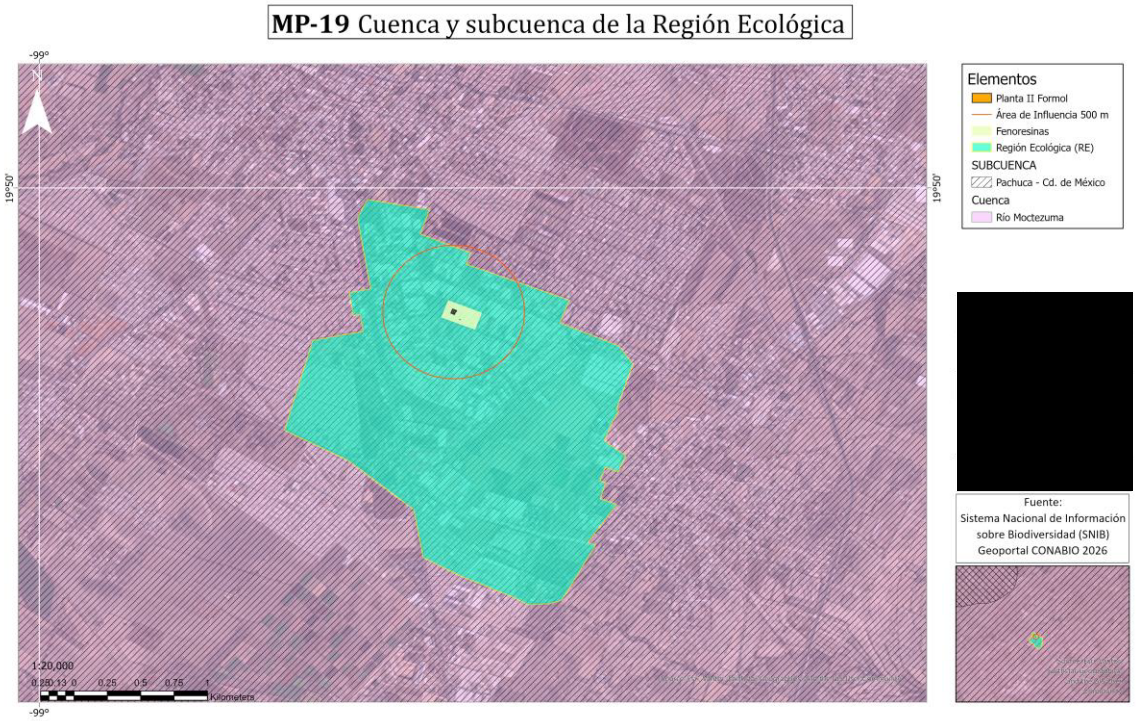

Ilustración 31. -Cuenca y subcuenca de la Región Ecológica.

El plano MP-19 precisa que la RE, el AI y el AP se encuentran dentro de la **cuenca del río Moctezuma** y la **subcuenca Pachuca-Ciudad de México**. La pertenencia a una misma cuenca y subcuenca respalda la continuidad hidrográfica del territorio considerado y permite analizar las posibles vías de transferencia de contaminantes dentro de un marco hidrológico común.

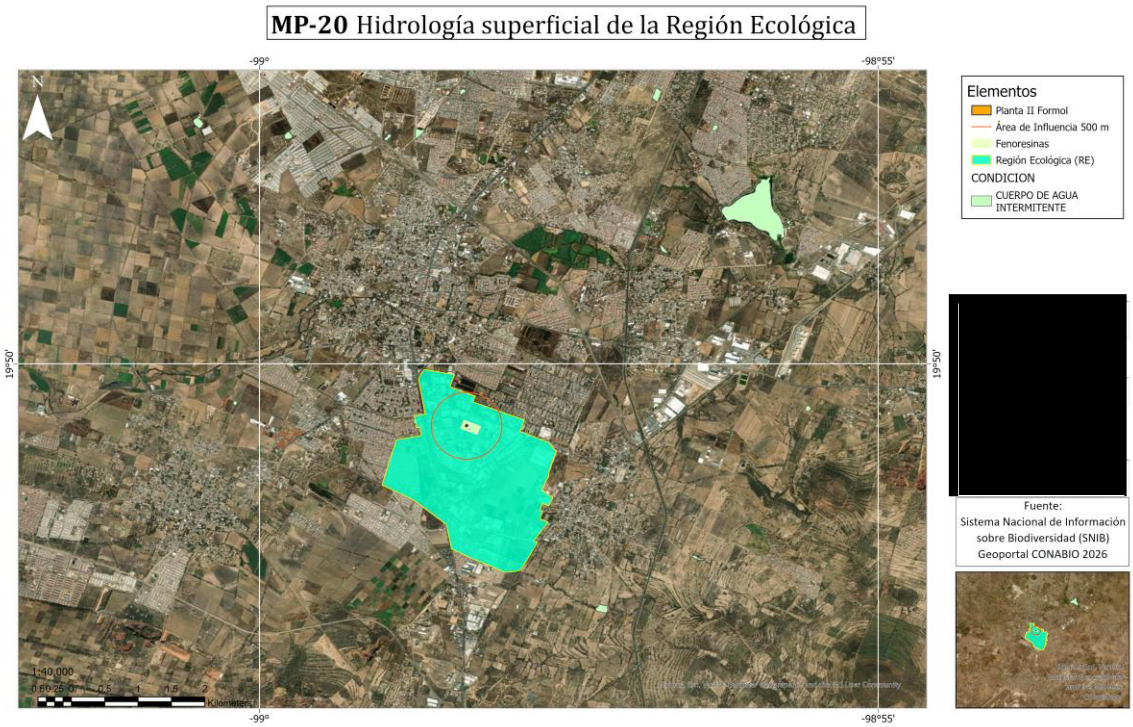

Ilustración 32.- Hidrología superficial de la Región Ecológica.

De acuerdo con el MP-20, no se identifican cuerpos de agua superficial cartografiados dentro del AP, el AI o la RE. Los cuerpos de agua intermitentes representados se localizan fuera de estas superficies, por lo que no se prevé una interacción directa con ellos durante la operación ordinaria del proyecto. No obstante, deberán considerarse las posibles vías indirectas de transferencia asociadas con el drenaje industrial y pluvial, los escurrimientos sobre superficies impermeables y la eventual infiltración al subsuelo, particularmente ante un derrame o una contingencia.

En conjunto, la correspondencia de la RE con una unidad de gestión ambiental oficialmente delimitada; la continuidad de sus condiciones climáticas, litológicas e hidrológicas; su pertenencia a una misma región ambiental, cuenca y subcuenca; y la inclusión de usos urbanos, industriales y agrícolas permiten considerar que su extensión es representativa y suficientemente amplia para la evaluación del proyecto. La delimitación evita restringir el análisis a los límites del predio e incorpora los receptores y componentes ambientales que podrían relacionarse con la operación de la Planta II. La caracterización detallada de cada componente se desarrolla en los apartados subsecuentes.

Delimitación y justificación del Área de Influencia

El Área de Influencia (AI) corresponde al espacio territorial dentro del cual podrían manifestarse las interacciones ambientales directas e indirectas atribuibles a la puesta en operación, mantenimiento y eventual abandono de la Planta II de Formaldehído. Su delimitación permite incorporar componentes ambientales y receptores externos al predio, sin confundir esta superficie con la Región Ecológica ni restringir el análisis exclusivamente a las áreas controladas por FENO RESINAS.

Para establecer el AI se generó un radio de 500 m, tomando como referencia espacial la ubicación de la Planta II, conforme a lo representado en los planos MP-02 y MP-12. De acuerdo con el cálculo cartográfico del polígono resultante, el AI comprende una superficie aproximada de **785,799 m²**, equivalente a **78.5799 ha**.

La delimitación no se sustentó únicamente en un criterio geométrico. Para determinar su pertinencia se aplicó el enfoque **fuente vía de transferencia–receptor**, considerando las actividades generadoras de impactos, los medios a través de los cuales podrían propagarse sus efectos y los componentes ambientales o socioeconómicos potencialmente expuestos.

Entre las fuentes de interacción se consideraron la recepción y almacenamiento de metanol; su transferencia mediante tuberías y bombas; las operaciones de reacción, absorción y acondicionamiento del formaldehído; el almacenamiento y manejo del producto terminado; la operación de tanques, equipos auxiliares y servicios industriales; así como la circulación de vehículos, las actividades de mantenimiento y el manejo de residuos.

Las principales vías potenciales de interacción corresponden a las emisiones conducidas y fugitivas a la atmósfera, la propagación de ruido, el tránsito vehicular, la generación y manejo de residuos y los escurrimientos sobre superficies impermeables. En condiciones anormales también se consideró la posible ocurrencia de fugas, derrames, incendios u otros eventos que pudieran generar concentraciones tóxicas, radiación térmica o sobrepresión.

Los receptores comprendidos dentro del AI incluyen al personal de FENO RESINAS, los trabajadores de las instalaciones industriales colindantes, los usuarios de las vialidades inmediatas, los terrenos sin uso aparente y los sectores urbanizados más próximos. Conforme a los planos MP-03 y MP-05, el radio de 500 m comprende la totalidad del predio, las

instalaciones industriales colindantes, las vialidades inmediatas y parte del entorno urbano, por lo que permite incorporar receptores externos a las instalaciones de la empresa.

La pertinencia de la delimitación se sustenta adicionalmente en las siguientes condiciones:

- La Planta II se encuentra construida dentro de un predio industrial existente, sobre una superficie previamente intervenida, y actualmente no se encuentra en operación.
- El AI se desarrolla predominantemente dentro de una matriz industrial y urbana provista de vialidades, redes de servicios e infraestructura.
- Conforme al MP-18, el AP y la mayor parte del AI se localizan sobre superficies clasificadas como asentamientos humanos, sin cobertura de vegetación natural dentro de la superficie ocupada por la Planta II.
- De acuerdo con el MP-20, no se identifican cuerpos de agua superficial cartografiados dentro del AP o del AI que constituyan una vía inmediata de propagación hidráulica. No obstante, permanecen como vías potenciales los escurrimientos sobre superficies impermeables, el drenaje pluvial y la eventual infiltración al subsuelo.
- Los planos MP-13, MP-14 y MP-22 muestran que el AP y el AI comparten el mismo tipo climático y los mismos intervalos de temperatura y precipitación.
- Los planos MP-19 y MP-21 confirman que ambas superficies permanecen dentro de la misma región hidrológica, cuenca y subcuenca.
- El radio incluye los principales receptores colindantes y las vías de comunicación mediante las cuales podrían manifestarse impactos asociados con emisiones, ruido, tránsito vehicular o atención de emergencias.

En consecuencia, el radio de 500 m constituye un ámbito espacial de análisis adecuado para evaluar las interacciones ambientales previsibles de la operación ordinaria, particularmente aquellas relacionadas con emisiones locales, ruido, tránsito, residuos y escurrimientos. No obstante, esta delimitación deberá revisarse si los resultados de monitoreos, estudios de dispersión, evaluaciones acústicas u otra información técnica demuestran que algún efecto presenta un alcance distinto.

MP-12 Predio y Área de influencia del proyecto, inmersos en la Región Ecológica

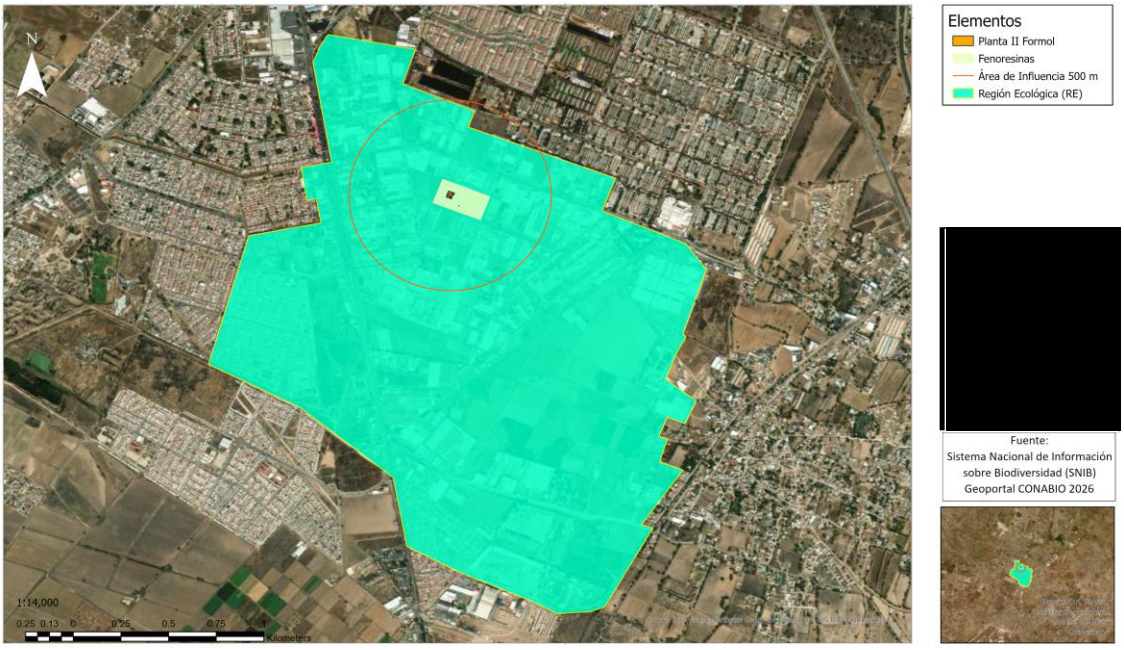

Ilustración 33.- Predio y área de influencia del proyecto.

Delimitación y justificación del Área del Proyecto

Para efectos de la evaluación ambiental, se distingue entre el predio industrial de FENO RESINAS y la superficie específica ocupada por la Planta II de Formaldehído. Esta diferenciación permite identificar con precisión la huella física del proyecto y evita atribuirle la totalidad de las obras y actividades desarrolladas dentro del complejo industrial.

El predio de FENO RESINAS comprende una superficie total de 25,400 m^2, equivalente a 2.54 ha, de la cual aproximadamente 12,000 m^2 corresponden a superficies construidas. Dentro de este predio, la **Planta II** ocupa un polígono de **945.20 m^2**, equivalente a **0.09452 ha**, en el que se encuentran instalados los equipos, estructuras y elementos directamente asociados con el proceso de producción de formaldehído.

En consecuencia, los **945.20 m^2** constituyen el Área del Proyecto (AP), mientras que los **25,400 m^2** corresponden al predio industrial que proporciona el soporte físico y operativo para su funcionamiento.

La infraestructura de la Planta II se encuentra totalmente instalada dentro de los límites del predio y su puesta en operación no requerirá ampliaciones hacia terrenos externos. Tampoco se prevé la apertura de nuevos accesos, la ocupación de superficies adicionales ni la ejecución de obras fuera del polígono definido como AP, debido a que se utilizarán las vialidades, redes de servicios y áreas de apoyo existentes dentro del complejo industrial.

El AP se localiza sobre una superficie previamente intervenida y destinada a actividades industriales. De acuerdo con la cartografía de usos del suelo y vegetación presentada en el MP-18, así como con las condiciones observadas en las imágenes satelitales y durante la caracterización de campo, la superficie no conserva cobertura de vegetación natural ni constituye un hábitat con continuidad ecológica. Por lo tanto, la puesta en operación de la Planta II no implicará remoción de vegetación natural, fragmentación de hábitats o transformación adicional de la cobertura del suelo.

Esta condición reduce la magnitud de los impactos relacionados con la ocupación territorial; sin embargo, no excluye la evaluación de los efectos propios de la operación de los equipos de proceso. En particular, deberán analizarse el manejo de metanol y formaldehído, las emisiones conducidas y fugitivas, el consumo de agua y energía, la generación de residuos y aguas residuales, el ruido, el tránsito vehicular y los riesgos asociados con fugas, derrames o incendios.

En términos funcionales, las unidades espaciales guardan la siguiente relación: la Región Ecológica proporciona el contexto regional para caracterizar los componentes ambientales; el Área de Influencia comprende el entorno inmediato en el que podrían manifestarse las interacciones del proyecto; el predio industrial constituye el ámbito bajo control y gestión de FENO RESINAS; y el Área del Proyecto corresponde exclusivamente a los **945.20 m^2** ocupados por la Planta II.

Esta diferenciación evita sobredimensionar la huella física del proyecto y, al mismo tiempo, asegura que la evaluación ambiental no se limite a la superficie ocupada por los equipos, sino que abarque un territorio suficientemente amplio para identificar y valorar impactos directos, indirectos, acumulativos y residuales.

III.1.2 Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica.

La caracterización de la Región Ecológica tiene como propósito establecer la línea base ambiental respecto de la cual se identificarán y evaluarán los impactos asociados con la puesta en operación, mantenimiento y eventual abandono de la Planta II de Formaldehído. Para ello se describen, analizan e interpretan las condiciones actuales de los componentes físicos, bióticos, paisajísticos y socioeconómicos presentes en la Región Ecológica (RE), el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP).

La RE fue delimitado previamente con base en la Unidad de Gestión Ambiental 570 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Valle Pachuca-Tizayuca del Estado de Hidalgo y comprende una superficie de **4,502,691.741 m^2**, equivalente a **450.269 ha**. Dentro de esta unidad se encuentran contenidos el AI y el AP, conforme a la delimitación de la UGA 570 y a la relación espacial representada en los planos MP-11 y MP-12, respectivamente.

La caracterización se desarrolla de lo general a lo particular. En primer término, se analizan las condiciones existentes en la RE como marco territorial de referencia; posteriormente, se identifican las características específicas del AI, donde podrían manifestarse las interacciones directas e indirectas del proyecto; y finalmente se describen las condiciones del AP, correspondiente a la superficie de **945.20 m^2** ocupada por la Planta II. Esta estructura permite reconocer tanto los procesos regionales como las condiciones particulares del sitio.

La información utilizada proviene de la revisión de cartografía oficial, instrumentos de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano, imágenes satelitales, bibliografía técnica, levantamientos y planos del predio, recorridos de campo y resultados de la caracterización biótica. La información fue analizada mediante herramientas de sistemas de información geográfica, con las cuales se verificó la distribución, continuidad y relación espacial de los componentes ambientales dentro de las unidades delimitadas.

La línea base corresponde a las condiciones existentes al momento de elaboración del estudio. En este sentido, debe considerarse que la infraestructura de la Planta II se encuentra instalada, pero aún no ha sido puesta en operación. Por ello, la caracterización incorpora tanto el grado de transformación histórica del corredor industrial y del predio de FENO

RESINAS como las condiciones ambientales existentes antes del inicio de las actividades productivas de la Planta II. No se pretende reconstruir un escenario natural anterior a la industrialización, sino describir objetivamente el estado actual sobre el cual podrían manifestarse los impactos del proyecto.

De conformidad con el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Manifestación de Impacto Ambiental debe contener la descripción de los posibles efectos del proyecto sobre los ecosistemas, así como las medidas preventivas y de mitigación correspondientes. En este contexto, la caracterización ambiental proporciona la base técnica para reconocer los componentes susceptibles de afectación, identificar las relaciones existentes entre ellos y valorar posteriormente la naturaleza, extensión, duración, acumulación, reversibilidad y significancia de los impactos.

El análisis se realiza bajo un enfoque integral, reconociendo que los componentes ambientales no funcionan de manera aislada. Las condiciones climáticas influyen en los procesos de dispersión atmosférica y escurrimiento; la litología y los suelos condicionan la infiltración y el comportamiento del terreno; la hidrología determina las posibles vías de transporte de contaminantes; los usos del suelo reflejan el grado de transformación territorial; y la distribución de la vegetación, fauna, infraestructura y población permite identificar la sensibilidad de los receptores presentes.

La relación del proyecto con áreas naturales protegidas y regiones prioritarias fue analizada previamente mediante los planos MP-07, MP-08, MP-09 y MP-10, presentados en el apartado III.1.2 Esta cartografía permitió determinar que el proyecto no se superpone con áreas naturales protegidas, Regiones Terrestres Prioritarias o Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, aunque la RE, el AI y el AP se encuentran dentro de la Región Hidrológica Prioritaria Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México.

Para efectos de su exposición y análisis, la caracterización se organiza en los siguientes componentes:

- **Aspectos abióticos:** clima, geología, geomorfología, edafología, sismicidad, hidrología superficial e hidrología subterránea.

- **Aspectos bióticos:** usos del suelo, vegetación terrestre, flora y fauna, considerando las condiciones registradas dentro del predio y su entorno.
- **Paisaje:** estructura, calidad visual, visibilidad, fragilidad y grado de transformación.
- **Medio socioeconómico:** población, infraestructura, servicios, actividades productivas, usos del territorio y receptores próximos.
- **Diagnóstico ambiental:** integración de los componentes anteriores para identificar tendencias de deterioro, condiciones de conservación, elementos sensibles y problemáticas ambientales.

Los mapas temáticos deberán insertarse dentro de los subapartados correspondientes, inmediatamente después del texto que describa e interprete la variable representada, conforme a la siguiente secuencia.

III.1.2.1 Aspectos abióticos

a) Clima

El municipio de Tizayuca se localiza al sur del estado de Hidalgo, aproximadamente entre los paralelos 19°47’ y 19°55’ de latitud norte y los meridianos 98°54’ y 99°02’ de longitud oeste, con una altitud de referencia cercana a 2,300 m s. n. m. (INEGI, 2010). Su ubicación y altitud influyen en la presencia de temperaturas moderadas y en la marcada estacionalidad de la precipitación.

Conforme a la clasificación de Köppen modificada por García para las condiciones de México y a la superposición cartográfica contenida en el plano MP-22, la RE, el AI y el AP quedan incluidos en la unidad C(w0), correspondiente a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y de menor humedad dentro de ese grupo (García, 2004; INEGI, 2005). A la escala del plano no se observan transiciones climáticas internas entre las tres unidades de análisis.

La clave C(w0) se interpreta de la siguiente manera:

La letra C corresponde al grupo de climas templados.

La letra w indica que la precipitación se concentra principalmente en verano y que el invierno es comparativamente seco.

El subíndice 0 identifica el subtipo de menor humedad dentro de los climas templados subhúmedos con lluvias de verano.

En esta fórmula climática, la lluvia invernal representa una proporción menor de la precipitación anual. Esta característica describe la distribución temporal de la lluvia y no debe confundirse con el volumen total anual. La interpretación de la clave sigue los criterios de García (2004) y la guía climatológica del INEGI (2005).

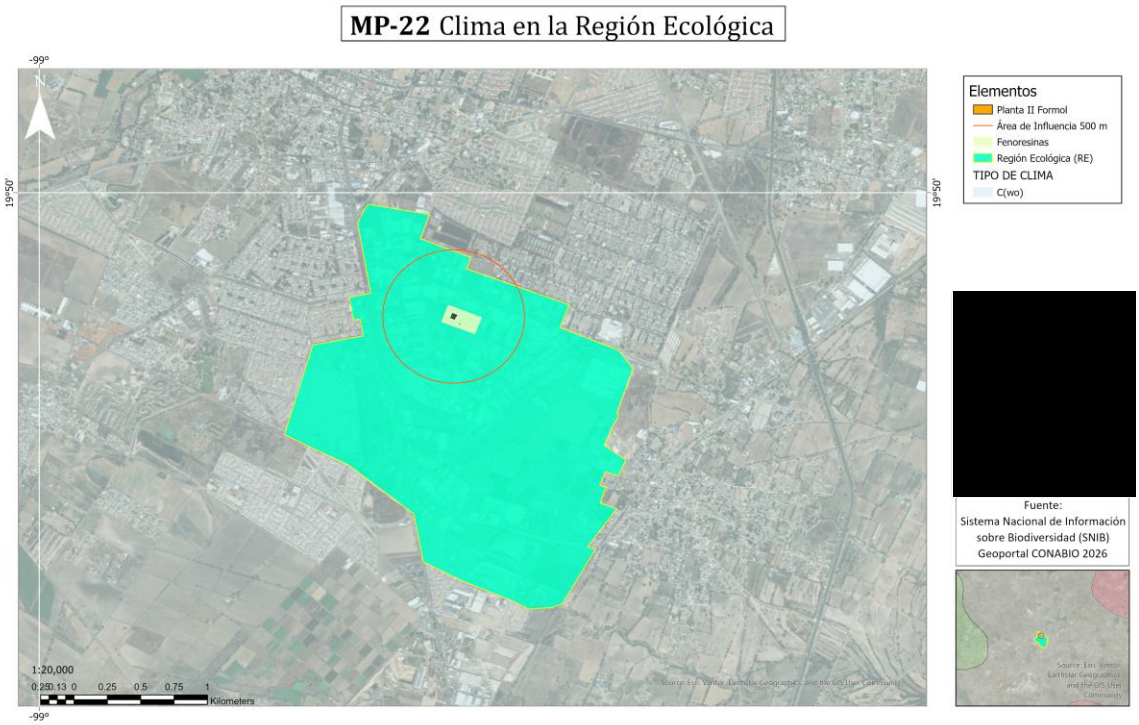

Ilustración 34.- Tipo de clima en la Región Ecológica.

El plano MP-22 representa la RE, al AI, al predio industrial y al AP dentro de una misma unidad C(w0). Esta coincidencia cartográfica sustenta la continuidad climática utilizada para la caracterización regional.

La concentración de las lluvias en verano influye en la humedad temporal del suelo, la generación de escurrimientos y el arrastre de partículas, mientras que el periodo seco puede

favorecer la re suspensión de polvo en superficies sin recubrimiento. En el entorno inmediato estos procesos se encuentran modificados por la urbanización, las vialidades y la cobertura impermeable de las instalaciones industriales. El AP se localiza en una superficie previamente intervenida, por lo que su operación no requiere la eliminación de vegetación natural ni la ocupación de terrenos exteriores al predio.

Temperatura

El Compendio de información geográfica municipal 2010 indica para Tizayuca un intervalo de temperatura media anual de 12 a 16 °C (INEGI, 2010). Para el área específica de estudio, el plano MP-13 permite precisar que la RE, el AI, el predio de FENO RESINAS y el AP se localizan dentro del intervalo de 14 a 16 °C. En consecuencia, la cartografía empleada no muestra gradientes térmicos internos que diferencien al proyecto de su entorno inmediato.

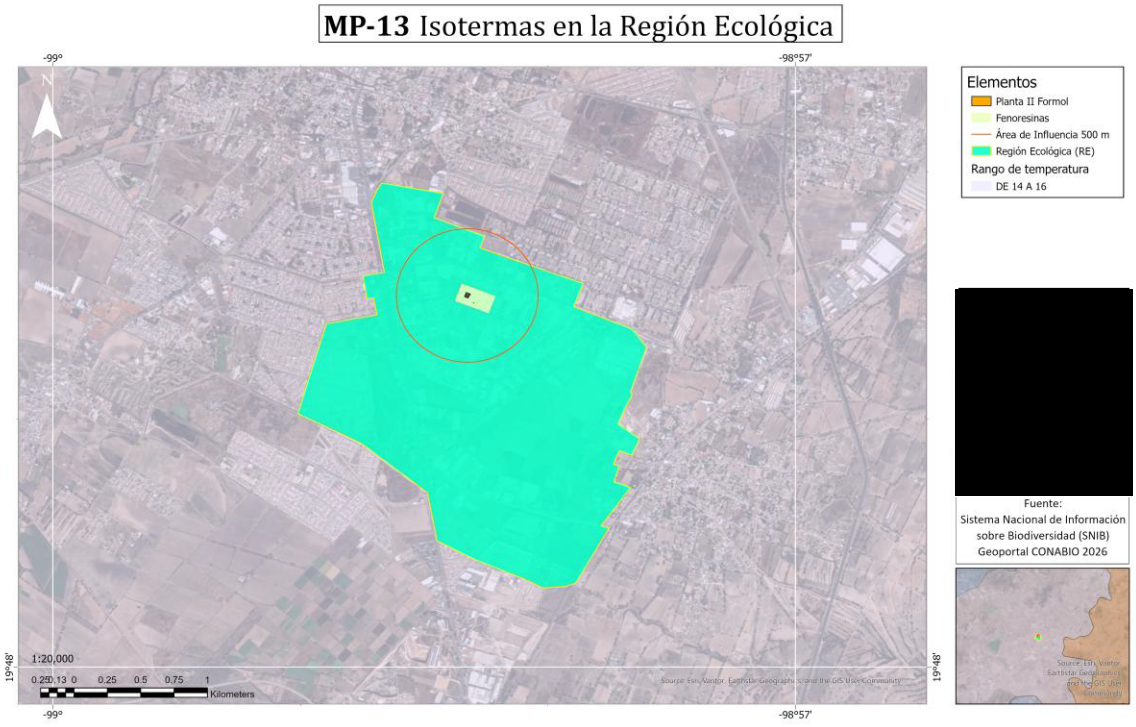

Ilustración 35.- Isotermas en la Región Ecológica.

El MP-13 muestra que la isoterma de 14 a 16 °C cubre la totalidad de las unidades analizadas. Esta homogeneidad permite emplear un mismo intervalo térmico medio para la caracterización de la RE, AI y AP, sin que ello descarte variaciones diarias, estacionales o

microclimáticas asociadas con pavimentos, edificaciones y fuentes de calor propias del corredor industrial.

Como información complementaria, una reconstrucción climática regional elaborada a partir de estaciones cercanas y del reanálisis MERRA-2 describe un periodo comparativamente cálido entre finales de marzo y principios de junio. Mayo presenta una máxima media aproximada de 26 °C y una mínima cercana a 12 °C; el periodo fresco ocurre aproximadamente de finales de octubre a principios de febrero, y enero registra valores medios cercanos a 21 °C de máxima y 6 °C de mínima (WeatherSpark, s.f.). Estos valores son estimaciones regionales y no sustituyen los registros de una estación meteorológica instalada en el predio.

La amplitud térmica diaria es congruente con una zona elevada y con humedad atmosférica estacional. Durante la primavera, antes del establecimiento pleno de las lluvias, pueden presentarse las mayores temperaturas diurnas. Posteriormente, el incremento de nubosidad y precipitación modera parcialmente el calentamiento de la superficie. En invierno, el descenso nocturno de la temperatura puede ser más marcado, especialmente bajo cielos despejados.

Desde el punto de vista ambiental, la temperatura interviene en la evaporación, evapotranspiración, humedad del suelo, volatilización de sustancias y dinámica de la atmósfera baja. Para la Planta II, su relevancia se relaciona con el almacenamiento y manejo de sustancias, la eficiencia de los sistemas de control y la dispersión de emisiones. Sin embargo, la evaluación de estos procesos debe considerar conjuntamente las propiedades fisicoquímicas de los compuestos, la radiación solar, la humedad, la estabilidad atmosférica y el viento.

Precipitación

De acuerdo con el plano MP-14, la RE, el AI, el predio industrial y el AP se localizan íntegramente dentro del rango de 600 a 800 mm de precipitación media anual. A la escala de la cartografía, esta coincidencia evidencia continuidad pluviométrica entre el sitio del proyecto y su contexto inmediato.

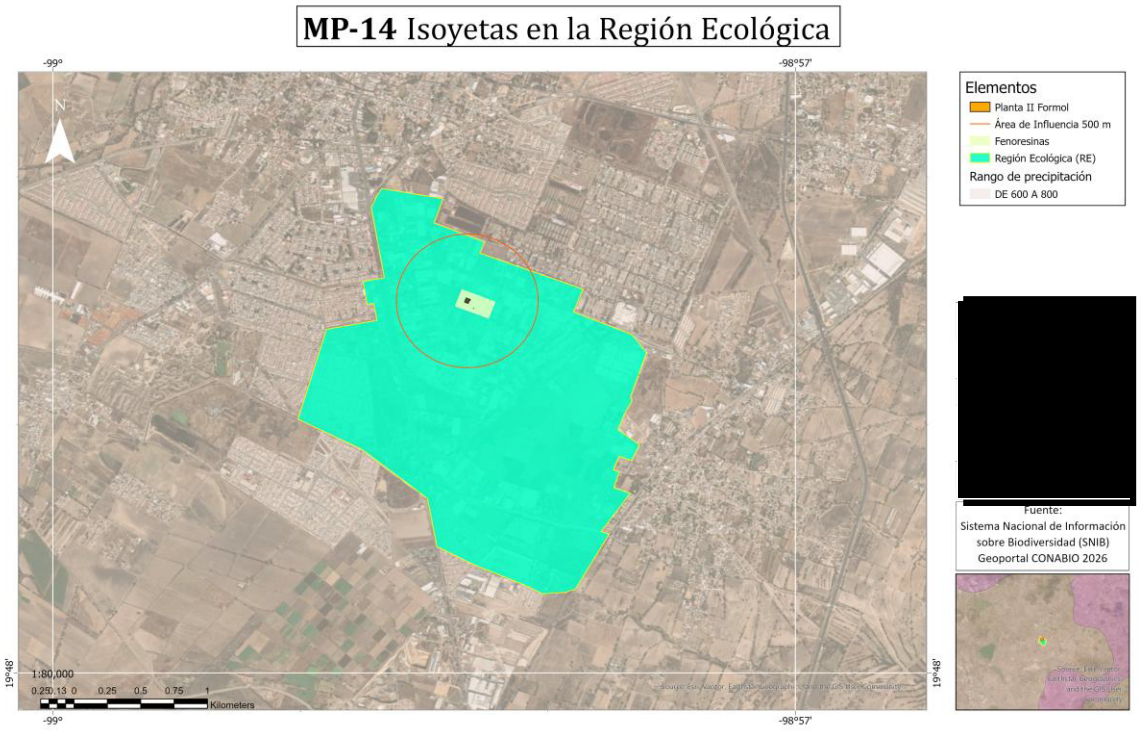

Ilustración 36.- Isoyetas en la Región Ecológica.

El MP-14 no muestra transiciones entre rangos de precipitación dentro de las unidades analizadas. Por ello, el intervalo de 600 a 800 mm se adopta como referencia cartográfica para la RE, AI y AP. La interpretación debe distinguir este rango espacial de los valores puntuales o promedios derivados de estaciones, los cuales pueden variar según el periodo de registro y la ubicación de cada observatorio.

La precipitación presenta una marcada estacionalidad. La reconstrucción regional consultada ubica el periodo con mayor probabilidad de lluvia aproximadamente entre finales de mayo y mediados de octubre. Julio presenta la mayor frecuencia estimada de días lluviosos, con alrededor de 23.9 días con al menos 1 mm de precipitación y una probabilidad diaria máxima cercana a 80 % a principios del mes. El periodo comparativamente seco se extiende de mediados de octubre a finales de mayo; diciembre registra una acumulación mensual estimada cercana a 7 mm y aproximadamente 1.7 días con al menos 1 mm de precipitación (WeatherSpark, s.f.).

La lluvia constituye el tipo de precipitación relevante para el funcionamiento hidrológico ordinario del área. Su concentración estacional puede incrementar los escurrimientos, el

arrastre de sedimentos y la acumulación temporal de agua. En las superficies agrícolas de la RE también contribuye a la humedad del suelo y, donde las condiciones del material lo permiten, a la infiltración. En el entorno urbanizado e industrial, la presencia de techos, patios, pavimentos y vialidades reduce la infiltración local y concentra los flujos hacia la infraestructura de drenaje.

Para la operación de la Planta II, la precipitación es relevante porque el contacto del agua pluvial con materias primas, productos o residuos podría generar una vía de transferencia hacia el suelo, el drenaje o el exterior del predio. Por ello deberán mantenerse la separación entre aguas pluviales limpias y corrientes potencialmente contaminadas, la limpieza de rejillas y canalizaciones, y la integridad de los sistemas de contención.

Nubosidad

La nubosidad acompaña la estacionalidad de la precipitación. La reconstrucción regional basada en registros horarios y en MERRA-2 indica mayor proporción de cielos despejados entre finales de octubre y principios de junio, y una temporada con mayor cobertura nubosa entre junio y octubre. Septiembre presenta la mayor fracción estimada de cielo nublado o mayormente nublado, mientras que febrero se encuentra entre los meses de mayor claridad (Gelaro et al., 2017; WeatherSpark, s.f.).

Tabla 29.- Nubosidad.

Mes	Cielo nublado o mayormente nublado
Enero	40 %
Febrero	34 %
Marzo	34 %
Abril	39 %
Mayo	48 %
Junio	74 %

Julio	83 %
Agosto	83 %
Septiembre	86 %
Octubre	71 %
Noviembre	49 %
Diciembre	44 %

La transición es especialmente notoria entre mayo y junio, cuando aumenta la cobertura nubosa y se establece la temporada de lluvias; entre octubre y noviembre ocurre el proceso inverso. La nubosidad regula la radiación solar incidente y puede modificar el calentamiento de la superficie, la evaporación y la amplitud térmica diaria. En temporada húmeda también se combina con mayor humedad y precipitación, lo que puede favorecer la remoción húmeda de partículas y de algunos contaminantes.

No obstante, la nubosidad no determina por sí sola la dispersión atmosférica. Para evaluar emisiones deben considerarse además la estabilidad, la altura de mezcla, la temperatura, la velocidad y dirección del viento, las características de la fuente y la configuración de las edificaciones. Los porcentajes anteriores son promedios reconstruidos para el periodo de referencia de la fuente y no representan mediciones efectuadas dentro de FENO RESINAS.

Viento

El viento influye en el transporte y dilución de emisiones, en el intercambio de calor y humedad, y en la trayectoria potencial de una liberación. Los promedios regionales se expresan a una altura estándar de 10 m; sin embargo, la velocidad y dirección reales dentro del predio pueden modificarse por la rugosidad urbana, las naves, los tanques, las estructuras y la canalización entre edificios.

La reconstrucción regional indica velocidades medias mensuales relativamente estables, en términos generales entre 8.1 y 9.9 km/h, equivalentes aproximadamente a 2.25 y 2.75 m/s. Septiembre presenta el promedio más alto y diciembre el menor (WeatherSpark, s.f.).

Tabla 30.- Velocidad media del viento

Mes	Velocidad media estimada
Enero	8.6 km/h
Febrero	9.3 km/h
Marzo	9.8 km/h
Abril	9.4 km/h
Mayo	9.3 km/h
Junio	9.7 km/h
Julio	9.8 km/h
Agosto	9.8 km/h
Septiembre	9.9 km/h
Octubre	9.2 km/h
Noviembre	8.3 km/h
Diciembre	8.1 km/h

Estas velocidades pueden contribuir a la dilución respecto de condiciones de calma, pero no permiten concluir que se evita la acumulación de contaminantes. La dispersión depende también de la estabilidad atmosférica, altura de mezcla, turbulencia, altura de emisión, temperatura y características de cada sustancia.

La procedencia predominante del viento varía durante el año. La estimación regional identifica una breve predominancia de vientos del norte durante parte de mayo; de finales de mayo a mediados de diciembre predominan los vientos del este; y de mediados de diciembre a principios de mayo se presentan con mayor frecuencia vientos del sur (WeatherSpark, s.f.).

Tabla 31.- Procedencia predominante del viento.

Periodo aproximado	**Procedencia predominante**	**Dirección general de transporte**
16 de diciembre–10 de mayo	Sur	Hacia el norte
10–30 de mayo	Norte	Hacia el sur
30 de mayo–16 de diciembre	Este	Hacia el oeste

Conforme a la convención meteorológica, la dirección indica el sector desde el cual procede el viento. Bajo un flujo del este, una emisión del AP tendería a desplazarse inicialmente hacia el oeste; con viento del sur, hacia el norte; y con viento del norte, hacia el sur. El plano MP-05 permite identificar, de manera preliminar, los usos e instalaciones ubicados en esos sectores. Esta inferencia sólo señala trayectorias generales y no determina concentraciones, distancias de afectación ni receptores específicos.

Para una evaluación de dispersión o de consecuencias deberán emplearse datos horarios representativos, análisis de calidad de los registros, información de estabilidad y rugosidad, y la geometría de las fuentes y obstáculos. Los datos reconstruidos de WeatherSpark y MERRA-2 son adecuados como contexto climático, pero no sustituyen los insumos meteorológicos exigibles para una modelación regulatoria o de riesgo.

b) Geología y geomorfología

El municipio de Tizayuca se localiza en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y en la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac (INEGI, 2010). En el ámbito regional, esta

configuración es resultado de procesos volcánicos, tectónicos, lacustres y sedimentarios que originaron lomeríos, vasos lacustres, valles y llanuras. El entorno del proyecto corresponde a una superficie de pendiente reducida que ha sido ampliamente modificada por el desarrollo urbano e industrial.

La Carta Geológico-Minera Ciudad de México E14-2, escala 1:250,000, integra información litológica y estructural para el centro de México (SGM, 2002). Para el municipio, el INEGI (2010) reporta materiales aluviales en una porción importante del territorio, así como unidades volcanoclásticas, basaltos y andesitas. El plano MP-15 simplifica esta distribución en las clases representadas para el área de estudio: depósitos aluviales y una unidad andesita–basalto.

Los depósitos aluviales se forman por la acumulación de gravas, arenas, limos y arcillas transportados por corrientes. Su granulometría, consolidación, porosidad y conductividad hidráulica pueden variar lateralmente y con la profundidad; por ello, no debe atribuirse una permeabilidad única a todo el aluvión. Los niveles con mayor proporción de arena o grava pueden facilitar la infiltración, mientras que los estratos limosos o arcillosos pueden presentar menor conductividad y mayor compresibilidad.

Las rocas andesíticas y basálticas se relacionan con la evolución volcánica del Eje Neovolcánico. Su comportamiento mecánico e hidráulico depende del grado de alteración, fracturamiento, vesicularidad y de la presencia de materiales piroclásticos o sedimentarios intercalados. A escala regional, estas unidades pueden participar en sistemas de flujo fracturado; a escala de proyecto, sus propiedades sólo pueden establecerse mediante investigación geotécnica o hidrogeológica directa.

Tabla 32.- Características geológicas.

Unidad representada	**Distribución cartográfica**	**Implicaciones generales**
Depósitos aluviales	AP, AI y mayor parte de la RE	Materiales no consolidados o poco consolidados, de granulometría y propiedades hidráulicas variables.

Andesita–basalto	Principalmente hacia el sector oriental del entorno cartografiado	Roca volcánica cuyo comportamiento depende de alteración y fracturamiento.

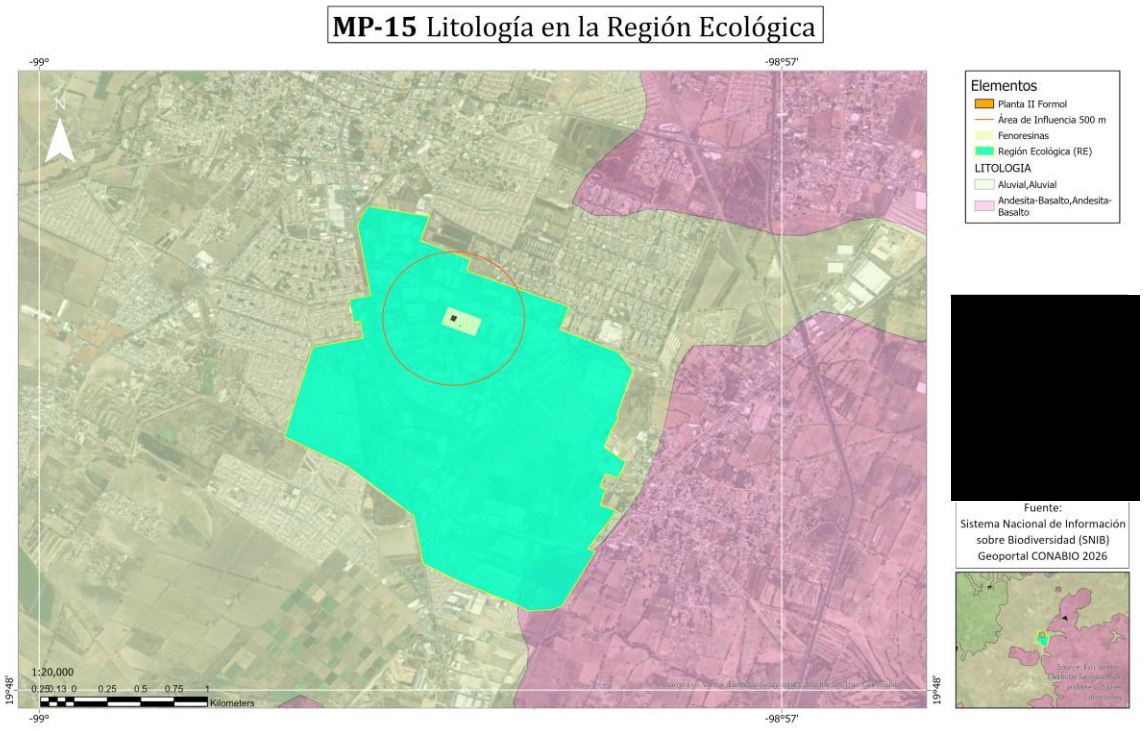

Ilustración 37.- Litología en la Región Ecológica .

El MP-15 sitúa al AP y al AI sobre depósitos aluviales y muestra que esta unidad también ocupa la mayor parte de la RE. La clase andesita–basalto se presenta principalmente hacia el oriente. La correspondencia cartográfica indica homogeneidad litológica regional para el entorno inmediato, pero no excluye rellenos artificiales, cambios de espesor, intercalaciones finas ni variaciones de compactación debajo de las instalaciones existentes.

La movilidad de una sustancia derramada dependerá de la textura, porosidad, humedad, compactación y continuidad de los estratos, además de las propiedades del contaminante y de la cobertura superficial. Por ello, la presencia de aluvión no permite concluir por sí sola que la infiltración será rápida o lenta. Sí justifica mantener pisos impermeables en zonas

críticas, contención secundaria, inspección de juntas y procedimientos de respuesta a derrames.

La Planta II ocupa 945.20 m^2 dentro de un predio industrial previamente intervenido. En consecuencia, no se prevé la afectación de nuevas unidades geológicas ni la modificación de geoformas externas; no obstante, las condiciones del subsuelo deben considerarse en la revisión de cimentaciones, asentamientos, drenaje y protección del suelo.

Fallas y fracturas

Una falla es una discontinuidad geológica a lo largo de la cual ocurrió desplazamiento relativo entre bloques; una fractura es una discontinuidad que no necesariamente muestra desplazamiento. Ambas pueden modificar la resistencia del macizo y, según sus características, influir en el flujo de agua subterránea.

La superposición de las estructuras representadas en la Carta Geológico-Minera E14-2 con las unidades del proyecto no muestra fallas o fracturas cartografiadas que atraviesen directamente la RE, AI o AP (SGM, 2002). Esta conclusión se limita a la escala 1:250,000: no demuestra la inexistencia de discontinuidades menores, estructuras cubiertas por aluvión o fracturas locales ocultas por pavimentos y construcciones.

Ninguna estructura regional representada en la fuente consultada interseca las unidades analizadas. La estabilidad local, la capacidad de carga y la respuesta de los materiales sólo pueden determinarse mediante estudios geotécnicos específicos.

Fisiografía y relieve

El INEGI (2010) ubica a Tizayuca completamente dentro de la provincia Eje Neovolcánico y de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. En el municipio se reconocen lomeríos, vasos lacustres, valles y llanuras. La RE, AI y AP comparten este marco fisiográfico regional.

A escala local, el área del proyecto presenta relieve predominantemente plano a ligeramente ondulado, congruente con una planicie de acumulación aluvial. La pendiente reducida facilitó el establecimiento de vialidades, patios, naves e infraestructura industrial; sin embargo, también puede favorecer encharcamientos si la capacidad del drenaje resulta insuficiente o si existen obstrucciones.

El proyecto no requiere cortes relevantes, rellenos extensivos ni modificación de nuevas geoformas, puesto que la Planta II ya se encuentra instalada dentro de la superficie industrial. Las implicaciones ambientales se concentran en mantener un manejo adecuado de aguas pluviales y en prevenir asentamientos o daños que pudieran comprometer equipos, recipientes, tuberías y sistemas de contención.

c) Suelos

Edafología

La edafología estudia la formación, composición, propiedades y distribución de los suelos. En la evaluación ambiental resulta relevante para interpretar la infiltración, retención de humedad, erosión, capacidad de soporte y movilidad potencial de contaminantes.

El Compendio municipal reporta Phaeozem como suelo dominante en Tizayuca y señala que la zona urbana se desarrolló sobre superficies donde originalmente se presentaba este grupo edáfico (INEGI, 2010). El Phaeozem se caracteriza, en términos generales, por un horizonte superficial oscuro y relativamente rico en materia orgánica; no obstante, su profundidad, textura y propiedades varían con el relieve, material parental y uso del suelo.

La clasificación regional no permite estimar por sí sola la velocidad de infiltración o el transporte de una sustancia. Estos procesos dependen de la textura, estructura, compactación, humedad, contenido de materia orgánica, continuidad de poros y presencia de rellenos o infraestructura subterránea. En el predio industrial, una parte importante del suelo natural se encuentra cubierta o alterada por construcciones, pavimentos y actividades previas.

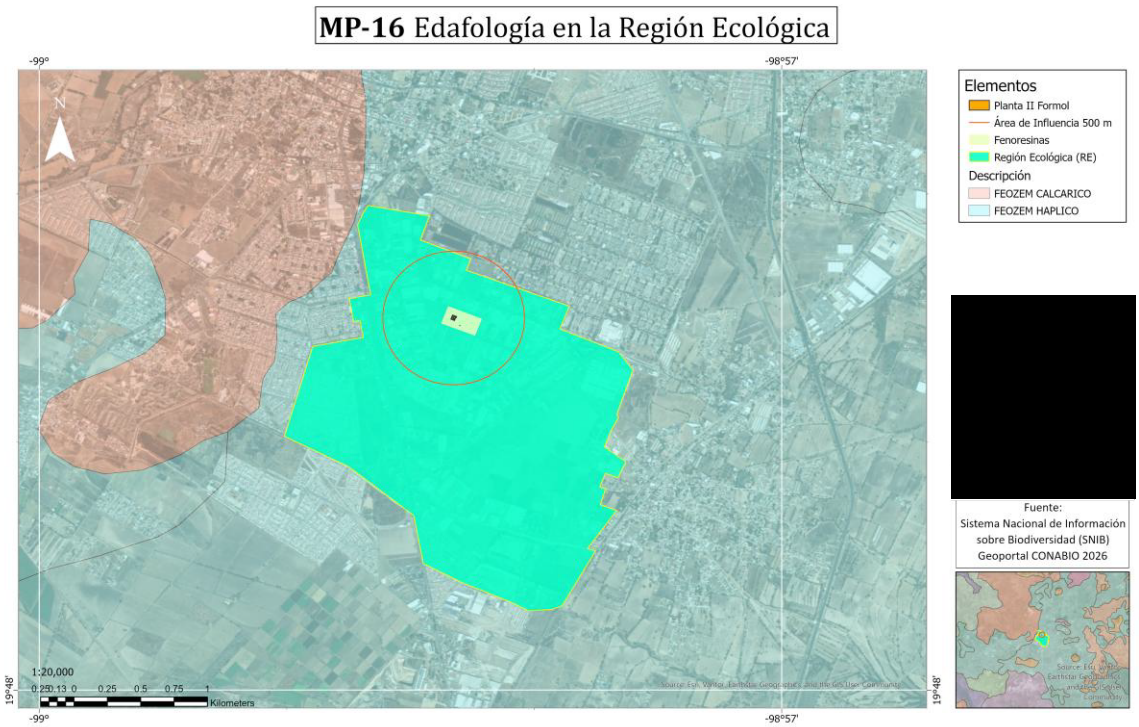

Ilustración 38.- Edafología en la Región Hidrológica.

El MP-16 muestra la edafología en la Región Hidrológica identificando la presencia de suelos Fazoem Clacarico y Fazoem Haplico.

Debido a que la Planta II ocupa una superficie existente de 945.20 m^2 y no requiere expansión hacia terrenos externos, no se prevé la remoción adicional de suelo natural ni un cambio de uso del suelo. Los efectos relevantes se relacionan con la protección del suelo y subsuelo durante el almacenamiento, trasvase y manejo de sustancias, para lo cual se requieren impermeabilización, contención, inspección y respuesta inmediata ante derrames.

Vulnerabilidad

Sismicidad

La sismicidad se origina por la liberación repentina de energía acumulada en la corteza terrestre. La intensidad del movimiento en un sitio depende de la fuente, magnitud, profundidad, distancia, trayectoria de propagación y condiciones locales del terreno. Aunque

la mayor actividad sísmica de México se concentra en la costa del Pacífico, los eventos regionales pueden sentirse en el centro del país.

La regionalización sísmica utilizada en el plano MP-17 clasifica el área de estudio en una categoría de peligro bajo. La RE SA, AI, predio y AP quedan incluidos en la misma clase, sin transiciones hacia categorías de mayor peligro dentro de la superficie cartografiada.

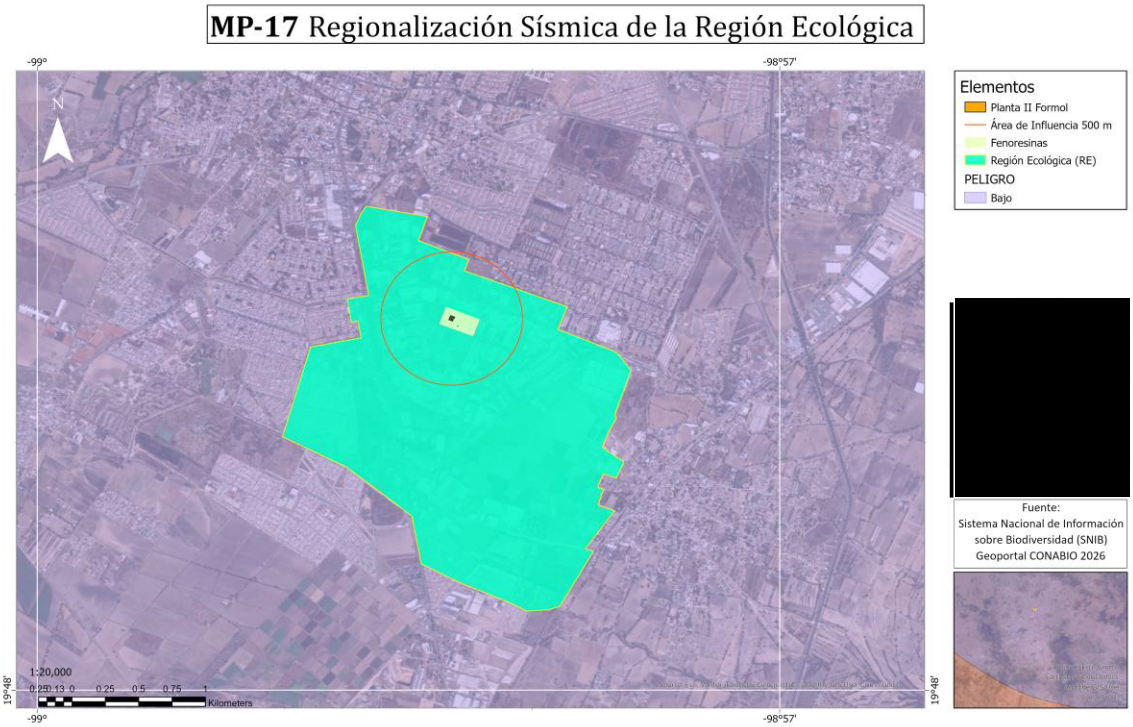

Ilustración 39.- Regionalización sísmica de la Región Hidrológica.

El MP-17 evidencia continuidad regional de la categoría baja. Esta clasificación no equivale a riesgo nulo: el riesgo depende además de la exposición y vulnerabilidad de las instalaciones. En un sitio con depósitos aluviales, la respuesta local puede modificarse por el espesor, rigidez y contenido de agua de los materiales, aspectos que requieren evaluación geotécnica.

Para la Planta II, las consecuencias ambientales indirectas de un sismo se relacionan con posibles daños en estructuras, recipientes, bombas, tuberías, soportes y conexiones que pudieran originar fugas o derrames. Por ello, la sismicidad debe incorporarse al diseño y mantenimiento mediante anclajes, soportes, flexibilidad en conexiones donde proceda, contención secundaria, inspecciones posteriores a eventos y procedimientos de emergencia.

Vulcanismo

El proyecto se localiza dentro de la provincia del Eje Neovolcánico; sin embargo, la pertenencia a esa provincia geológica no implica por sí misma exposición directa a un aparato volcánico activo. En la RE, AI y AP no se representan centros volcánicos ni zonas de afectación directa por flujos piroclásticos o lahares en la información cartográfica recibida.

El mapa municipal de peligro por volcanes (CENAPRED) clasifica a Tizayuca con un grado **medio**. Esta categoría debe interpretarse como una condición regional de exposición y no como la presencia de un edificio volcánico activo dentro del predio o en sus colindancias inmediatas.

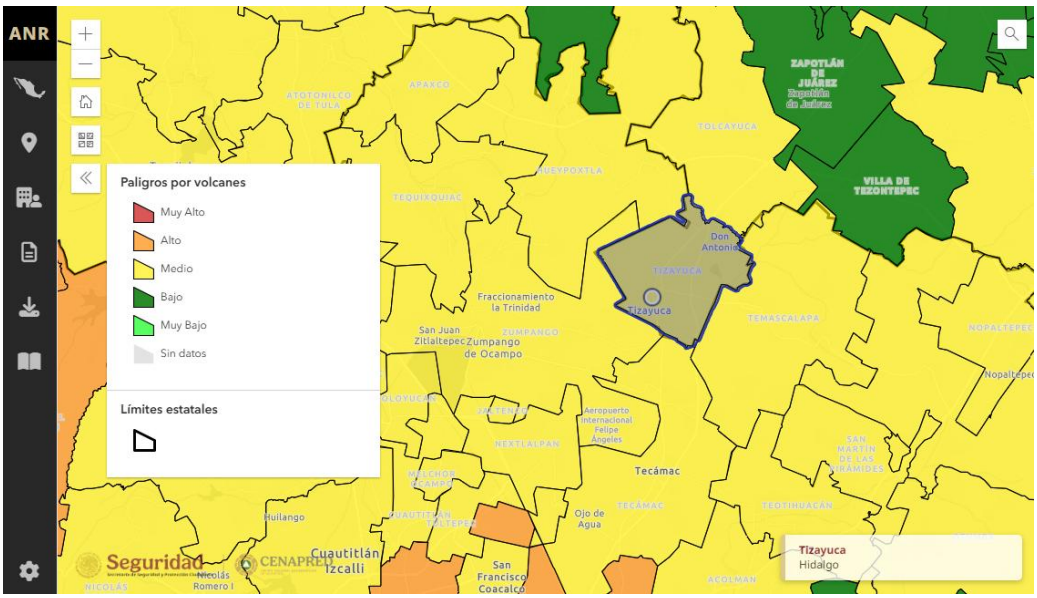

Ilustración 40. Peligro por volcanes en el municipio de Tizayuca, Hidalgo.

Sequía

La sequía es un fenómeno de evolución lenta asociado con un déficit prolongado de precipitación respecto de las condiciones normales. Puede reducir la humedad del suelo, la recarga y la disponibilidad de agua, favorecer la generación de polvo y aumentar la presión sobre las fuentes de abastecimiento.

La capa temática referida en el texto base ubica a la RE en categorías muy baja, baja y media, y al AI y AP en categoría media. Esta clasificación expresa susceptibilidad territorial y no

demuestra la presencia de una sequía activa, la cual debe verificarse con el Monitor de Sequía en México del Servicio Meteorológico Nacional.

En un panorama municipal el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, el municipio de Tizayuca presenta un grado de peligro bajo por sequías. Esta clasificación indica que, a nivel municipal, existe susceptibilidad a periodos de disminución de precipitación y disponibilidad de agua; sin embargo, su intensidad esperada no corresponde a los niveles más críticos

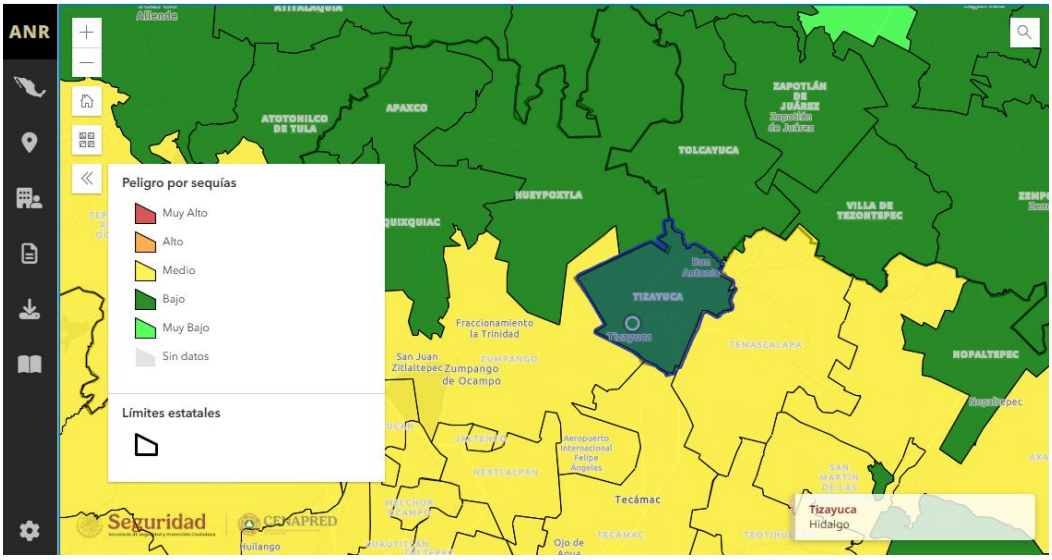

Ilustración 41. Peligro por sequías en el municipio de Tizayuca, Hidalgo.

Para el proyecto, la sequía se relaciona principalmente con la disponibilidad y uso eficiente del agua. Las medidas pertinentes incluyen registrar consumos, atender fugas, mantener instalaciones hidráulicas, reutilizar agua cuando sea técnica y ambientalmente viable, y aplicar medidas de ahorro durante periodos de menor disponibilidad. Estas acciones adquieren mayor importancia por el déficit del acuífero regional descrito más adelante.

Ciclones tropicales

La ubicación continental de Tizayuca limita la exposición directa a vientos y marejada de ciclones tropicales. No obstante, los remanentes de estos sistemas pueden generar lluvias intensas en el centro del país y contribuir a escurrimientos, encharcamientos o saturación temporal del drenaje.

La cartografía citada en el texto base clasifica a la RE en niveles muy bajo y bajo, y al AI y AP en muy bajo. Dado que el mapa no fue entregado, la categoría deberá validarse antes de incorporarla como conclusión definitiva.

Bajas temperaturas

Las bajas temperaturas pueden originarse por enfriamiento radiativo o por la incursión de masas de aire frío. Sus efectos potenciales incluyen afectaciones a la salud del personal, superficies resbaladizas y cambios en el desempeño de equipos o sustancias sensibles a la temperatura.

El texto base señala categorías media y alta dentro de la RE, y alta para el AI y AP. Estas clases deberán corroborarse en la capa original y denominarse conforme al metadato de la fuente.

Este fenómeno no constituye por sí solo una limitante ambiental para el proyecto, pero deberá atenderse mediante seguimiento de avisos meteorológicos, protección del personal, inspección de equipos expuestos y procedimientos para condiciones invernales.

Granizo

El granizo se forma en nubes convectivas por el crecimiento de partículas de hielo sostenidas temporalmente por corrientes ascendentes. Puede dañar techumbres, equipos y elementos expuestos, y su acumulación puede obstruir rejillas o canalizaciones y provocar encharcamientos de corta duración.

La cartografía referida en el texto base ubica zonas de clasificación baja y alta dentro de la RE, y categoría baja para el AI y AP.

Tormentas de nieve

Las nevadas requieren condiciones específicas de temperatura y humedad y no forman parte del comportamiento meteorológico habitual de Tizayuca.

En caso de un evento extraordinario, los efectos previsibles serían temporales: reducción de visibilidad, superficies resbaladizas y acumulaciones menores sobre techos o equipos. Su atención puede integrarse a los procedimientos generales para condiciones meteorológicas adversas, sin confundir este fenómeno con heladas o temperaturas mínimas extremas.

Inundaciones y encharcamientos

Una inundación ocurre cuando el nivel o volumen del agua invade superficies que normalmente permanecen secas, como consecuencia de lluvias, desbordamientos o insuficiencias o fallas en la infraestructura hidráulica. En zonas urbanizadas de pendiente reducida, los encharcamientos también pueden originarse por obstrucción o capacidad limitada del drenaje (CENAPRED, s.f.).

El peligro por inundaciones constituye el resultado de mayor relevancia para el municipio, debido a que el CENAPRED clasifica a Tizayuca con un grado **alto**. Esta categoría indica que dentro del territorio municipal existen condiciones que favorecen la acumulación temporal de agua, encharcamientos o afectaciones por escurrimientos durante eventos de precipitación intensa.

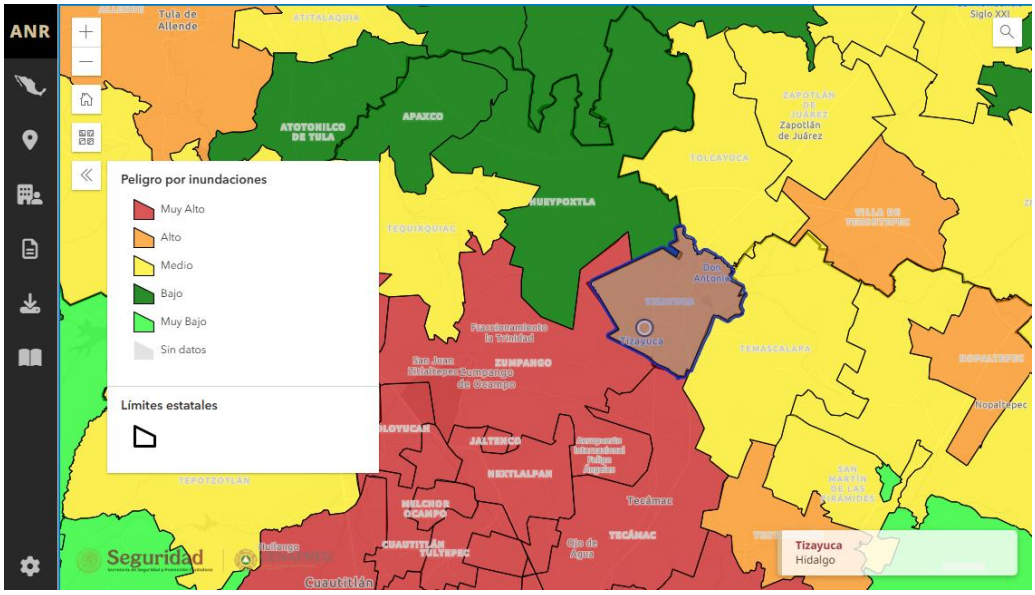

Ilustración 42. Peligro por inundaciones en el municipio de Tizayuca, Hidalgo.

Uso del suelo como condicionante territorial

Aunque la vegetación se desarrolla con mayor detalle en el apartado de aspectos bióticos, el uso del suelo se incorpora aquí como condicionante físico-territorial de los escurrimientos, la infiltración y la exposición de receptores. El análisis se basa en el Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII, escala 1:250,000 y año base 2018 (INEGI, 2018).

El plano MP-18 muestra en la RE una matriz formada principalmente por asentamientos humanos, agricultura de riego anual y semipermanente y agricultura de temporal. La distribución refleja un territorio ampliamente transformado, donde las superficies urbanizadas e industriales coexisten con zonas agrícolas.

El AI se localiza predominantemente en la clase asentamientos humanos, aunque sus bordes interceptan o se aproximan a superficies agrícolas. El predio de FENO RESINAS y el AP se ubican completamente dentro de asentamientos humanos, en congruencia con las condiciones industriales observadas. Por ello, la operación de la Planta II no requiere convertir superficies agrícolas ni ocupar vegetación natural.

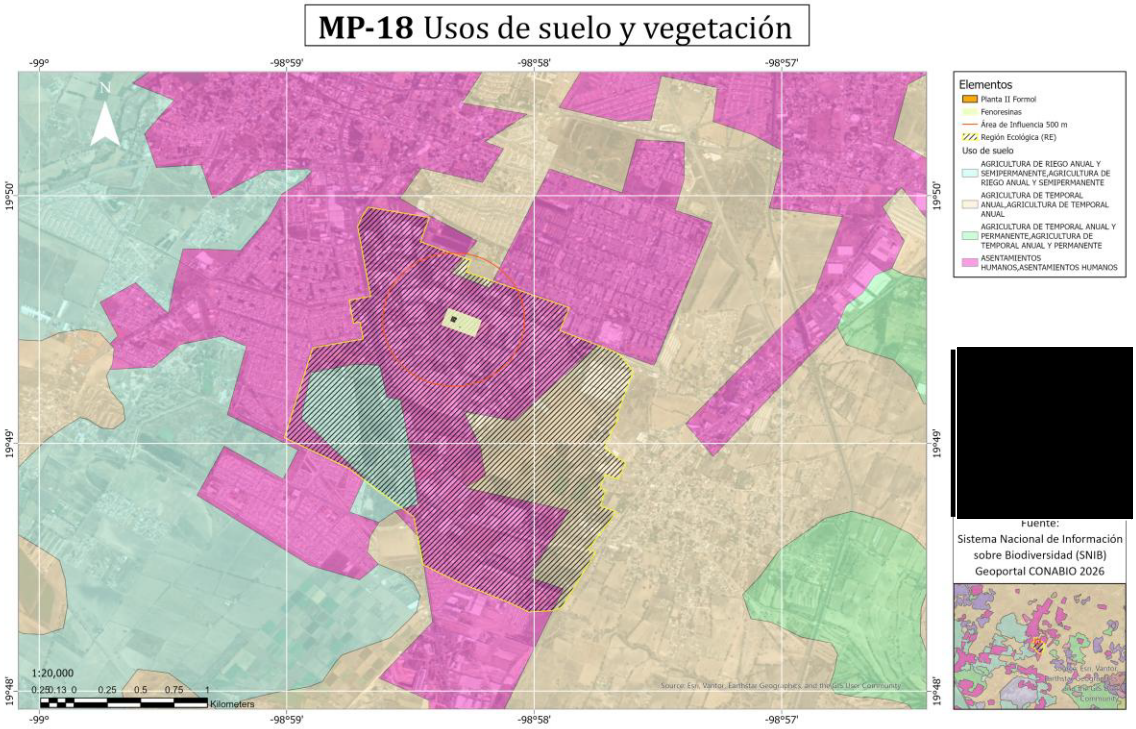

Ilustración 43.- Usos del suelo y vegetación en la Región Ecológica.

El MP-18 evidencia que el AP se encuentra en una superficie urbanizada y que el AI se inserta mayormente en esa misma clase. Hacia otros sectores de la RE, aparecen terrenos agrícolas de riego y temporal. La escala 1:250,000 permite reconocer patrones regionales, pero no excluye elementos puntuales de vegetación ruderal, ornamental o secundaria; estos deben corroborarse mediante trabajo de campo.

La ubicación en una superficie industrial previamente modificada reduce los impactos asociados con nueva ocupación, remoción de vegetación y fragmentación. Sin embargo, la presencia de usos agrícolas en la RE exige controlar emisiones, polvo, derrames y escurrimientos para evitar afectaciones indirectas a suelos o cultivos externos al predio.

d) Hidrología superficial y subterránea

El análisis hidrológico identifica las unidades de drenaje, los elementos superficiales, el acuífero y las posibles vías de transferencia de contaminantes. La ausencia de un cauce dentro del AP no elimina la necesidad de controlar el agua pluvial y las infiltraciones, especialmente en un predio donde se manejan sustancias químicas.

Hidrología superficial

La organización de las aguas superficiales se analiza mediante unidades jerárquicas. La región hidrológica constituye el marco más amplio; la cuenca integra el territorio cuyos escurrimientos convergen hacia un sistema común; y la subcuenca representa una subdivisión de menor escala.

El plano MP-21 ubica a la RE, AI y AP dentro de la Región Hidrológica RH26 Pánuco. Esta pertenencia es congruente con el Compendio municipal del INEGI (2010).

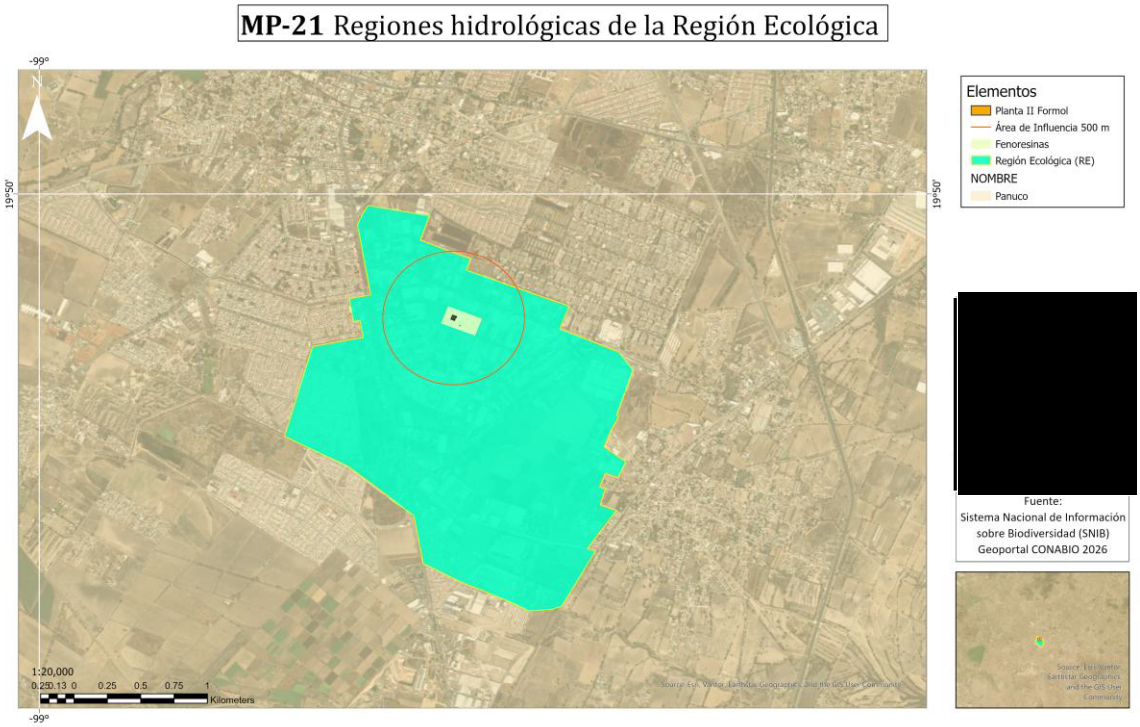

Ilustración 44.- Región hidrológica de la Región Ecológica.

El MP-21 representa una sola región hidrológica en toda la superficie analizada. Por ello, la RE, AI y AP comparten el mismo contexto regional de drenaje y no se encuentran divididos por un límite de región hidrológica.

En el siguiente nivel, el INEGI (2010) ubica al municipio de Tizayuca en la cuenca Río Moctezuma y en la subcuenca Río Tezontepec. La información se resume a continuación:

Tabla 33.- Parámetros hidrológicos.

Nivel	Clave	Denominación	Relación con el proyecto
Región hidrológica	RH26	Pánuco	Contiene SA, AI y AP
Cuenca	RH26D	Río Moctezuma	Contiene SA, AI y AP
Subcuenca	RH26Dt	Río Tezontepec	Debe confirmarse en MP-19 corregido

De acuerdo con el plano MP-20, no se representan corrientes ni cuerpos de agua superficial dentro de la RE, AI, predio o AP. El elemento intermitente visible se localiza al noreste y fuera de la RE. Esta observación se limita a los rasgos contenidos en la capa y a la escala utilizada; no excluye cunetas, canales, colectores ni escurrimientos urbanos de menor orden.

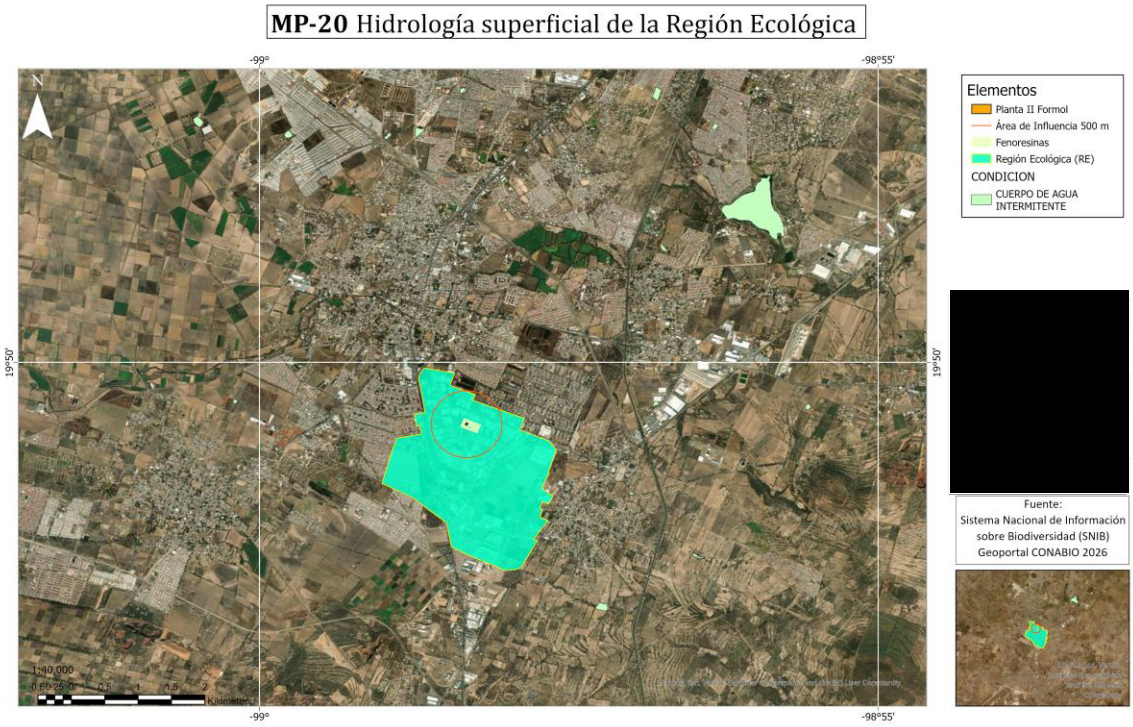

Ilustración 45.- Hidrología superficial de la Región Ecológica.

El MP-20 confirma que la Planta II no interseca un cuerpo de agua cartografiado y que no requiere obras de desvío, rectificación o relleno de cauces naturales. Sin embargo, el drenaje local está condicionado por techos, patios, vialidades, pendientes y obras existentes. Durante lluvias intensas pueden presentarse acumulaciones temporales o flujos hacia las partes bajas y la red pluvial.

En consecuencia, deberán mantenerse libres las instalaciones pluviales, prevenirse el contacto del agua de lluvia con materias primas, productos y residuos, y conservarse la integridad de los sistemas de contención. Cuando sea técnica y normativamente aplicable, las aguas pluviales limpias deberán separarse de las potencialmente contaminadas y no infiltrarse ni descargarse sin control.

Hidrología subterránea e hidrogeología

La RE, AI y AP se localizan dentro del acuífero Cuautitlán–Pachuca, clave 1508. La actualización oficial de 2024 señala que el acuífero se extiende entre el Estado de México y el sureste de Hidalgo, incluye a Tizayuca y cubre aproximadamente 2,850 km^2 (CONAGUA, 2024). Esta cifra sustituye la superficie de 3,874 km^2 consignada en versiones previas del texto.

La síntesis de CONAGUA (2024) describe un acuífero semiconfinado alojado en una secuencia heterogénea de materiales volcánicos, aluviales y lacustres. En la zona Tizayuca–Jesús María se reportan capas volcanoclásticas y lacustres con intercalaciones lávicas y una capa arcillosa de baja permeabilidad alrededor de 300 m de profundidad. A escala regional, los materiales fracturados y las unidades porosas participan de manera distinta en el almacenamiento y transmisión del agua.

Las unidades volcánicas riolíticas profundas presentan permeabilidad baja a moderada según el fracturamiento; las andesitas fracturadas, brechas y tobas arenosas pueden constituir medios más permeables; y los materiales cuaternarios muestran comportamiento variable por sus intercalaciones de arenas, arcillas, tobas y lavas. En consecuencia, no es técnicamente válido asignar una permeabilidad uniforme a todo el subsuelo del AP.

Los datos piezométricos históricos integrados por CONAGUA indican flujo regional predominantemente del norte hacia el sur y zonas de abatimiento asociadas con el bombeo en Tizayuca y Téllez. Debido a que parte de la información de nivel estático procede de campañas antiguas, no debe utilizarse para inferir la profundidad actual en el predio sin mediciones recientes.

Desde el punto de vista ambiental, la pertenencia a un acuífero deficitario refuerza dos líneas de gestión. La primera es cuantitativa: eficiencia, registro y control del consumo de agua. La segunda es cualitativa: prevención de infiltraciones contaminantes mediante pisos y diques impermeables, contención secundaria, inspección de tanques y tuberías, segregación de drenajes y respuesta inmediata a fugas o derrames.

Síntesis de los aspectos abióticos

La caracterización muestra que el AP se inserta en una superficie industrial previamente transformada dentro de una RE de relieve predominantemente plano y con continuidad regional en los intervalos cartográficos de temperatura, precipitación, litología, peligro sísmico y región hidrológica. La huella del proyecto no implica la ocupación de nuevas geoformas, vegetación natural o suelos externos al predio.

Las principales condiciones de atención ambiental son el manejo del agua pluvial en superficies impermeables, la protección del suelo y subsuelo frente a derrames, la vulnerabilidad operativa de equipos y tuberías ante sismos, y el uso eficiente del agua por la condición deficitaria del acuífero Cuautitlán–Pachuca. Los peligros hidrometeorológicos señalados deberán confirmarse con sus mapas y metadatos antes de asignar categorías definitivas.

III.2.2.2 Aspectos bióticos

Para la caracterización de la vegetación se consideraron el mapa MP-18, elaborado con información del Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB); el documento *Caracterización biótica del Sistema Ambiental asociado a la Planta II de Formaldehído de FENO RESINAS, S.A. de C.V.*, de diciembre de 2025; y las bases georreferenciadas del levantamiento forestal correspondientes al predio industrial, al AI exterior al predio y al resto de la RE.

De acuerdo con el informe de campo, la prospección incluyó recorridos a pie y en vehículo, observación directa con binoculares, posicionamiento mediante navegador satelital, notas de campo y registro fotográfico georreferenciado.

El esfuerzo comprendió el censo del 100 % del arbolado localizado dentro del predio industrial, una cobertura estimada del 70 % en el AI y recorridos que abarcaron más del 52% de la vegetación presente en el resto de la RE.

Los inventarios válidos contienen 830 registros vegetales pertenecientes a 34 especies. La conciliación de las bases permitió separar 47 individuos en el predio industrial, 232 en el AI

exterior al predio y 551 en el resto de la RE. La suma de estos tres conjuntos coincide con el total general.

Tabla 34.- Parámetros de la caracterización biótica.

Unidad de análisis	Alcance del levantamiento	Individuos válidos	Riqueza registrada
Predio industrial	Censo del arbolado reportado	47	4 especies
AI exterior al predio	Cobertura estimada del 70 %	232	18 especies
Resto de la RE	Recorridos sobre más del 52 % de la vegetación	551	27 especies
Conjunto del área estudiada	Integración de las tres bases	830	34 especies

Usos del suelo y la vegetación

El mapa MP-18 muestra que la RE se integra por un mosaico de asentamientos humanos y superficies agrícolas de riego y temporal. A la escala y clasificación de la cartografía no se representan dentro de la RE polígonos de bosque, matorral, pastizal natural o vegetación secundaria. El AP y el AI se ubican en el sector clasificado como asentamiento humano, lo cual es congruente con la presencia del corredor industrial, la infraestructura vial y la ocupación urbana observada en el entorno (CONABIO, 2026).

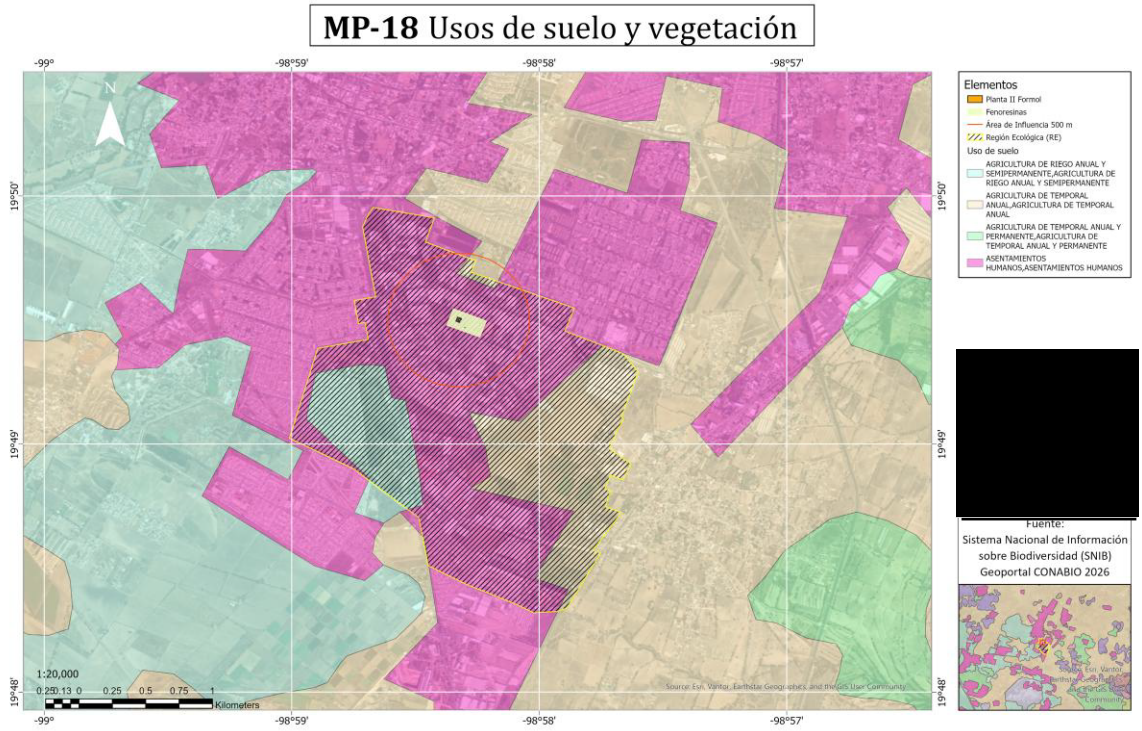

Ilustración 46.- Usos del suelo y vegetación en la Región Ecológica, el Área de Influencia y el Área del Proyecto.

La lectura del MP-18 permite diferenciar dos contextos. El primero corresponde al AP y a la mayor parte del AI, donde predominan superficies construidas, vialidades, instalaciones industriales y espacios ajardinados. El segundo se presenta hacia otras porciones de la RE, donde subsisten terrenos agrícolas de temporal y riego. Esta heterogeneidad no implica la presencia de una comunidad vegetal natural continua; refleja la coexistencia de usos urbanos, industriales y agropecuarios dentro de una unidad territorial ampliamente transformada.

La verificación de campo complementa la escala regional del mapa. Durante los recorridos se reconoció vegetación en camellones, frentes de propiedades, áreas verdes, lotes baldíos, parcelas agrícolas y espacios sujetos a inundación temporal. Su distribución responde principalmente a la plantación deliberada de especies ornamentales, al mantenimiento urbano e industrial, al abandono de terrenos y a la humedad estacional. En consecuencia, la vegetación actual conforma un mosaico discontinuo de elementos inducidos, ruderales, agrícolas y herbáceos, y no una formación natural con estructura y continuidad propias.

Vegetación en la Región Ecológica

En el conjunto del área estudiada se registraron 830 individuos de 34 especies. La composición está fuertemente concentrada en seis taxones: *Cupressus sempervirens* con 226 individuos; *Schinus molle* con 132; *Populus alba* con 69; *Casuarina equisetifolia* con 55; *Fraxinus uhdei* con 55; y *Hesperocyparis macrocarpa* con 47. En conjunto, estas especies representan el 70.36 % de los registros, lo que evidencia el predominio de un número reducido de especies ornamentales o asociadas con ambientes modificados.

Tabla 35.- Reconocimiento de especies.

Especie	Nombre común empleado	Individuos	Proporción del total
Cupressus sempervirens	Cedro o ciprés italiano	226	27.23 %
Schinus molle	Pirul	132	15.90 %
Populus alba	Álamo blanco	69	8.31 %
Casuarina equisetifolia	Casuarina	55	6.63 %
Fraxinus uhdei	Fresno	55	6.63 %
Hesperocyparis macrocarpa	Ciprés de Monterrey	47	5.66 %
Subtotal	Seis especies dominantes	584	70.36 %

Los agrupamientos más notorios se localizan en camellones y márgenes viales, particularmente sobre el Eje Oriente–Poniente, Villa Magna y la carretera México–Pachuca. Su disposición lineal o agrupada corresponde al diseño de las áreas verdes y a prácticas de plantación, por lo que no expresa la estructura de una comunidad silvestre. El resto de la RE contiene ejemplares aislados o pequeñas agrupaciones en frentes de predios, lotes, parcelas y espacios intersticiales.

En la porción media y oriental de la RE se observaron terrenos agrícolas, algunos con remanentes de maíz y cobertura herbácea. También se reportaron superficies temporalmente inundadas con *Suaeda nigra*, *Distichlis spicata* y pastos del género *Bouteloua*. Estas expresiones vegetales son estacionales y dependen de la humedad remanente después del periodo de lluvias; por tanto, su extensión y composición pueden cambiar durante el estiaje.

En lotes baldíos y vialidades sin pavimentar se registraron especies ruderales y oportunistas, como *Ricinus communis*, *Schinus molle* y ejemplares del género *Opuntia*. La presencia de estos elementos es indicativa de disturbio y disponibilidad de espacios abiertos. En particular, *Ricinus communis* debe interpretarse como una especie exótica de comportamiento ruderal, y no como un componente representativo de la vegetación original.

En términos de integridad ecológica, la RE, presenta un grado de conservación bajo. No se identificó una cobertura vegetal natural continua ni una estructura estratificada que permita reconocer un ecosistema terrestre conservado. Sin embargo, el arbolado urbano e industrial y la vegetación de espacios abiertos conservan funciones locales: generan sombra, moderan el microclima, interceptan partículas, favorecen la infiltración en superficies permeables y proporcionan perchas, refugio temporal y recursos para fauna adaptada a ambientes transformados.

Vegetación en el Área de Influencia

En el AI exterior al predio industrial se identificaron 232 individuos pertenecientes a 18 especies. Las cuatro especies dominantes fueron *Cupressus sempervirens*, con 69 individuos; *Casuarina equisetifolia*, con 49; *Populus alba*, con 39; y *Schinus molle*, con 35. Estas especies reúnen el 82.76 % del arbolado registrado en esta unidad, lo que confirma una composición poco equitativa y dominada por elementos de uso ornamental o urbano.

Tabla 36.- Vegetación en el área de influencia.

Especie	Individuos	Proporción en el AI
Cupressus sempervirens	69	29.74 %

Casuarina equisetifolia	49	21.12 %
Populus alba	39	16.81 %
Schinus molle	35	15.09 %
Otras 14 especies	40	17.24 %
Total	232	100.00 %

El arbolado se concentra principalmente en el camellón del Eje Oriente–Poniente y en los frentes de las propiedades ubicadas sobre la calle Oriente 3. Esta distribución coincide con la condición industrial y urbana mostrada por los mapas MP-05 y MP-18. No se reconoce dentro del AI una formación vegetal natural ni un remanente con continuidad ecológica; no obstante, el arbolado constituye un receptor ambiental externo al predio y debe conservarse por su función microclimática, paisajística y de soporte ocasional para fauna urbana.

Vegetación en el predio industrial y en el AP

El anexo del censo asigna al predio industrial 47 individuos pertenecientes a cuatro especies: 36 fresnos (*Fraxinus uhdei*), siete pirules (*Schinus molle*), tres eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) y un encino (*Quercus myrsinifolia*). El fresno representa el 76.60 % del conjunto reportado y determina su composición.

Tabla 37.- Vegetación en el área de influencia.

Especie	**Individuos**	**Proporción en el predio**
Fraxinus uhdei	36	76.60 %
Schinus molle	7	14.89 %
Eucalyptus globulus	3	6.38 %
Quercus myrsinifolia	1	2.13 %

Total	47	100.00 %

La mayoría de los individuos se concentra en agrupamientos lineales próximos a la instalación y corresponde a áreas verdes y franjas ornamentales, sin estructura de comunidad natural.

Por lo anterior, la conclusión técnicamente sustentable no es que la vegetación del AP sea "inexistente", sino que los agrupamientos principales de arbolado documentados para el predio se localizan fuera de la huella estricta de la Planta II. La instalación y operación del proyecto no requieren derribo ni remoción de vegetación natural.

Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

El inventario general contiene 32 ejemplares identificados como *Hesperocyparis lusitanica*: tres en el AI exterior al predio y 29 en el resto de la RE. No se registraron ejemplares dentro del predio industrial. La nomenclatura taxonómica actualmente aceptada por World Flora Online reconoce *Hesperocyparis lusitanica* y considera *Cupressus lusitanica* como sinónimo; la NOM-059-SEMARNAT-2010 utiliza el nombre *Cupressus lusitanica* y la clasifica como especie no endémica sujeta a protección especial (Pr) (SEMARNAT, 2010, 2019).

Taxón registrado	**Nombre en la NOM-059**	**Categoría**	**Distribución**	**AI exterior**	**Resto de la RE**	**Predio industrial**
Hesperocyparis lusitanica	*Cupressus lusitanica*	Pr	No endémica	3	29	0

Los ejemplares observados se encuentran plantados en camellones y áreas verdes. Su origen inducido no elimina la necesidad de reconocer su categoría normativa. Deben evitarse su derribo, extracción, poda severa o afectación indirecta durante actividades asociadas con el proyecto estas corresponden a individuos inducidos y sujetos a la conservación antrópica en áreas verdes. No obstante, al encontrarse fuera del predio y del AP estricto, no se prevé una interacción física directa con la Planta II.

Servicios ambientales y almacenamiento de carbono

La RE, el AI y el predio industrial no presentan masas forestales continuas ni comunidades naturales con reservas homogéneas de biomasa. Aun así, los 830 individuos registrados participan en la captura y almacenamiento de carbono, la regulación microclimática, la interceptación de polvo y la provisión de hábitat urbano. Estos servicios son de escala local y se relacionan con individuos aislados, alineaciones y pequeños agrupamientos.

Debido a que el AP no se superpone con el arbolado censado, no se prevé una pérdida directa de biomasa ni una reducción del carbono almacenado por efecto de desmonte. La conservación de los árboles del predio y la prevención de afectaciones accidentales permitirán mantener los servicios locales existentes.

Fauna terrestre

La fauna potencial de la RE está condicionada por la fragmentación de la vegetación, el predominio de usos industriales y urbanos, la presencia de vialidades y la permanencia de parcelas y terrenos que acumulan agua de manera temporal. Estos ambientes favorecen principalmente especies tolerantes al disturbio y aves capaces de desplazarse entre áreas abiertas, arbolado urbano, cultivos y zonas inundables.

La caracterización biótica efectuó observaciones directas durante recorridos realizados desde el amanecer hasta el atardecer, con apoyo de binoculares, registro fotográfico y ubicación geográfica. Los resultados disponibles corresponden a un muestreo invernal; por tanto, describen las especies detectadas durante el periodo de campo, pero no constituyen un inventario anual exhaustivo. La riqueza y abundancia pueden variar durante otras estaciones y periodos migratorios.

Especies registradas y distribución espacial

Durante los recorridos se documentaron cuatro especies, todas aves. *Streptopelia decaocto* fue la más abundante, con aproximadamente 60 individuos observados principalmente en la zona industrial. *Hirundo rustica* se registró en grupos de hasta diez ejemplares cerca de terrenos agrícolas de la porción media oriental de la RE; *Himantopus mexicanus* se observó

en un grupo de seis individuos asociado con terrenos temporalmente inundados; y *Elanus leucurus* estuvo representado por un individuo en vuelo.

Tabla 38.- Reconocimiento de fauna.

Especie	Nombre común empleado	Registro de campo	Ambiente asociado	NOM-059 vigente
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	Grupos de hasta 10	Áreas abiertas y terrenos agrícolas	No incluida
Himantopus mexicanus	Monjita americana	Grupo de 6	Terrenos temporalmente inundados	No incluida
Streptopelia decaocto	Paloma turca	Aproximadamente 60	Zona industrial y urbana	No incluida
Elanus leucurus	Milano cola blanca	1 individuo en vuelo	Espacios abiertos	No incluida

La paloma turca es una especie exótica estrechamente asociada con ambientes urbanos y construidos. La golondrina tijereta y el milano cola blanca utilizan áreas abiertas y pueden desplazarse sobre amplias superficies. La presencia de la monjita americana se relacionó con el encharcamiento estacional de terrenos agrícolas, condición que genera temporalmente recursos de alimentación y descanso.

Ninguna de las cuatro especies registradas se encuentra incluida en el Anexo Normativo III vigente de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Este resultado no equivale a demostrar la ausencia permanente de otras especies en la RE; únicamente indica que durante el esfuerzo de campo reportado no se detectaron especies de fauna bajo categoría de riesgo.

Fauna en el AP y el predio industrial

En el AP estricto no se documentaron nidos, madrigueras, refugios ni sitios de reproducción. La huella de la Planta II se encuentra dentro de una superficie industrial y no contiene vegetación natural ni cuerpos de agua capaces de sostener hábitat permanente. No obstante, no debe afirmarse que la fauna sea inexistente, porque aves generalistas pueden sobrevolar las instalaciones, posarse temporalmente en estructuras o utilizar el arbolado periférico del predio.

La ausencia de desmonte y de remoción de árboles reduce la posibilidad de pérdida directa de refugios o nidos. Antes de cualquier mantenimiento extraordinario que implique poda, retiro de estructuras en desuso o intervención de áreas verdes, deberá efectuarse una inspección preventiva para descartar la presencia de fauna y evitar su captura, lesión o muerte.

Relación con áreas y regiones de importancia biológica

La cartografía MP-07 muestra que el AP, el AI y la RE no se superponen con áreas naturales protegidas federales o estatales representadas a la escala regional. El MP-09 y el MP-10 muestran igualmente la ausencia de superposición con Regiones Terrestres Prioritarias y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, respectivamente. Por su parte, el MP-08 ubica la RE dentro de la Región Hidrológica Prioritaria “Remanentes del complejo lacustre de la Cuenca de México” (CONABIO, 2026).

La cartografía confirma que las unidades de análisis no ocupan polígonos de protección formal. Esta condición reduce la posibilidad de una afectación directa a superficies decretadas, pero no sustituye la evaluación de los receptores bióticos locales ni la obligación de prevenir efectos fuera del predio.

La inclusión de la RE en la Región Hidrológica Prioritaria “Remanentes del complejo lacustre de la Cuenca de México” aporta un criterio de sensibilidad regional. Los terrenos temporalmente inundados donde fue observada *Himantopus mexicanus* evidencian que algunos espacios abiertos de la RE mantienen una función estacional para aves asociadas con ambientes acuáticos someros. Tales terrenos no se localizan dentro del AP ni constituyen un cuerpo de agua permanente dentro del AI inmediato; aun así, la condición regional refuerza

la necesidad de impedir descargas, escurrimientos contaminados o disposición inadecuada de residuos.

El MP-09 representa las RTP Ajusco–Chichinautzin y Sierra Nevada fuera de la RE, el AI y el AP. Por tanto, el proyecto no ocupa superficies reconocidas en esa cartografía como prioritarias para la conservación terrestre.

El MP-10 no muestra superposición del proyecto ni de la RE con las AICA representadas a escala regional. La ausencia de superposición es congruente con el carácter urbanizado e industrial del entorno inmediato, pero no excluye el uso ocasional de la RE por aves residentes o migratorias.

Sensibilidad e impactos potenciales sobre la fauna

No se prevén impactos directos por desmonte, destrucción de hábitat natural o fragmentación adicional, porque el proyecto ocupa una superficie ya desarrollada y no requiere retirar el arbolado del predio. Los mecanismos potenciales de interacción se relacionan con el ruido, la presencia humana, la iluminación nocturna, el tránsito vehicular, la disponibilidad de residuos, la exposición accidental a sustancias químicas y los efectos de un incendio o liberación extraordinaria.

Tabla 39.- Sensibilidad e impactos potenciales sobre la fauna

Fuente o actividad	Vía de interacción	Receptor posible	Medida principal
Ruido y operación de equipos	Propagación acústica	Aves que utilizan arbolado o estructuras cercanas	Mantenimiento preventivo y control de fuentes.
Iluminación nocturna	Atracción, desorientación o modificación de conducta	Aves e insectos de actividad nocturna	Luminarias dirigidas, sin dispersión innecesaria y con intensidad suficiente para seguridad.

Tránsito de vehículos	Colisión, atropellamiento y perturbación	Fauna ocasional dentro del predio	Límite de velocidad y señalización.
Residuos	Atracción y habituación	Aves y fauna oportunista	Contenedores cerrados, limpieza y retiro oportuno.
Derrames o fugas	Contacto, inhalación o contaminación de superficies	Fauna dentro o fuera del predio	Contención, atención inmediata y recuperación del material.
Incendio o evento térmico	Humo, gases y radiación	Fauna del predio y receptores externos	Prevención, combate, delimitación de zonas de seguridad y evaluación posterior.

Bajo condiciones normales de operación, estos efectos se consideran localizados y de baja magnitud. La conclusión depende de la aplicación permanente de las medidas de prevención y de la congruencia con el Estudio de Riesgo Ambiental. Si la modelación de consecuencias identifica zonas de toxicidad, radiación térmica o sobrepresión que alcancen arbolado, terrenos inundables u otros sitios utilizados por fauna, deberá ampliarse el análisis hasta la envolvente correspondiente.

Las medidas mínimas consisten en conservar el arbolado del predio; evitar el uso indiscriminado de herbicidas y plaguicidas; mantener residuos y alimentos en recipientes cerrados; establecer velocidades máximas; dirigir la iluminación hacia las áreas operativas; prohibir la captura, alimentación o acoso de fauna; y disponer de un procedimiento para el ahuyentamiento o rescate de ejemplares que ingresen accidentalmente. Cualquier individuo lesionado o especie bajo categoría de riesgo deberá ser atendido con apoyo de personal capacitado y, cuando proceda, de la autoridad competente.

Integración del diagnóstico biótico

La evidencia cartográfica y de campo permite caracterizar la RE como un territorio predominantemente antropizado, en el que los componentes bióticos persisten en forma de arbolado urbano e industrial, vegetación ruderal, parcelas agrícolas, espacios abiertos y ambientes temporalmente inundables. El inventario de 830 individuos muestra una composición dominada por especies ornamentales o asociadas con ambientes modificados; no se identificó vegetación natural continua dentro del AP o del AI.

El principal elemento florístico de atención corresponde a 32 ejemplares de *Hesperocyparis lusitanica* —*Cupressus lusitanica* en la NOM-059— ubicados fuera del predio. En fauna, el muestreo registró cuatro especies de aves sin categoría de riesgo, con una riqueza limitada por la transformación territorial y por el alcance temporal del levantamiento.

La sensibilidad biótica del proyecto no deriva de la ocupación de un hábitat conservado, sino de la posibilidad de afectar indirectamente el arbolado, la fauna urbana y los espacios estacionales de la RE mediante derrames, emisiones extraordinarias, escurrimientos contaminados, tránsito o contingencias. La prevención, la contención de sustancias, el mantenimiento de los equipos, la conservación del arbolado y la respuesta oportuna ante emergencias son, por tanto, los elementos que sostienen la valoración de impactos bajos y localizados en condiciones normales de operación.

III.2.2.3 Paisaje

El paisaje constituye un componente ambiental integral, resultado de la interacción entre los elementos físicos, bióticos y antrópicos presentes en un territorio. Su análisis permite identificar la organización visual del entorno y determinar su capacidad para incorporar modificaciones sin que se altere sustancialmente su carácter.

Para la valoración se consideraron tres atributos principales:

- **Calidad paisajística:** valor visual del entorno en función de su naturalidad, diversidad, vegetación, relieve, cuerpos de agua y presencia de elementos sobresalientes.

- **Visibilidad:** posibilidad de observar el proyecto desde vialidades, predios colindantes, áreas habitacionales y otros puntos próximos.
- **Fragilidad visual:** susceptibilidad del paisaje a modificarse por la incorporación de infraestructura. Un paisaje con elevada capacidad para absorber elementos semejantes presenta una fragilidad visual baja.

La evaluación se realizó mediante la interpretación de la cartografía del proyecto, las imágenes satelitales y la información obtenida durante los recorridos de campo, diferenciando las condiciones de la Región Ecológica (RE), el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP).

Caracterización de la Región Ecológica

La Región Ecológica se desarrolla sobre una matriz territorial predominantemente urbana, industrial y agropecuaria, integrada a la zona consolidada de Tizayuca. En su interior se observan instalaciones industriales, vialidades, áreas habitacionales, terrenos agrícolas y superficies con diferentes grados de ocupación.

De acuerdo con el plano MP-12, el AP y el AI se encuentran en el sector con mayor concentración de infraestructura industrial, mientras que los terrenos agrícolas y algunas áreas abiertas se localizan principalmente hacia la periferia de la RE.

MP-12 Predio y Área de influencia del proyecto, inmersos en la Región Ecológica

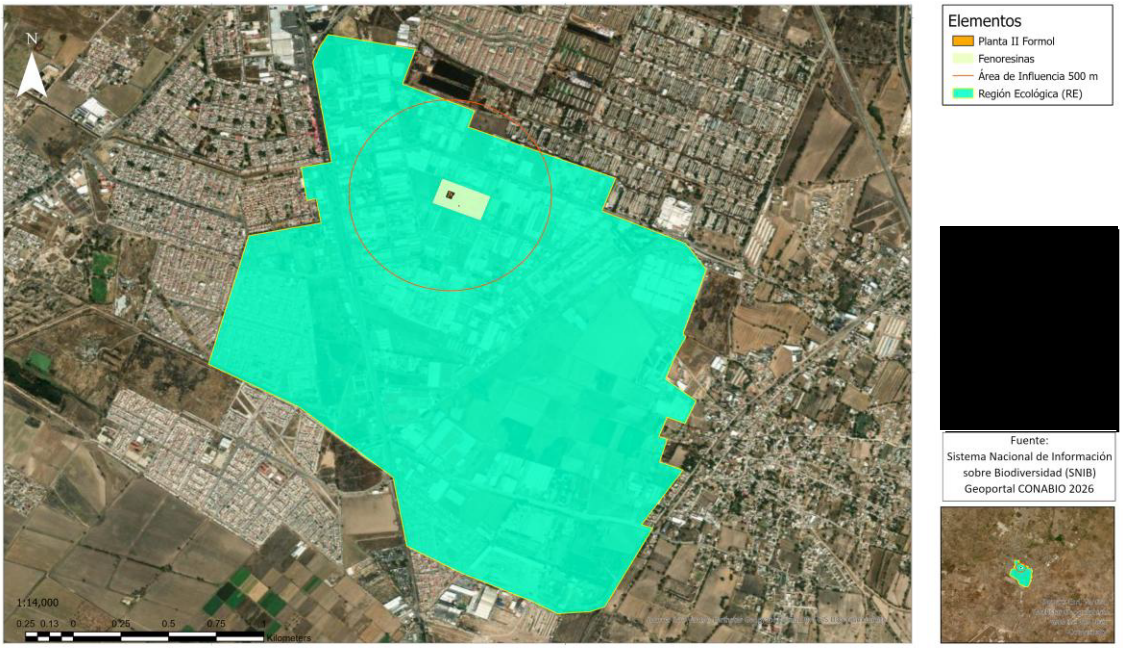

Ilustración 47.- Predio y Área de Influencia del proyecto, inmersos en la Región Ecológica.

El MP-12 permite observar que el proyecto no se localiza dentro de una unidad paisajística natural ni genera un nuevo frente de industrialización. Por el contrario, se incorpora a un territorio previamente transformado, en el que las edificaciones, vialidades y actividades productivas constituyen los elementos visuales dominantes.

La cartografía de usos del suelo y vegetación analizada en el apartado III.1.2 confirma el predominio de asentamientos humanos y superficies agrícolas. No se identifican dentro de la RE, extensiones relevantes de vegetación natural conservada. Los espacios agrícolas periféricos aportan apertura visual y variaciones de textura y color, pero corresponden a superficies productivas modificadas y no a comunidades naturales.

Tampoco se identifican dentro de la RE, cuerpos de agua superficiales, elevaciones destacadas, formaciones geomorfológicas sobresalientes o elementos naturales que funcionen como hitos paisajísticos. La vegetación se presenta principalmente en camellones, áreas verdes, frentes de predios y terrenos agrícolas, con una distribución fragmentada.

En consecuencia, la RE, presenta una **calidad paisajística baja**, debido al predominio de elementos urbanos, industriales y agropecuarios modificados. Su fragilidad visual es baja a media, pues los sectores construidos poseen una elevada capacidad para absorber modificaciones, mientras que los terrenos abiertos periféricos presentan una mayor exposición visual.

Caracterización del Área de Influencia

El Área de Influencia, delimitada mediante un radio de 500 m alrededor de la Planta II, se encuentra prácticamente inmersa en una zona industrial consolidada. En ella predominan naves, bodegas, vialidades, patios operativos, áreas de almacenamiento y terrenos sin uso aparente.

El Eje Oriente–Poniente, la calle Oriente 3 y las vialidades internas constituyen los principales elementos lineales que organizan el paisaje. Desde estos puntos, la percepción visual está determinada por instalaciones industriales, bardas, naves, patios y circulación de vehículos de carga.

La vegetación del AI corresponde principalmente a arbolado ornamental ubicado en camellones y frentes de propiedades, así como a vegetación espontánea presente en terrenos residuales. Estos elementos aportan servicios ambientales locales, pero su extensión y continuidad no son suficientes para configurar una unidad paisajística natural.

La presencia de instalaciones industriales próximas reduce el contraste que podría generar el proyecto. Aunque algunos componentes de la Planta II pueden ser parcialmente visibles desde las vialidades o predios colindantes, su forma y escala son compatibles con el fondo visual existente.

Por lo anterior, el AI presenta una **calidad paisajística de muy baja a baja** y una **fragilidad visual baja**. El entorno posee una alta capacidad para absorber instalaciones de características semejantes sin que se modifique sustancialmente su carácter industrial.

Caracterización del Área del Proyecto

El AP corresponde a los 945.20 m^2 ocupados por la Planta II de Formaldehído dentro del predio industrial de FENO RESINAS, cuya superficie total es de aproximadamente 25,400 m^2.

Debe precisarse que la infraestructura de la Planta II ya se encuentra instalada, aunque todavía no ha iniciado operaciones. Por tanto, su presencia física forma parte de las condiciones visuales actuales del predio. La futura puesta en operación no requerirá nuevas construcciones, ampliaciones fuera del predio ni transformación de terrenos naturales o agropecuarios.

El plano MP-05 muestra que el AP se encuentra rodeado por instalaciones industriales, equipos, vialidades internas y áreas operativas pertenecientes a FENO RESINAS. En el entorno inmediato también se identifican establecimientos como Jarritos Tizayuca, Mástiques Madison, Leche Real de Tizayuca, Moliendas Tizayuca, Congelados Alysa, Ramasco y Voltran Planta Soldadura.

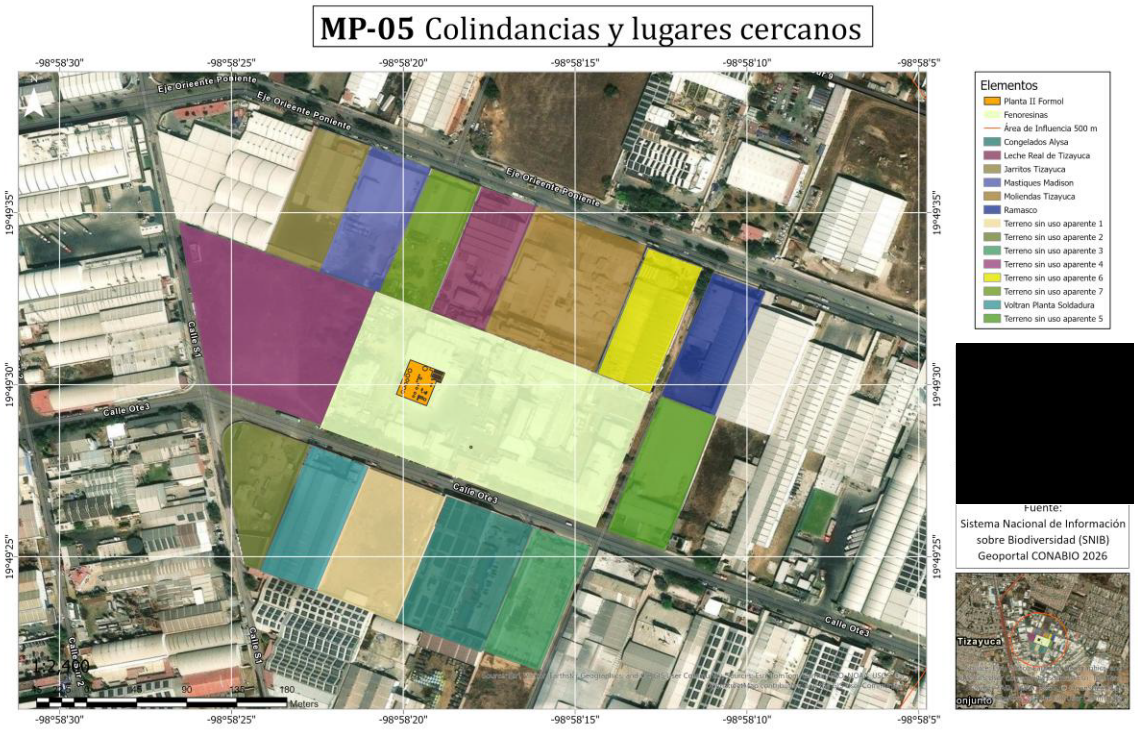

Ilustración 48.- Colindancias y lugares cercanos al proyecto.

La configuración representada en el MP-05 confirma que la Planta II no introduce un uso ajeno al contexto. Su infraestructura es compatible con la escala, volumetría y función de las instalaciones industriales circundantes.

Dentro del AP no se identifican vegetación natural, cuerpos de agua, topoformas sobresalientes o elementos de interés escénico. El arbolado registrado dentro del predio se concentra en áreas verdes y franjas periféricas diferentes de los agrupamientos principales de equipos de proceso.

La visibilidad de la Planta II desde el exterior es limitada por la presencia de bardas, naves y otras estructuras. Los principales observadores corresponden a trabajadores, usuarios de las vialidades y ocupantes de los establecimientos próximos, cuya percepción ocurre sobre un fondo visual previamente industrializado.

En consecuencia, el AP presenta una **calidad paisajística muy baja**, una **fragilidad visual muy baja** y una elevada capacidad para absorber visualmente la infraestructura existente.

Tabla 40.- Valoración paisajística.

Unidad de análisis	**Elementos dominantes**	**Calidad paisajística**	**Fragilidad visual**
Sistema Ambiental	Asentamientos humanos, industria, vialidades y superficies agrícolas	Baja	Baja a media
Área de Influencia	Naves, bodegas, patios industriales, vialidades y terrenos residuales	Muy baja a baja	Baja
Área del Proyecto	Equipos e instalaciones industriales sobre una superficie previamente intervenida	Muy baja	Muy baja

La valoración muestra que la calidad paisajística disminuye conforme el análisis se aproxima al AP, debido al aumento de la infraestructura industrial y a la reducción de espacios abiertos. Esto no significa que el paisaje carezca de valor, sino que su estructura y percepción ya están determinadas principalmente por elementos antrópicos.

Interacción del proyecto con el paisaje

La Planta II ya forma parte de las condiciones visuales actuales del predio. En consecuencia, su futura puesta en operación no producirá un cambio estructural adicional en el paisaje,

siempre que no se incorporen nuevas construcciones o equipos con dimensiones significativamente diferentes de los evaluados.

Durante la operación y el mantenimiento, las interacciones paisajísticas se limitarán principalmente a la iluminación nocturna, el movimiento de vehículos, el almacenamiento temporal de materiales y el estado de conservación de los equipos. Estos elementos son compatibles con el carácter industrial del sitio y no modificarán la unidad paisajística existente.

El proyecto tampoco provocará pérdida de vistas escénicas, remoción de vegetación natural, modificación de cuerpos de agua ni afectación de elementos naturales sobresalientes. Aunque contribuye al predominio acumulativo de infraestructura artificial en el corredor industrial, no genera un nuevo frente de ocupación ni modifica la vocación territorial del entorno.

Por lo anterior, el impacto incremental de la operación sobre el paisaje se considera **adverso, de baja magnitud, extensión puntual y carácter local**. Su relevancia es reducida debido a la elevada capacidad de absorción visual del AP y del AI.

Para mantener esta condición deberán aplicarse las siguientes medidas:

- conservar el orden y la limpieza de las áreas operativas;
- evitar el almacenamiento desorganizado de materiales o residuos;
- mantener en buen estado la pintura, acabados y señalización;
- utilizar colores y acabados compatibles con la infraestructura existente;
- dirigir la iluminación hacia las áreas operativas, evitando su dispersión hacia los predios colindantes;
- retirar oportunamente materiales, residuos y equipos fuera de uso; y
- conservar las áreas verdes y el arbolado periférico del predio.

En conclusión, el paisaje no constituye uno de los componentes ambientales más afectados por la futura operación de la Planta II. El proyecto se encuentra dentro de una zona industrial consolidada, su infraestructura ya está instalada y no introduce formas, usos o elementos

visuales ajenos al entorno. Bajo condiciones normales de operación y mantenimiento, no se prevé una modificación significativa de la calidad paisajística de la RE, el AI o el AP.

III.2.2.4 Medio socioeconómico

El análisis del medio socioeconómico permite identificar las características demográficas, económicas, sociales y culturales del territorio en el que se inserta el proyecto, así como reconocer los receptores humanos y las actividades productivas que podrían interactuar con la futura operación, mantenimiento y eventual abandono de la Planta II de Formaldehído de FENO RESINAS, S.A. de C.V.

La información estadística disponible se presenta principalmente a escala municipal, debido a que la mayor parte de los indicadores oficiales no cuenta con desagregación específica para el Área de Influencia (AI) o el Área del Proyecto (AP). Para complementar esta información, se consideraron las condiciones observadas en los planos MP-02 Microlocalización del proyecto, MP-05 Colindancias y lugares cercanos y MP-12 Predio y Área de Influencia del proyecto, inmersos en la Región Ecológica.

La caracterización se elaboró principalmente con información del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, de la plataforma Data México de la Secretaría de Economía, de la medición de pobreza municipal del CONEVAL y de fuentes oficiales relacionadas con los servicios de salud y el patrimonio cultural. Estos datos permiten establecer una línea base de las condiciones sociales y económicas existentes en el municipio de Tizayuca.

a) Contexto territorial y demográfico

El municipio de Tizayuca se localiza entre los paralelos 19°47’ y 19°55’ de latitud norte y los meridianos 98°54’ y 99°02’ de longitud oeste, a una altitud aproximada de 2,300 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el Estado de México y el municipio de Tolcayuca; al este con Tolcayuca y el Estado de México; y al sur y oeste con el Estado de México.

El territorio municipal representa aproximadamente el 0.37 % de la superficie del estado de Hidalgo y comprende 45 localidades. Su estructura territorial se caracteriza por una concentración creciente de población en áreas urbanas, acompañada por corredores

industriales, infraestructura vial, desarrollos habitacionales y superficies agrícolas localizadas principalmente en sectores periféricos (INEGI, 2009, 2021).

La ubicación del municipio y su integración funcional con la Zona Metropolitana del Valle de México han favorecido el crecimiento urbano, la movilidad de la población y la instalación de actividades industriales y de servicios. En el entorno inmediato del proyecto, los planos MP-02, MP-05 y MP-12 muestran una matriz predominantemente industrial y urbana, integrada por naves, bodegas, establecimientos productivos, vialidades, terrenos sin uso aparente y algunos sectores habitacionales próximos.

Población

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, el municipio de Tizayuca registró una población total de 168,302 habitantes, de los cuales 86,255 eran mujeres, equivalentes al 51.3 %, y 82,047 eran hombres, correspondientes al 48.7 % (INEGI, 2021; Secretaría de Economía, s.f.-b).

Los grupos de edad con mayor población fueron los de 10 a 14 años, con 17,148 habitantes; 15 a 19 años, con 15,843 habitantes; y 5 a 9 años, con 15,340 habitantes. En conjunto, estos grupos representaron aproximadamente el 28.7 % de la población municipal.

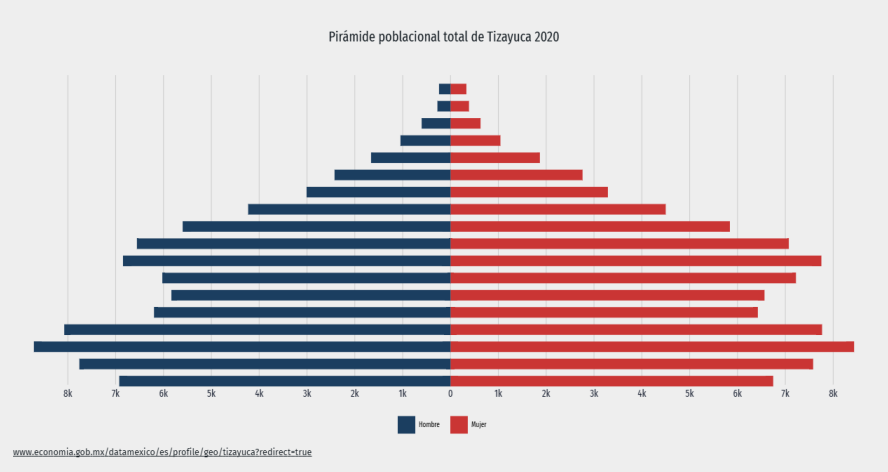

Ilustración 49. Gráfico de población total de Tizayuca.

La estructura por edades muestra una participación importante de población infantil y juvenil, lo que se relaciona con una demanda creciente de vivienda, educación, empleo,

transporte y servicios públicos. También representa una base potencial de fuerza laboral a mediano plazo, particularmente para las actividades industriales y de servicios existentes en el municipio.

No obstante, la magnitud de la población municipal no debe interpretarse como una exposición directa al proyecto. Los receptores de mayor interés para la evaluación ambiental corresponden a las personas que desarrollan actividades laborales, comerciales o de tránsito dentro del AI, así como a la población ubicada en los sectores habitacionales más próximos.

Población hablante de lengua indígena

En 2020, la población de tres años y más que hablaba al menos una lengua indígena en Tizayuca se estimó en aproximadamente 3,130 personas, equivalentes al 1.86 % de la población municipal. Las lenguas con mayor presencia fueron náhuatl, otomí y mixteco (Secretaría de Economía, s.f.-b).

Aunque esta proporción es reducida respecto de la población total, constituye una expresión de la diversidad cultural del municipio. La información disponible y las condiciones territoriales del AP indican que el proyecto se ubica dentro de un predio industrial previamente intervenido y no ocupa espacios destinados a actividades comunitarias, ceremoniales o culturales de grupos indígenas.

Por tanto, no se identifica una interacción territorial directa entre la Planta II y comunidades indígenas. Sin embargo, las acciones de comunicación, contratación y atención de inconformidades deberán desarrollarse bajo principios de igualdad, inclusión y respeto a la diversidad cultural.

Migración

La información censal muestra una presencia limitada de población migrante internacional. Durante los cinco años anteriores al levantamiento de 2020, los principales países de origen fueron Estados Unidos, con 190 personas; Colombia, con 34; y Cuba, con 16.

Los principales motivos de migración hacia el municipio fueron la reunificación familiar, con 163 personas; las causas económicas, con 34; y la búsqueda de vivienda, con 16 personas. En

términos municipales, estas cifras representan una proporción reducida y no modifican de manera sustancial la estructura demográfica de Tizayuca (Secretaría de Economía, s.f.-b).

La operación del proyecto no implica la creación de un nuevo núcleo de población ni la construcción de vivienda para trabajadores. En consecuencia, no se prevén procesos significativos de inmigración atribuibles exclusivamente a la Planta II.

Vivienda

En 2020, las viviendas particulares habitadas de Tizayuca se caracterizaron principalmente por contar con cuatro cuartos, con el 29.4 %, y tres cuartos, con el 26.2 %. Respecto del número de dormitorios, predominaron las viviendas con dos dormitorios, que representaron el 47.5 %, seguidas por las viviendas con un dormitorio, con el 27.6 % (INEGI, 2021; Secretaría de Economía, s.f.-b).

Estos indicadores describen la configuración general de las viviendas del municipio, aunque no permiten determinar por sí mismos sus condiciones de calidad, disponibilidad de servicios o nivel de hacinamiento. En el entorno inmediato del proyecto predominan los usos industriales y de servicios; sin embargo, la presencia de sectores habitacionales dentro o próximos al AI deberá considerarse en la evaluación de emisiones, ruido, tránsito y atención de emergencias.

Empleo y actividades económicas

Debido a que la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo no cuenta con representatividad específica para el municipio de Tizayuca, se utilizaron como referencia los indicadores correspondientes al estado de Hidalgo.

Durante el primer trimestre de 2026, la tasa de participación laboral estatal fue de 59.3% y la población económicamente activa ascendió a aproximadamente 1.49 millones de personas. La población ocupada alcanzó 1,468,305 personas, mientras que la población desocupada fue de aproximadamente 22,474 personas, equivalente a una tasa de desocupación cercana al 1.5%.

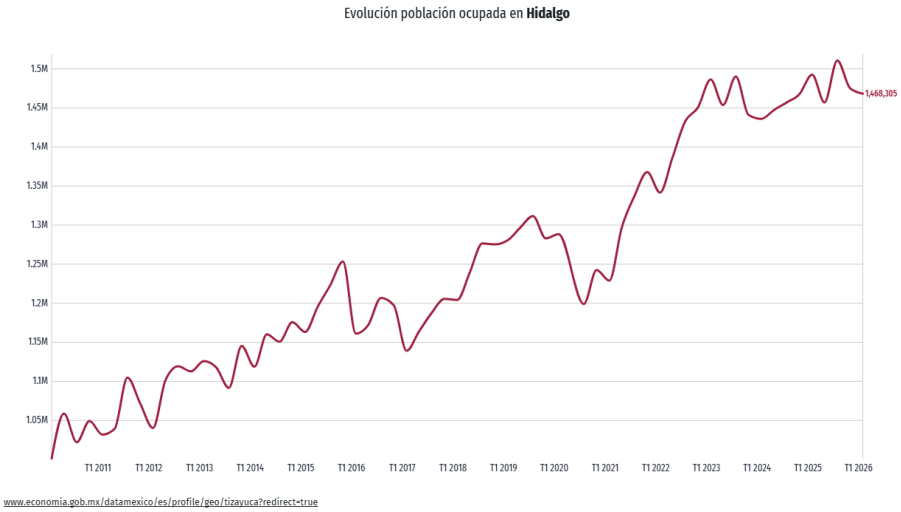

Ilustración 50. Evolución de población ocupada en el estado de Hidalgo.

En el mismo periodo, la tasa de informalidad laboral fue de 71.2 % y la tasa de subocupación se estimó en 9.5 %. El sector secundario concentró aproximadamente el 26.6 % de la población ocupada estatal, mientras que la industria manufacturera representó alrededor del 15.5 %. El salario promedio mensual estatal fue de aproximadamente $7,050 MXN (Secretaría de Economía, s.f.-a).

Estos indicadores evidencian la relevancia de las actividades industriales dentro de la estructura económica estatal, pero también muestran retos asociados con la informalidad y la calidad del empleo. En el ámbito municipal, la presencia de parques, corredores e instalaciones industriales confirma la importancia de la manufactura y de los servicios asociados.

La Planta II se integrará a un establecimiento industrial existente, por lo que no modificará la vocación económica del territorio. Durante su operación podrá requerir personal técnico, operativo, administrativo y de mantenimiento, además de servicios de transporte, suministro y gestión de residuos. Sin embargo, cualquier beneficio económico deberá dimensionarse conforme al número real de empleos directos e indirectos que genere el proyecto, evitando sobreestimar su contribución regional.

Educación y formación profesional

Los principales niveles de escolaridad de la población de 15 años y más en Tizayuca fueron educación secundaria, con 33.8 %; preparatoria o bachillerato, con 26.7 %; y educación primaria, con 14.7 % (INEGI, 2021; Secretaría de Economía, s.f.-b).

En la formación de nivel licenciatura, las áreas con mayor presencia entre los hombres fueron ingeniería, manufactura y construcción; administración y negocios; y tecnologías de la información y la comunicación. Entre las mujeres destacaron los campos de servicios, administración y negocios y educación.

Durante 2021, los campos de formación con mayor demanda fueron hospitalidad y turismo, con 385 personas; electrónica, automatización y aplicaciones de la mecánica-eléctrica, con 216; y administración de empresas, con 213 personas.

La presencia de población con formación técnica, administrativa e industrial es compatible con la estructura productiva del municipio. No obstante, la operación de instalaciones que manejan metanol y formaldehído requiere personal con capacitación específica en seguridad de procesos, sustancias peligrosas, prevención de incendios, respuesta a emergencias y protección ambiental. Por ello, la disponibilidad general de mano de obra deberá complementarse con programas de capacitación y evaluación de competencias.

Alfabetismo

En 2020, la tasa de analfabetismo en Tizayuca fue de aproximadamente 1.58 %. Del total de personas analfabetas, el 61.2 % correspondió a mujeres y el 38.8 % a hombres (Secretaría de Economía, s.f.-b).

El bajo porcentaje de analfabetismo indica un nivel elevado de alfabetización. Esta condición favorece la implementación de programas escritos de capacitación, señalización, comunicación de riesgos y difusión de medidas de seguridad. Sin embargo, los materiales deberán emplear lenguaje claro y recursos gráficos que faciliten su comprensión por trabajadores, contratistas y visitantes.

Salud

En 2020, las principales opciones de atención médica utilizadas por la población de Tizayuca fueron el Instituto Mexicano del Seguro Social, con aproximadamente 60.8 mil personas; los

consultorios de farmacia, con 32 mil; y los centros de salud u hospitales de la Secretaría de Salud, con 28.6 mil personas (INEGI, 2021; Secretaría de Economía, s.f.-b).

En materia de afiliación, aproximadamente 73.4 mil personas fueron contabilizadas dentro de la categoría censal que agrupaba al Seguro Popular, Seguro Médico para una Nueva Generación e Instituto de Salud para el Bienestar. Esta cifra corresponde a la estructura institucional existente durante el levantamiento censal de 2020 y no debe interpretarse como cobertura vigente del Seguro Popular.

Actualmente, la atención pública de la población que no cuenta con un esquema de seguridad social se desarrolla mediante IMSS-Bienestar en las entidades incorporadas al sistema, entre ellas Hidalgo (Servicios de Salud IMSS-Bienestar, s.f.).

Para el proyecto, la disponibilidad regional de servicios médicos constituye un elemento relevante para la atención de accidentes o emergencias. No obstante, la empresa deberá contar con procedimientos internos de primeros auxilios, brigadas capacitadas, equipo de atención inmediata, directorio actualizado de servicios de emergencia y mecanismos de coordinación con las autoridades y unidades médicas externas.

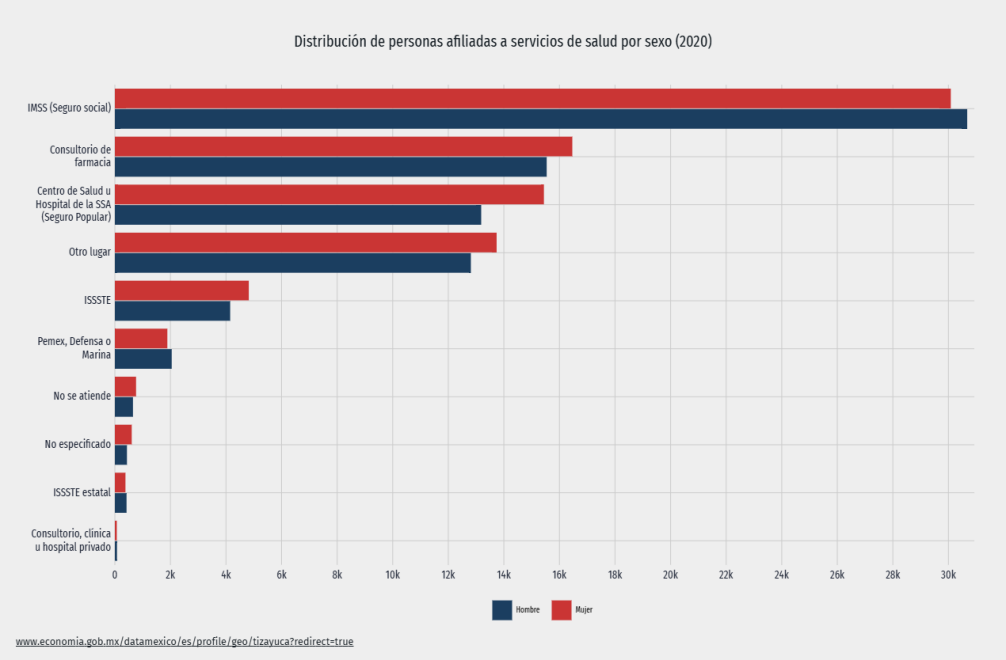

Ilustración 51. Distribución de personas afiliadas a servicios de salud por sexo.

Discapacidad

En 2020, las principales condiciones de discapacidad registradas en Tizayuca fueron la dificultad para ver, aun usando lentes, con 4,657 personas; la dificultad física para caminar, subir o bajar, con 3,150 personas; y la dificultad para recordar o concentrarse, con 1,530 personas.

En el caso de la discapacidad visual, el 55.2 % correspondió a mujeres y el 44.8 % a hombres, con una presencia relevante en grupos de población adulta (INEGI, 2021; Secretaría de Economía, s.f.-b).

Esta información deberá considerarse en la señalización y los procedimientos de comunicación de riesgos. Las rutas de evacuación, alarmas, instrucciones y puntos de reunión deberán diseñarse con criterios de accesibilidad, incorporando señales visuales, auditivas y de fácil comprensión.

Pobreza y carencias sociales

De acuerdo con la medición de pobreza municipal correspondiente a 2020, Tizayuca presentó los siguientes indicadores:

Tabla 41.- Indicadores de pobreza

Indicador	Porcentaje
Población en situación de pobreza moderada	32.4 %
Población en situación de pobreza extrema	3.47 %
Población vulnerable por carencias sociales	28.8 %
Población vulnerable por ingresos	10.9 %

Las principales carencias sociales se relacionaron con el acceso a la seguridad social, los servicios de salud y la alimentación (CONEVAL, 2021).

Los resultados muestran que, aun cuando Tizayuca cuenta con infraestructura urbana, actividad industrial y una tasa de analfabetismo relativamente baja, persisten desigualdades y condiciones de vulnerabilidad. En consecuencia, la contratación de personal deberá realizarse con criterios de igualdad de oportunidades, respeto a los derechos laborales y cumplimiento de las obligaciones en materia de seguridad social.

El proyecto no constituye por sí mismo una solución a las condiciones municipales de pobreza o carencia social. Su contribución deberá entenderse de manera proporcional a los empleos formales, adquisiciones locales y servicios efectivamente contratados durante su operación.

b) Factores socioculturales

Tizayuca cuenta con elementos históricos, arquitectónicos y culturales que forman parte de la identidad regional. Entre ellos se encuentran vestigios arqueológicos reportados en la Hacienda de San Miguel y el Rancho de los Mogotes, así como inmuebles religiosos de origen colonial.

Destaca la Parroquia de la Transfiguración o del Divino Salvador, construida con mampostería y tezontle y con una planta en forma de cruz latina. También se reconocen la Capilla de San Francisco de Asís, ubicada en Huitzila, y la Capilla de San Antonio, en Huicalco (INAFED, s.f.).

Estos elementos se localizan fuera del AP y no presentan una interacción física directa con la Planta II. El proyecto se desarrollará dentro de un predio industrial previamente intervenido y no requiere excavaciones o ampliaciones hacia espacios externos. Por ello, no se prevé afectación directa a monumentos, sitios arqueológicos o inmuebles religiosos.

No obstante, si durante cualquier actividad de mantenimiento, reparación o intervención del subsuelo se identificaran materiales con posible valor arqueológico o histórico, deberán suspenderse las actividades en el punto del hallazgo y notificarse a la autoridad competente.

Fiestas, tradiciones y expresiones culturales

Entre las principales festividades del municipio se encuentra la celebración de la Candelaria, realizada el 2 de febrero en honor a la Virgen de Cosamaloapan, así como la fiesta patronal del Divino Salvador o de la Transfiguración, celebrada el 6 de agosto. Estas festividades

integran actividades religiosas, culturales, comerciales y recreativas, entre ellas juegos pirotécnicos, música, presentaciones artísticas, feria y oferta de alimentos tradicionales (INAFED, s.f.).

Las expresiones culturales locales también comprenden relatos históricos, leyendas, prácticas de medicina tradicional y la decoración de calles y viviendas durante las celebraciones religiosas. Dentro de la gastronomía destacan la barbacoa, las carnitas y algunos alimentos asociados con el maguey, además del empleo de hierbas y productos regionales.

El municipio cuenta con el Museo Comunitario Tetetzontlilco, inaugurado en 1997 con el objetivo de preservar y difundir el patrimonio arqueológico de la comunidad. En su acervo se incluyen sellos, implementos de molienda, vasijas, cerámica y herramientas de obsidiana. El museo también desarrolla actividades relacionadas con las festividades comunitarias y el Día de Muertos (Secretaría de Cultura, s.f.).

Por su ubicación dentro de una zona industrial consolidada, la Planta II no interferirá directamente con estos espacios o celebraciones. Sin embargo, las actividades de transporte de sustancias, mantenimiento mayor o atención de contingencias deberán coordinarse considerando cierres viales, concentraciones de población o modificaciones temporales en la movilidad que pudieran presentarse durante festividades locales.

Síntesis del medio socioeconómico

El municipio de Tizayuca presenta una dinámica de crecimiento demográfico y urbano asociada con su localización estratégica, su integración metropolitana y el desarrollo de actividades industriales, comerciales y de servicios. La población es predominantemente joven y cuenta, en términos generales, con niveles de escolaridad media y una oferta de formación técnica y profesional compatible con la actividad industrial.

Al mismo tiempo, persisten condiciones de informalidad laboral, carencias de seguridad social, limitaciones en el acceso a servicios de salud y sectores de población en condiciones de pobreza o vulnerabilidad. Estas circunstancias deberán considerarse al valorar los beneficios sociales y económicos del proyecto, particularmente en materia de empleo formal, capacitación y contratación de servicios locales.

En el entorno inmediato predominan las instalaciones industriales y las vialidades, aunque también existen sectores habitacionales y población que transita o trabaja dentro del AI. Por ello, las principales interacciones socioeconómicas potenciales se relacionan con la generación de empleo, la demanda de servicios, el tránsito de vehículos, el ruido, la percepción de riesgo y la capacidad de respuesta ante emergencias.

En términos culturales, el AP no se superpone con sitios arqueológicos, monumentos históricos, espacios ceremoniales o instalaciones culturales conocidas. En consecuencia, no se prevén afectaciones directas al patrimonio cultural o a las prácticas tradicionales de Tizayuca.

En conjunto, el medio socioeconómico presenta condiciones compatibles con la vocación industrial del proyecto. No obstante, la operación de la Planta II deberá mantener medidas de prevención y comunicación que protejan a los trabajadores, establecimientos colindantes, usuarios de las vialidades y sectores habitacionales próximos.

III.1.3 Diagnóstico ambiental

El diagnóstico ambiental se elaboró mediante la integración de la información obtenida durante la delimitación y caracterización de la Región Ecológica (RE), el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP). Su finalidad es determinar el estado actual del ambiente, identificar los principales procesos de deterioro y reconocer los componentes que presentan mayor sensibilidad frente a la futura operación, mantenimiento y eventual abandono de la Planta II de Formaldehído de FENO RESINAS, S.A. de C.V.

La línea base corresponde a un escenario **preoperacional, y no constructivo**, debido a que la infraestructura de la Planta II ya se encuentra instalada, aunque actualmente no está en operación. Por lo tanto, el diagnóstico considera las condiciones existentes después de la instalación física de los equipos, pero antes del inicio de las operaciones productivas.

Para su elaboración se integraron los planos temáticos desarrollados en los apartados III.1.2, así como los resultados de los recorridos y de la caracterización biótica. La valoración se realizó de manera semicuantitativa mediante las categorías alta, media y baja, de acuerdo con los criterios indicados en la guía para la elaboración de la MIA:

- **Normativo:** existencia de disposiciones legales, instrumentos de ordenamiento o categorías de protección aplicables.
- **Diversidad:** variedad de especies o elementos presentes.
- **Rareza:** presencia de recursos escasos o poco comunes.
- **Naturalidad:** grado de conservación o transformación del componente.
- **Aislamiento:** continuidad o fragmentación de los elementos ambientales.
- **Calidad:** condición actual del aire, agua, suelo, vegetación, paisaje y medio socioeconómico.

Las categorías asignadas representan la importancia y sensibilidad de los componentes dentro del diagnóstico; no corresponden todavía a la magnitud o significancia de los impactos, la cual será determinada en el capítulo V.

a) Integración e interpretación del inventario ambiental

La RE comprende una superficie de 450.269 ha y corresponde al marco territorial regional en el que se analizan las condiciones ambientales del proyecto. En su interior se encuentra el AI, con una superficie aproximada de 78.5799 ha, y dentro de ésta se localizan el predio industrial de FENO RESINAS, con 2.54 ha, y el AP de la Planta II, con 0.09452 ha.

La relación espacial entre estas unidades permite reconocer que la huella física específica del proyecto es reducida respecto de la RE. Sin embargo, las posibles vías de transferencia de emisiones, ruido, escurrimientos, tránsito o eventos accidentales justifican el análisis de un territorio más amplio que los límites del AP.

Medio abiótico

La RE, AI y AP presentan condiciones climáticas homogéneas, con clima C(w0), temperatura media anual de 14 a 16 °C y precipitación media anual de 600 a 800 mm. Estas condiciones no representan una limitante para la operación; sin embargo, la temporada de lluvias puede favorecer la generación de escurrimientos y encharcamientos, mientras que el viento puede funcionar como vía de dispersión de emisiones.

La calidad actual del aire y del ambiente sonoro no se califica como buena o mala, debido a que no se dispone de mediciones directas representativas. No obstante, ambos componentes se consideran relevantes por la presencia de industrias, vialidades, trabajadores y sectores urbanizados dentro del entorno.

Desde el punto de vista geológico, el AI y el AP se encuentran sobre depósitos aluviales y presentan un relieve predominantemente plano. La superficie del AP está previamente intervenida, por lo que su naturalidad es baja y no se prevé la modificación de nuevas geoformas.

El suelo corresponde a Phaeozem o Feozem y se encuentra cubierto o modificado dentro de la superficie industrial. Aunque no se prevé remover suelo natural, este componente presenta sensibilidad media debido a la posibilidad de contaminación por derrames que pudieran rebasar las superficies impermeabilizadas o los sistemas de contención.

La regionalización sísmica ubica al proyecto dentro de una categoría de peligro bajo. No obstante, un evento sísmico podría producir afectaciones indirectas si ocasionara daños en tanques, equipos, tuberías o conexiones.

En materia hidrológica, el proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Pánuco, la cuenca del río Moctezuma y la subcuenca del río Tezontepec. No se identifican corrientes o cuerpos de agua superficiales dentro de la RE, AI o AP, por lo que no se prevén afectaciones directas sobre cauces.

Sin embargo, los escurrimientos pluviales, el drenaje y la infiltración constituyen posibles vías indirectas de transferencia. Esta condición es relevante porque el proyecto se encuentra sobre el acuífero Cuautitlán-Pachuca, por lo que deberán mantenerse las medidas de impermeabilización, contención, inspección y atención de derrames.

Medio biótico

La vegetación de la RE está integrada principalmente por arbolado ornamental, especies inducidas, vegetación ruderal y superficies agrícolas. No se identifican comunidades extensas de vegetación natural conservada.

La caracterización biótica registró 830 individuos pertenecientes a 34 especies en el conjunto del área estudiada. En el AI se contabilizaron 232 individuos de 18 especies y dentro del predio industrial se registraron 47 individuos de cuatro especies, localizados principalmente en las colindancias sur y poniente.

El AP específico de la Planta II no coincide con los agrupamientos de arbolado registrados, por lo que no se prevé la remoción directa de vegetación. En términos generales, la naturalidad y diversidad de este componente son bajas; sin embargo, el arbolado proporciona servicios ambientales locales como sombra, captura de partículas y refugio para fauna urbana.

También se registraron 32 individuos de *Hesperocyparis lusitanica*, denominada *Cupressus lusitanica* en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sujeta a protección especial. Tres ejemplares se encuentran dentro del AI y 29 en el resto de la RE; ninguno fue registrado dentro del predio industrial. Por su categoría normativa, su sensibilidad se considera alta en los sitios donde se localizan.

La fauna registrada estuvo representada por cuatro especies de aves, ninguna incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el AP no se identificaron nidos, madrigueras, refugios o sitios de reproducción. Por ello, la sensibilidad faunística del AP y del AI inmediato se considera baja.

En el sector oriental de la RE se observaron terrenos temporalmente inundados utilizados por aves asociadas con ambientes abiertos y húmedos. Estos espacios presentan una sensibilidad media, aunque se localizan fuera del AP y del AI inmediato.

El proyecto no se superpone con áreas naturales protegidas, Regiones Terrestres Prioritarias o Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. No obstante, se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México, condición que refuerza la importancia de evitar derrames e infiltraciones.

Paisaje

El paisaje de la RE presenta una calidad baja debido al predominio de asentamientos humanos, instalaciones industriales y superficies agrícolas modificadas. En el AI la calidad varía de muy baja a baja y en el AP se considera muy baja.

La fragilidad visual del AP es baja, debido a que la Planta II se encuentra dentro de un predio industrial y no introduce un elemento ajeno al contexto existente. No se prevé la pérdida de vistas escénicas, cuerpos de agua, vegetación natural o elementos sobresalientes del relieve.

Medio socioeconómico

El entorno socioeconómico se caracteriza por el crecimiento urbano e industrial de Tizayuca, la disponibilidad de infraestructura, servicios, vialidades y mano de obra. Dentro del AI se encuentran trabajadores, establecimientos industriales, vías de comunicación y sectores urbanizados próximos.

El medio socioeconómico presenta sensibilidad alta porque las personas, instalaciones colindantes y usuarios de las vialidades pueden funcionar como receptores de emisiones, ruido, tránsito o eventos accidentales.

La operación del proyecto puede contribuir mediante empleos, contratación de servicios y continuidad de actividades productivas. Sin embargo, estos beneficios deberán valorarse de acuerdo con el número real de empleos y servicios generados, sin sobreestimar su efecto sobre las condiciones económicas municipales.

Valoración del inventario ambiental

Tabla 42.- Valoración del inventario ambiental.

Componente	Condición actual	Sensibilidad
Clima	Homogéneo en RE, AI y AP	Baja
Aire	Entorno industrial; calidad basal no determinada	Alta

Ruido	Presencia de industrias y vialidades; calidad basal no determinada	Media
Geología y relieve	Superficie plana y previamente modificada	Baja
Suelo y subsuelo	Cubierto o intervenido en el AP	Media
Hidrología superficial	Sin cauces o cuerpos de agua dentro de la RE, AI o AP	Baja
Agua subterránea	Presencia del acuífero Cuautitlán-Pachuca	Alta
Vegetación	Predominio de especies inducidas y ornamentales	Baja a media
Ejemplares protegidos	Presentes en AI y RE, pero fuera del predio	Alta localmente
Fauna	Baja riqueza observada y predominio de aves urbanas	Baja
Paisaje	Dominio urbano e industrial	Baja
Medio socioeconómico	Presencia de trabajadores, industrias y sectores urbanos próximos	Alta

Puntos críticos

De la integración del inventario se identificaron los siguientes puntos críticos:

1. **Áreas de recepción, almacenamiento, trasvase y proceso**, por constituir las principales fuentes potenciales de emisiones, fugas y derrames.
2. **Suelo, subsuelo y acuífero Cuautitlán-Pachuca**, por la posibilidad de infiltración de sustancias en caso de fallas en los sistemas de contención.

3. **Drenaje pluvial, puntos bajos y zonas susceptibles de encharcamiento**, debido a que pueden funcionar como vías de transporte de sustancias fuera del área de proceso.

4. **Trabajadores, industrias colindantes y sectores urbanizados próximos**, por su condición de receptores ante emisiones, ruido, tránsito o eventos accidentales.

5. **Terrenos temporalmente inundados del sector oriental de la RE**, debido a su función estacional para algunas especies de aves.

6. **Presión urbana e industrial acumulada**, asociada con el crecimiento de la infraestructura, tránsito, impermeabilización y demanda de servicios.

b) Síntesis del inventario

La integración de los componentes permite identificar tres condiciones ambientales principales.

Región Ecológica

La RE presenta un grado de transformación alto y una naturalidad baja. Está constituido por una combinación de asentamientos humanos, instalaciones industriales y superficies agrícolas. Los principales procesos de deterioro son la expansión urbana, sustitución de terrenos abiertos, fragmentación de la vegetación, impermeabilización del suelo, incremento del tránsito y mayor demanda de agua, drenaje y servicios.

A pesar de esta transformación, la RE mantiene algunos componentes de interés, como superficies agrícolas, terrenos temporalmente inundados, arbolado urbano y ejemplares sujetos a protección especial.

Área de Influencia

El AI presenta una condición predominantemente urbana e industrial. Las principales presiones corresponden al tránsito, ruido, emisiones de fuentes fijas y móviles, manejo de sustancias, generación de residuos y operación de establecimientos productivos.

Su naturalidad es baja, pero su sensibilidad es media a alta por la presencia de trabajadores, vialidades, industrias colindantes y sectores urbanizados próximos.

Área del Proyecto

El AP corresponde a una superficie industrial previamente intervenida, construida e impermeabilizada, sin vegetación natural, cuerpos de agua o hábitats permanentes. Por ello, presenta baja sensibilidad frente a la ocupación territorial y al cambio de uso del suelo.

No obstante, presenta una sensibilidad alta frente a fugas, derrames, emisiones, incendios y fallas operativas, debido al manejo de metanol y formaldehído y a la posible interacción de estos eventos con el suelo, drenaje, acuífero y receptores humanos.

En ausencia de operación, la infraestructura permanecería instalada e inactiva, sin generar las emisiones y residuos propios del proceso regular. Sin embargo, la superficie construida y la impermeabilización permanecerían como parte del escenario actual.

Conclusión del diagnóstico

La RE no constituye un territorio conservado o de alta naturalidad, debido al predominio de usos urbanos, industriales y agrícolas modificados. El AP se encuentra dentro de una zona industrial consolidada y su operación no implicará la ocupación de nuevas superficies, remoción de vegetación natural, fragmentación de hábitats o afectación directa de cuerpos de agua.

Sin embargo, la baja naturalidad del entorno no significa que exista una capacidad ilimitada para recibir emisiones, derrames o residuos. Los componentes de mayor atención corresponden a la calidad del aire, el suelo, el subsuelo, el agua subterránea, el drenaje pluvial y los receptores humanos e industriales próximos.

En consecuencia, la evaluación de impactos deberá concentrarse principalmente en:

- Emisiones conducidas y fugitivas.
- Ruido operativo.
- Fugas y derrames de metanol y formaldehído.

- Contaminación del suelo y subsuelo.
- Protección del acuífero.
- Manejo de escurrimientos pluviales.
- Generación y manejo de residuos.
- Tránsito y transporte de sustancias.
- Incendios y escenarios accidentales.
- Efectos acumulativos con las actividades industriales existentes.

El diagnóstico **PERMITE CONCLUIR QUE EL PROYECTO ES TERRITORIALMENTE COMPATIBLE CON EL CONTEXTO INDUSTRIAL EXISTENTE**, condicionado a que su operación se realice con sistemas adecuados de prevención, contención, control de emisiones, integridad mecánica, manejo de residuos y respuesta ante emergencias.

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

El presente capítulo tiene como finalidad identificar y evaluar los impactos ambientales asociados al desarrollo del proyecto, a partir del análisis integral del sistema ambiental descrito en el capítulo anterior. Con base en dicho diagnóstico, se construye el escenario ambiental actual y se analiza la interacción entre las actividades del proyecto y los distintos componentes del medio (abiótico, biótico y socioeconómico), con el propósito de determinar las alteraciones potenciales que pudieran generarse. Este enfoque permite reconocer aquellas acciones susceptibles de provocar desequilibrios ecológicos, así como valorar su magnitud, extensión, duración y relevancia en el contexto del área de estudio, considerando tanto los efectos adversos como los beneficios asociados.

La identificación de impactos ambientales se realiza considerando la naturaleza de las actividades del proyecto, particularmente aquellas relacionadas con procesos industriales, manejo de sustancias químicas y operación de equipos, las cuales pueden incidir de manera

diferenciada en los distintos componentes ambientales. En este sentido, se busca establecer una relación causa–efecto entre las acciones del proyecto y los factores ambientales, permitiendo identificar de manera sistemática los impactos potenciales y su contribución a los procesos de cambio existentes en la zona.

Para la evaluación de los impactos identificados, se emplea una metodología sistemática basada en una matriz tipo Leopold modificada, la cual permite valorar cuantitativamente la importancia de cada impacto mediante la asignación de atributos como magnitud, extensión, duración, sinergia, acumulación, controversia y posibilidad de mitigación. Esta metodología facilita la jerarquización de los impactos, la identificación de aquellos de mayor relevancia ambiental y el establecimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación correspondientes, asegurando que el proyecto se desarrolle bajo un enfoque de sustentabilidad y cumplimiento normativo.

IV.1 Metodología

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define el impacto ambiental como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Para el caso del presente proyecto, los impactos ambientales a evaluar son de carácter antropogénico, es decir, aquellos derivados de las actividades humanas que generan alteraciones en el entorno.

La selección de indicadores ambientales constituye la segunda etapa del proceso metodológico, en la cual se definen los elementos del medio ambiente que serán objeto de análisis y evaluación, en función de su susceptibilidad de afectación por las actividades del proyecto. Estos indicadores se establecen con base en la información generada en la etapa de lista de verificación, así como en la caracterización del sistema ambiental descrito en el Capítulo IV del presente estudio.

Para su adecuada integración, los indicadores se agrupan en componentes ambientales, los cuales permiten estructurar el análisis de manera sistemática y coherente. En este sentido, se consideran tres grandes categorías: medio físico (aire, agua, suelo), medio biótico (flora y fauna) y medio socioeconómico (población, actividades económicas, infraestructura y percepción social). Cada indicador seleccionado representa una variable medible o

cualitativamente evaluable, que permite identificar cambios en las condiciones ambientales derivadas de la ejecución del proyecto.

Una vez definidos los indicadores, se procede a la elaboración de una matriz de cribado, cuyo propósito es identificar de manera preliminar las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales. Esta matriz se construye cruzando, en un eje, las actividades del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono) y, en el otro, los factores ambientales previamente definidos. Como resultado, se obtiene una primera identificación de los impactos ambientales potenciales, determinando cuáles interacciones son relevantes y deben ser evaluadas con mayor detalle.

Posteriormente, se desarrolla la etapa de evaluación de impactos, en la cual se analizan los impactos identificados mediante la aplicación de criterios cualitativos y, en su caso, semicuantitativos. Para ello, se consideran atributos como la magnitud, extensión, duración, reversibilidad, periodicidad y acumulación del impacto, lo que permite establecer su importancia ambiental. Esta evaluación se realiza mediante matrices de valoración, en las cuales se asignan valores a cada criterio, obteniendo un resultado integral que permite jerarquizar los impactos en función de su significancia.

Finalmente, se lleva a cabo la descripción de impactos ambientales, en la cual se detallan de manera específica los efectos identificados como relevantes. En esta etapa se explica la relación causa-efecto entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales afectados, así como las condiciones en las que se presentan dichos impactos. Esta descripción constituye la base para la formulación de las medidas de prevención, mitigación o compensación que se desarrollan en capítulos posteriores del estudio.

IV.1.1 Indicadores

Los indicadores de impacto ambiental constituyen elementos clave para la identificación y evaluación de las alteraciones que pueden generarse como consecuencia del desarrollo del proyecto. En este sentido, los indicadores se definen como aquellos componentes del medio ambiente susceptibles de ser modificados por la ejecución de las distintas actividades del proyecto, permitiendo evaluar de manera cualitativa y cuantitativa la magnitud de dichos cambios.

Para el presente estudio, la selección de indicadores se realizó con base en la naturaleza del proceso productivo, las características del entorno y el tipo de interacciones previstas entre las actividades del proyecto y los factores ambientales. Asimismo, se consideraron criterios de representatividad, relevancia, exclusividad, cuantificabilidad y facilidad de identificación, de tal manera que cada indicador aporte información clara y suficiente sobre los efectos potenciales.

Derivado de lo anterior, los indicadores fueron definidos de manera específica para cada componente ambiental, evitando duplicidades y asegurando su correspondencia directa con los posibles impactos identificados. En este sentido, los indicadores no se plantean como conceptos generales, sino como variables ambientales concretas que permiten medir o estimar la alteración generada.

Para el **componente abiótico**, se establecieron los siguientes indicadores:

- **Aire:**
    - Emisiones a la atmósfera (CO_2)
    - Emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV's)
    - Generación de olores
    - Emisiones fugitivas
    - Nivel de ruido ambiental
- **Suelo:**
    - Susceptibilidad a la contaminación del suelo
    - Alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo
- **Agua:**
    - Consumo de agua
    - Susceptibilidad a la contaminación del agua

- Posible infiltración a mantos freáticos
- Generación de aguas residuales industriales

- **Residuos:**
  - Generación de residuos peligrosos
  - Generación de residuos no peligrosos
  - Generación de residuos de manejo especial

Para el componente biótico, la definición de indicadores se realizó considerando que el proyecto se ubica dentro de una zona industrial previamente impactada, con infraestructura existente y un entorno predominantemente urbano-industrial.

Por esta razón, los indicadores seleccionados tienen un enfoque principalmente preventivo, orientado a verificar que la operación de la Planta II de Formaldehído no genere afectaciones adicionales sobre los elementos de flora y fauna presentes en el Área del Proyecto, Área de Influencia y Región ecológica.

Como parte del soporte técnico de este componente, la promovente realizó la **Caracterización Biótica del Sistema Ambiental Asociado a la Planta II de Formaldehído de FENO RESINAS, S.A. DE C.V. Planta Tizayuca**, documento elaborado en diciembre de 2025, mismo que se integra como **Anexo 10 (*DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL)*** del presente estudio. Dicho documento tuvo como objetivo identificar la flora y fauna existente en los alrededores del proyecto, considerando tres escalas de análisis: Área del Proyecto, Área de Influencia y Sistema Ambiental (Región Ecológica).

De acuerdo con la metodología aplicada, el estudio consideró recorridos de campo, registro fotográfico georreferenciado, uso de GPS, binoculares y notas de campo. Debido a que el entorno presenta una condición prácticamente urbana, con uso de suelo dominante industrial y ecosistemas naturales virtualmente ausentes, se realizó el censo del 100% de la

vegetación en el Área del Proyecto; un recorrido combinado a pie y en vehículo para cubrir aproximadamente el 70% de la vegetación del Área de Influencia; y recorridos en el Sistema Ambiental (Región Ecológica), con un alcance estimado superior al 52% de la comunidad vegetal presente.

En materia de flora, los indicadores considerados se relacionan con la posible afectación a individuos vegetales, la presencia de especies bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y el manejo adecuado de residuos o sustancias que pudieran generar afectaciones indirectas sobre la vegetación existente. En este sentido, La caracterización registró dentro del predio industrial 47 individuos pertenecientes a cuatro especies: *Fraxinus uhdei* "fresno", *Schinus molle* "pirul", *Eucalyptus globulus* "eucalipto azul" y *Quercus myrsinifolia* "encino". Estos ejemplares se localizan principalmente en agrupamientos lineales y áreas verdes periféricas del predio, fuera de los 945.20 m^2 ocupados por la Planta II, por lo que no fueron removidos ni afectados por la infraestructura del proyecto.

Para el Área de Influencia se identificaron 232 individuos pertenecientes a 18 especies, mientras que para el Sistema Ambiental (Región ecológica) se registraron 551 individuos pertenecientes a 27 especies. Considerando el Área de Estudio en su conjunto, se registraron 830 individuos pertenecientes a 34 especies. No obstante, el propio estudio concluye que la vegetación presente corresponde principalmente a individuos inducidos o introducidos con fines ornamentales, ubicados en camellones, banquetas, frentes de propiedades, áreas verdes urbanas y espacios previamente modificados, por lo que no se identifican comunidades vegetales naturales conservadas dentro del área evaluada.

Respecto a especies con categoría de riesgo, la caracterización señala la presencia de *Hesperocyparis lusitanica*, referida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como *Cupressus lusitanica*, especie listada en la categoría de Protección Especial. Sin embargo, el documento precisa que los ejemplares registrados corresponden a individuos inducidos y sujetos a conservación antrópica en áreas verdes, por lo que no representan poblaciones naturales ni vegetación nativa residente del ecosistema original.

Bajo este contexto, el indicador de flora se considera de carácter preventivo, ya que el proyecto no contempla actividades de desmonte, remoción de vegetación natural, cambio de

uso de suelo en terrenos forestales ni ocupación de nuevas superficies. No obstante, durante la operación se deberá mantener el manejo adecuado de residuos, sustancias químicas, escurrimientos o materiales con potencial de contacto con áreas verdes, a fin de evitar afectaciones indirectas a los individuos vegetales presentes en el predio o su entorno inmediato.

En cuanto a fauna, los indicadores se orientan a la posible afectación de especies silvestres, la fragmentación del hábitat y la presencia de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, la caracterización biótica reporta una baja presencia de fauna silvestre, asociada al grado de urbanización e industrialización del entorno. Durante los recorridos se registraron únicamente cuatro especies: *Hirundo rustica* “golondrina tijereta”, *Himantopus mexicanus* “monjita americana”, *Streptopelia decaocto* “paloma turca” y *Elanus leucurus* “milano cola blanca”.

La presencia de estas especies se relaciona principalmente con el uso temporal del espacio aéreo, áreas abiertas, terrenos agrícolas remanentes o zonas inundadas dentro del Sistema Ambiental, sin que se haya identificado un hábitat faunístico relevante dentro del Área del Proyecto. En consecuencia, no se prevé fragmentación de hábitat derivada de la operación de la Planta II de Formaldehído, ya que el proyecto se ubica dentro de una instalación industrial existente y no implica la apertura de nuevas áreas, remoción de cobertura vegetal o modificación de corredores biológicos.

Con base en lo anterior, los indicadores bióticos aplicables al proyecto se establecen de la siguiente manera:

Flora

Se considera como indicador la posible afectación a individuos vegetales presentes en el Área del Proyecto y su entorno inmediato, especialmente aquellos asociados a áreas verdes, camellones o frentes de propiedad. Este indicador se evaluará de manera preventiva, considerando que la vegetación registrada no corresponde a comunidades naturales, sino principalmente a individuos inducidos u ornamentales.

También se considera como indicador la posible afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En este caso, aunque se registró la presencia de *Hesperocyparis

*lusitanica** en el Sistema Ambiental (Región Ecológica), los individuos corresponden a ejemplares inducidos en áreas verdes, por lo que el proyecto no implica afectación a poblaciones naturales de dicha especie.

Asimismo, se considera como indicador el manejo de residuos, sustancias y materiales con potencial de afectar vegetación. Este indicador se vincula con la correcta segregación, almacenamiento, contención y disposición de residuos, así como con la prevención de derrames o escurrimientos que pudieran alcanzar áreas verdes internas o colindantes.

Fauna

Para fauna, se considera como indicador la posible afectación a especies silvestres registradas en el Sistema Ambiental (Región ecológica). No obstante, la caracterización reporta una baja presencia de fauna, limitada a cuatro especies de aves observadas principalmente en vuelo, zonas abiertas o áreas temporalmente inundadas, sin evidencia de refugios, madrigueras, sitios de reproducción o hábitats críticos dentro del Área del Proyecto.

También se considera como indicador la fragmentación del hábitat. En este caso, el indicador se valora como de baja relevancia para el proyecto, debido a que la Planta II de Formaldehído se ubica dentro de un predio industrial previamente intervenido, sin vegetación natural conservada y sin conexión funcional con ecosistemas naturales que pudieran fragmentarse por la operación del proyecto.

Finalmente, se considera la posible afectación a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Conforme a la caracterización biótica, no se identificaron especies de fauna bajo alguna categoría de riesgo dentro del Área del Proyecto. Por ello, el seguimiento de este indicador tendrá un enfoque preventivo, orientado a mantener el control de residuos, ruido, iluminación, emisiones y actividades operativas para evitar perturbaciones adicionales sobre la fauna ocasional del entorno.

En conclusión, el componente biótico del proyecto presenta una sensibilidad baja, debido a que el sitio se encuentra en una zona industrial consolidada, con ecosistemas naturales virtualmente ausentes, vegetación principalmente inducida u ornamental y baja presencia de fauna silvestre. No obstante, se integran indicadores preventivos para asegurar que la operación de la Planta II de Formaldehído no genere afectaciones indirectas sobre los

elementos bióticos presentes en el Área del Proyecto, Área de Influencia y Región ecológica, conforme a la información técnica contenida en la Caracterización Biótica integrada como **Anexo 10.** ***DOCUMENTO INCORPORADO EN LA VERSIÓN ÍNTEGRA PRESENTADA ANTE SEMARNAT Y OMITIDO EN LA VERSIÓN PÚBLICA POR CONTENER DATOS PERSONALES, FIRMAS, DOMICILIO, FOTOGRAFÍA, CLAVES DE IDENTIFICACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN CONFIDENCIAL.***

En el **componente paisaje**, se incluyeron indicadores relacionados con la percepción visual del entorno:

- Fragilidad visual y estética
- Calidad paisajística
- Integración al entorno industrial

Finalmente, para el **componente socioeconómico**, se definieron indicadores que reflejan tanto efectos positivos como riesgos asociados:

- **Social:**
    - Modificación al entorno social
    - Seguridad y salud de los trabajadores
- **Económico:**
    - Empleo
    - Generación de valor industrial

Es importante señalar que los indicadores definidos se aplican de manera diferenciada en cada etapa del proyecto (operación, mantenimiento y abandono del sitio), permitiendo identificar variaciones en la intensidad y naturaleza de los impactos conforme evoluciona el ciclo de vida del mismo.

En conjunto, estos indicadores permiten estructurar de manera clara y sistemática la evaluación de impactos ambientales, sirviendo como base para la aplicación de herramientas

como la matriz de cribado y la matriz de Leopold modificada, mediante las cuales se determinó la significancia de las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes del medio ambiente.

La identificación de las actividades del proyecto se realizó con base en el análisis detallado del proceso productivo, considerando cada una de las etapas que lo integran desde la recepción de materias primas hasta la obtención del producto terminado. Para la etapa de operación, se desagregaron las actividades unitarias del proceso, tales como recepción y muestreo de materia prima, análisis y aprobación, almacenamiento, trasvase, evaporación, mezclado, reacción en reactor, absorción, destilación, recuperación de material, ajuste de producto, almacenamiento y envío a cliente, con el fin de contar con un nivel de detalle adecuado que permita la identificación precisa de interacciones con los factores ambientales.

Asimismo, se incluyeron las actividades correspondientes a las etapas de mantenimiento y abandono, considerando acciones como mantenimiento de equipos, limpieza de instalaciones, manejo de residuos, desenergización, desmantelamiento y rehabilitación del sitio. Esta desagregación permite establecer una base metodológica sólida para la posterior aplicación de herramientas de evaluación, como la matriz de cribado y la matriz de Leopold, facilitando la identificación, valoración y jerarquización de los impactos ambientales asociados al proyecto.

Tabla 43.- Actividades del proyecto en las etapas de operación, mantenimiento y abandono

Etapa del proyecto	Actividades del proyecto
Operación	Recepción y muestreo de materia prima
	Análisis y aprobación de materia prima
	Almacenamiento de materia prima
	Trasvase a tanque de proceso
	Evaporado de material
	Mezclado de material

	Reacción en reactor
	Absorción
	Destilación
	Recuperación de material
	Ajuste de producto
	Almacenamiento de producto terminado
	Envío a cliente
Mantenimiento	Mantenimiento a equipos de proceso (reactores, tanques, líneas)
	Mantenimiento a sistemas auxiliares (bombas, válvulas, instrumentación)
	Limpieza de instalaciones y equipos
	Manejo de residuos derivados del mantenimiento
Abandono	Desenergización de equipos e instalaciones
	Retiro de materiales y sustancias químicas
	Desmantelamiento de infraestructura
	Limpieza del sitio

En este sentido, la selección de los indicadores ambientales se realizó considerando la naturaleza del proyecto, sus procesos productivos y el contexto ambiental del sitio donde se pretende desarrollar. Se priorizaron aquellos elementos del medio que, por sus características físicas, biológicas o socioeconómicas, presentan mayor susceptibilidad de ser modificados por las actividades identificadas en las etapas de operación, mantenimiento y abandono.

Para el medio físico, se consideran indicadores relacionados con la calidad del aire, tales como la posible emisión de contaminantes atmosféricos generados durante las etapas de evaporación, reacción y destilación, así como la generación de ruido por la operación de equipos y maquinaria. En cuanto al agua, se incluyen indicadores asociados al consumo de agua en el proceso y la posible generación de aguas residuales con carga contaminante. Respecto al suelo, se contemplan variables relacionadas con el riesgo de derrames o infiltraciones de sustancias químicas, así como la generación y manejo de residuos.

En el medio biótico, aunque el proyecto se localiza en una zona con vocación industrial, se consideran indicadores relacionados con la posible afectación indirecta a la flora y fauna, principalmente por cambios en la calidad del aire o por alteraciones en el entorno inmediato.

Por su parte, en el medio socioeconómico se integran indicadores vinculados con la generación de empleo, la dinámica económica local, así como posibles efectos asociados a la percepción social, tránsito de vehículos y condiciones de seguridad.

La definición de estos indicadores permite establecer una base estructurada para la identificación de impactos ambientales significativos, entendidos como aquellos que, por su magnitud, extensión, duración o carácter acumulativo, pueden generar alteraciones relevantes en el entorno. A partir de estos indicadores, se procederá a la construcción de la matriz de cribado y posteriormente a la aplicación de la matriz de Leopold, mediante las cuales se identificarán y evaluarán de manera sistemática las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales.

Tabla 44.- Indicadores ambientales para la determinación de posibles impactos ambientales

ETAPA DE OPERACIÓN		
Actividad	**Factor ambiental (aire, agua, suelo, flora, fauna, etc…)**	**Impacto**
Recepción y muestreo de materia prima	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2 y COVs)
Análisis y aprobación de materia prima	Aire	Generación de emisiones menores (vapores)
Almacenamiento de materia prima	Suelo	Susceptibilidad a contaminación por derrames
Trasvase a tanque de proceso	Agua / Suelo	Riesgo de derrames y contaminación
Evaporado de material	Aire	Emisiones de vapores y gases
Mezclado de material	Aire	Emisión de vapores y generación de ruido
Reacción en reactor	Aire	Emisiones de gases y calor
Absorción	Aire / Agua	Transferencia de contaminantes a medios de control
Destilación	Aire	Emisiones de vapores orgánicos

Recuperación de material	Residuos	Disminución de residuos / posible generación de subproductos
Ajuste de producto	Aire	Emisión de vapores
Almacenamiento de producto terminado	Suelo	Riesgo de fugas o derrames
Envío a cliente	Aire	Emisiones por transporte (CO_2)
Todas las actividades de operación	Residuos	Generación de residuos peligrosos y no peligrosos
Todas las actividades de operación	Social	Generación de empleos directos e indirectos
Todas las actividades de operación	Económico	Dinamización de la economía local
ETAPA DE MANTENIMIENTO		
Actividad	**Factor ambiental (aire, agua, suelo, flora, fauna, etc…)**	**Impacto**
Mantenimiento a equipos de proceso (reactores, tanques, líneas)	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2 y vapores)
	Aire	Generación de ruido y vibraciones
Mantenimiento a sistemas auxiliares (bombas, válvulas, instrumentación)	Aire	Generación de ruido y posibles emisiones fugitivas

Limpieza de instalaciones y equipos	Aire	Generación de ruido y dispersión de partículas
Mantenimiento a equipos de proceso (reactores, tanques, líneas)	Suelo	Susceptibilidad a contaminación por fugas o derrames
Limpieza de instalaciones y equipos	Suelo	Susceptibilidad a contaminación
Limpieza de instalaciones y equipos	Agua	Consumo de agua y posible contaminación
	Agua	Susceptibilidad a contaminación
Manejo de residuos derivados del mantenimiento	Residuos	Generación de residuos peligrosos y no peligrosos
Todas las actividades de mantenimiento	Social	Generación de empleos y fortalecimiento de capacidades técnicas
Todas las actividades de mantenimiento	Económico	Derrama económica local
Etapa de abandono de sitio		
Actividad	**Factor ambiental (aire, agua, suelo, flora, fauna, etc…)**	**Impacto**
Desenergización de equipos e instalaciones	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)

	Aire	Generación de ruido y vibraciones
Retiro de materiales y sustancias químicas	Suelo / Agua	Riesgo de derrames y contaminación
Desmantelamiento de infraestructura	Aire	Generación de ruido, vibraciones y dispersión de polvos
	Suelo	Susceptibilidad a contaminación
Limpieza y rehabilitación del sitio	Aire	Generación de polvos y partículas
	Agua	Consumo de agua y posible contaminación
	Suelo	Susceptibilidad a contaminación
Desenergización, desmantelamiento y limpieza	Residuos	Generación de residuos (peligrosos y no peligrosos)
Todas las actividades de abandono	Social	Disminución de empleos directos e indirectos
Todas las actividades de abandono	Económico	Impacto en la dinámica económica local

IV.1.2 Criterios y metodologías

Los criterios y metodologías de evaluación del impacto ambiental constituyen el conjunto de herramientas técnicas que permiten analizar, valorar y jerarquizar los efectos que un proyecto puede generar sobre el medio ambiente. En este sentido, los criterios de evaluación establecen los parámetros bajo los cuales se determina la importancia de cada impacto identificado, mientras que las metodologías permiten integrar dichos criterios en un análisis sistemático que refleje el comportamiento global del proyecto respecto a su entorno.

En el presente estudio, la evaluación de impactos ambientales se fundamenta en un enfoque estructurado que considera la relación causa–efecto entre las actividades del proyecto y los distintos componentes ambientales, permitiendo identificar la magnitud, extensión, duración y características particulares de cada interacción. Este enfoque es congruente con la valoración del inventario ambiental, ya que los impactos dependen directamente de la sensibilidad y condiciones del medio previamente descrito.

Para efectos de la evaluación, las actividades del proyecto fueron desagregadas y organizadas conforme a las distintas etapas de su desarrollo —operación, mantenimiento y abandono del sitio— con el propósito de asegurar un análisis detallado y representativo de cada fase. En este sentido, las actividades consideradas son las siguientes:

1. Recepción y muestreo de materia prima
2. Análisis y aprobación de materia prima
3. Almacenamiento de materia prima
4. Trasvase a tanque de proceso
5. Evaporado de material
6. Mezclado de material
7. Reacción en reactor
8. Absorción
9. Destilación

10. Recuperación de material
11. Ajuste de producto
12. Almacenamiento de producto terminado
13. Envío a cliente
14. Mantenimiento a equipos de proceso (reactores, tanques, líneas)
15. Mantenimiento a sistemas auxiliares (bombas, válvulas, instrumentación)
16. Limpieza de instalaciones y equipos
17. Manejo de residuos derivados del mantenimiento
18. Desenergización de equipos e instalaciones
19. Retiro de materiales y sustancias químicas
20. Desmantelamiento de infraestructura
21. Limpieza del sitio

La metodología empleada para la evaluación corresponde a una **matriz tipo Leopold modificada**, la cual permite identificar y valorar de manera sistemática las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales. A través de esta herramienta, cada impacto es evaluado mediante la asignación de criterios específicos que consideran tanto sus características intrínsecas como su posibilidad de mitigación, permitiendo obtener un índice de significancia que facilita su clasificación y priorización.

De esta manera, la aplicación conjunta de criterios y metodologías de evaluación permite contar con un análisis integral, consistente y técnicamente sustentado, que sirve como base para la toma de decisiones y la definición de medidas de prevención, mitigación y control, asegurando que el desarrollo del proyecto se realice bajo un enfoque de protección ambiental y cumplimiento normativo.

IV.1.2.1 Criterios

Como parte del proceso de evaluación de impactos ambientales, se empleó en una primera etapa una **matriz de Leopold de carácter cualitativo**, cuya finalidad es identificar de manera preliminar las interacciones existentes entre las actividades del proyecto y los distintos componentes del medio ambiente. Esta herramienta permite establecer una visión general del comportamiento ambiental del proyecto, funcionando como un filtro inicial para reconocer la presencia o ausencia de impactos, así como su carácter adverso o benéfico.

En esta matriz cualitativa, la relación entre cada actividad del proyecto y cada indicador ambiental se representa mediante valores discretos que reflejan únicamente la existencia de interacción y su naturaleza, sin considerar aún su magnitud o significancia. Para ello, se adoptaron los siguientes criterios de valoración:

- **(-1): Impacto adverso**, cuando la actividad genera o puede generar una alteración negativa sobre el componente ambiental evaluado.
- **(+1): Impacto benéfico**, cuando la actividad contribuye de manera positiva al componente ambiental o socioeconómico.
- **(0): Sin impacto**, cuando no existe interacción apreciable entre la actividad y el indicador ambiental.

La aplicación de esta matriz se realizó considerando la totalidad de las actividades del proyecto, organizadas conforme a las etapas de **operación, mantenimiento y abandono del sitio**, con el fin de garantizar una evaluación integral a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Para efectos de su análisis, las actividades fueron enumeradas de la siguiente manera:

1. Recepción y muestreo de materia prima
2. Análisis y aprobación de materia prima
3. Almacenamiento de materia prima
4. Trasvase a tanque de proceso
5. Evaporado de material

6. Mezclado de material
7. Reacción en reactor
8. Absorción
9. Destilación
10. Recuperación de material
11. Ajuste de producto
12. Almacenamiento de producto terminado
13. Envío a cliente
14. Mantenimiento a equipos de proceso (reactores, tanques, líneas)
15. Mantenimiento a sistemas auxiliares (bombas, válvulas, instrumentación)
16. Limpieza de instalaciones y equipos
17. Manejo de residuos derivados del mantenimiento
18. Desenergización de equipos e instalaciones
19. Retiro de materiales y sustancias químicas
20. Desmantelamiento de infraestructura
21. Limpieza del sitio

La implementación de esta matriz permitió identificar de manera sistemática los impactos ambientales potenciales, diferenciando aquellos de carácter adverso y benéfico, así como las actividades que no generan interacción significativa con ciertos componentes del medio. Asimismo, esta etapa constituye la base para el desarrollo posterior de la matriz de Leopold modificada de tipo cuantitativo, en la cual se evalúa la significancia de los impactos previamente identificados mediante la incorporación de criterios como magnitud, extensión, duración y capacidad de mitigación.

En este sentido, la matriz cualitativa representa un paso fundamental dentro de la metodología de evaluación, ya que permite depurar, estructurar y orientar el análisis hacia los impactos realmente relevantes, asegurando consistencia y trazabilidad en la evaluación ambiental del proyecto.

Tabla 45.- Matriz cualitativa de impactos ambientales

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador	Operación												Mantenimiento				Abandono de sitio			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Abiótico	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	(-1)	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)
		Emisiones de COVs (compuestos orgánicos volátiles)	(-1)	0	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	(-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Generación de olores	(-1)	0	0	(-1)	(-1)	0	0	0	(-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Emisiones fugitivas	(-1)	0	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Nivel de ruido	(-1)	0	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	0	(-1)	(-1)
		Alteración de propiedades del suelo	(-1)	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	0	(-1)	(-1)
	Agua	Consumo de agua	0	(-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(-1)	0	0	0	0	(-1)
		Susceptibilidad a la contaminación	(-1)	0	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	0	(-1)	(-1)
		Posible infiltración a mantos freáticos	0	0	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Generación de aguas residuales industriales	0	(-1)	0	0	(-1)	0	(-1)	(-1)	(-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(-1)

	Residuos	Generación de residuos peligrosos	0	(-1)	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)
		Generación de residuos no peligrosos	0	(-1)	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)
		Generación de residuos de manejo especial	(-1)	0	(-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	(-1)	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	0	(-1)	(-1)
Biótico	Flora	Posible afectación a flora	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fauna	Fragmentación del hábitat y posible afectación a fauna	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paisaje		Fragilidad visual y estética	0	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(-1)	(-1)
		Calidad paisajística	0	0	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(-1)	(-1)
		Integración al entorno industrial	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)
Socio-económico	Social	Modificación al entorno social	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)
		Seguridad y salud de trabajadores	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)
	Económico	Empleo	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)
		Generación de valor industrial	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)
No. total de Impactos Ambientales detectados			12	12	13	20	21	19	20	20	21	18	17	14	11	13	13	13	11	9	9	15	17	
Impactos adversos			12	8	9	16	17	15	16	16	17	14	13	10	7	9	9	9	7	5	5	11	13	
Impactos benéficos			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

No. total de Impactos Ambientales detectados por etapa	222	50	50
Impactos adversos por etapa	170	34	34
Impactos benéficos por etapa	52	16	16

De acuerdo con la matriz cualitativa de cribado elaborada para el presente proyecto, se identificaron un total de **322 interacciones ambientales potenciales**, de las cuales **238 +corresponden a impactos adversos y 84 a impactos benéficos**.

La etapa de operación concentra la mayor cantidad de interacciones, con **222 impactos en total**, integrados por **170 adversos y 52 benéficos**. Esta concentración se debe a que durante dicha etapa se desarrollan las principales actividades del proceso productivo, entre ellas la recepción, análisis y almacenamiento de materias primas; el trasvase a los equipos de proceso; la evaporación, mezcla, reacción, absorción, destilación y recuperación de materiales; así como el ajuste, almacenamiento y envío del producto terminado.

Dentro de esta etapa, las actividades que presentan el mayor número de interacciones son el **evaporado de material** y la **destilación**, con 21 impactos cada una. Les siguen el **trasvase a tanque de proceso**, la **reacción en reactor** y la **absorción**, con 20 impactos por actividad. Lo anterior se relaciona principalmente con la posible generación de emisiones atmosféricas, ruido, residuos, consumo de recursos, riesgo de derrames y efectos indirectos sobre la vegetación y la fauna asociada a las áreas verdes del predio.

Por su parte, la etapa de mantenimiento presenta **50 impactos**, de los cuales **34 son adversos y 16 benéficos**. Estos se relacionan principalmente con las labores de mantenimiento de los equipos de proceso y sistemas auxiliares, la limpieza de instalaciones y equipos, así como con el manejo de los residuos generados durante dichas actividades.

Finalmente, la etapa de abandono del sitio registra igualmente **50 impactos**, compuestos por **34 adversos y 16 benéficos**, asociados con la desenergización de equipos e instalaciones, el retiro de materiales y sustancias químicas, el desmantelamiento de infraestructura y la limpieza y rehabilitación del sitio.

En términos generales, los impactos adversos se concentran principalmente en el medio abiótico, particularmente en los factores aire, suelo, agua y residuos. Asimismo, se reconocen posibles afectaciones indirectas sobre la flora y fauna debido a la generación de emisiones, ruido, derrames accidentales y movimiento de vehículos, personal o equipos. Los impactos benéficos se vinculan principalmente con los componentes social y económico, debido a la

generación de empleo, la integración del proyecto al entorno industrial y la generación de valor asociada a la actividad productiva.

IV.1.2.2 Metodología seleccionada

Para la evaluación de la significancia de los impactos ambientales identificados en la matriz cualitativa, se adoptó una **metodología cuantitativa basada en una matriz de Leopold modificada**, la cual permite valorar de manera sistemática la importancia de cada interacción entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales.

Esta metodología integra un conjunto de **criterios básicos y complementarios**, mediante los cuales se caracterizan los impactos en función de sus atributos principales, permitiendo obtener índices que reflejan su magnitud e importancia relativa. La aplicación de estos criterios posibilita transformar la identificación cualitativa de impactos en un análisis cuantificable, facilitando su comparación, jerarquización y posterior toma de decisiones.

En este sentido, los criterios utilizados se clasifican en dos grupos: **criterios básicos**, que describen las características esenciales del impacto, y **criterios complementarios**, que consideran aspectos adicionales relacionados con la interacción, acumulación y percepción social de los efectos ambientales.

Clasificación y definición de los criterios básicos para la evaluación del impacto ambiental.

- **Magnitud (M)**: Intensidad de la afectación en el Área de Influencia; definida por la superficie impactada (sitio del proyecto).
- **Extensión espacial (E)**: Tamaño del área a afectar por una determinada acción o actividad, tomando como eje principal el Área de Influencia.
- **Duración (D)**: Período durante el cual se estará llevando a cabo una acción particular y la posible repercusión del impacto ambiental.

Tabla 46.- Criterio y escala de la Magnitud, Extensión y Duración

Criterio/Escala	1	2	3
Magnitud del impacto (M)	Mínima: Cuando la afectación cubre la menor proporción del total de los recursos existentes dentro del área del proyecto (< 25%), o cuando los valores de la afectación son menores a un 50% respecto al límite permisible	Moderada: Cuando la afectación cubre una proporción intermedia entre la mayor y la menor proporción del total de los recursos existentes dentro del área del proyecto (> 25% y < 50%), o si los valores de la afectación alcanzan valores equivalentes a más del 50% respecto al límite permisible	Alta: Cuando la afectación cubre la mayor proporción del total de los recursos existentes dentro del área del proyecto (> 50%) o cuando la afectación rebasa el límite permisible
Extensión del impacto (E)	Puntual: Ocurre y se extiende dentro del sitio del Proyecto.	Local: Ocurre y/o se extiende entre el límite del sitio del Proyecto y 1000 m a ambos lados de éste, dentro de los límites del Área de Influencia.	Regional: Si ocurre y su extensión excede 1000 m de radio del Área de Influencia.
Duración de la acción (D)	Corta: Cuando la acción dura menos de 30 días.	Media: Cuando la acción dura entre 1 mes y dos años.	Larga: Cuando la acción dura más de dos años.

Clasificación y definición de los criterios complementarios para la evaluación de impactos ambientales.

- **Sinergia (S)**: Grado de interacción entre impactos. Aquél que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

- **Acumulación (A)**: Presencia de efectos aditivos de los impactos. Efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

- **Controversia (C)**: Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil (aceptación u oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto).

- **Mitigación (T)**: Posibilidad que existe para aplicar medidas preventivas, correctivas y/o de mitigación para un determinado impacto y su eficiencia.

Tabla 47.- Criterio y escala de Sinergia, acumulación, controversia y mitigación

Criterio/Escala	0	1	2	3
Sinergia (S)	Nula: Cuando no se presentan interacciones entre impactos.	Ligera: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas.	Moderada: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) **no rebasa** el **doble** de estas.	Fuerte: Cuando el efecto producido por las sumas de las interacciones (efectos simples) **duplica o rebasa** a las mismas.

Acumulación (A)	Nula: Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos.	Poca: Cuando se presentan efectos aditivos entre **2** actividades sobre el mismo indicador ambiental.	Media: Cuando se presentan efectos aditivos entre **3** actividades sobre el mismo indicador ambiental.	Alta: Cuando se presentan efectos aditivos entre **4 o más** actividades sobre el mismo indicador ambiental.
Controversia (C)	No existe: Cuando el impacto **SÍ** está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil, local y regional; y **NO** manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso.	Mínima: Cuando el impacto **SÍ** está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil **local SÍ** manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso.	Moderada: Cuando el impacto **SÍ** está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil **regional SÍ** manifiesta su aceptación o preocupación por la acción o el recurso.	Alta: Cuando el impacto **NO** está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil local y regional **SÍ** manifiesta aceptación o preocupación por la acción y el recurso.
Mitigación (Tij)	Nula: No hay medidas de mitigación.	Baja: Si la medida de mitigación aminora la afectación hasta en un 25 %.	Media: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre un 25 y un 74.9 %.	Alta: Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más.

Una vez asignados los valores se procede al cálculo del índice básico (MED_{ij}) y complementario (SAC_{ij}) conforme a las fórmulas que se describen a continuación:

Índice Básico:

$$MED_{ij} = \frac{1}{9}(M_{ij} + D_{ij} + E_{ij})$$

Dónde: M_{ij} = Magnitud; D_{ij}= Extensión; E_{ij}= Duración.

Índice Complementario:

$$SAC_{ij} = \frac{1}{9}(S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$$

Dónde: S_{ij} = Efectos Sinérgicos; A_{ij}= Efectos Acumulativos; C_{ij}= Controversia.

Seguido se realiza el cálculo del Índice de Importancia y el Índice de Significancia con las siguientes fórmulas:

Índice de Importancia:

$$I_{ij} = (MED_{ij})^{(1-SAC_{ij})}$$

Dónde: MED_{ij} = Índice del Criterio Básico; SAC_{ij}= Índice del Criterio Complementario.

Índice de Significancia:

$$G_{ij} = I_{ij}\left[1 - \frac{1}{9}(T_{ij})\right]$$

Dónde: I_{ij} = Importancia o Significancia parcial del Impacto; Gij= Significancia Final del Impacto; Tij = Medida de Mitigación.

De forma posterior a obtener los índices, se considera el valor obtenido para conocer la significancia del impacto de acuerdo con las categorías que se muestran a continuación:

Tabla 48.- Nivel de significancia de los impactos ambientales

Categoría	Concepto	Sigla	Intervalo
Significancia baja	Tratándose de impactos adversos, es la recuperación inmediata del factor ambiental tras el cese de la actividad.	B	del 0.000 al 0.249
	En el caso de impactos benéficos, éstos son compatibles cuando se presentan de manera inmediata a la actividad que los origina y son poco significativos.		
Significancia moderada	Tratándose de impactos adversos, es cuando la recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo. Se precisan medidas ambientales para minimizarlos.	M	Del 0.250 al 0.499
	En el caso de impactos benéficos, son los que se presentan cierto tiempo después de realizada la obra o actividad y son significativos.		
Significancia alta	Es cuando la magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones del medio, la implantación de medidas eficientes de control ambiental. La recuperación, aún con estas medidas, es a largo plazo.	A	del 0.500 al 0.749
Significancia muy alta	Es cuando la magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. En este caso se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, con difícil recuperación, incluso con la adopción de medidas de mitigación.	MA	del 0.750 al 1.000

Una vez realizada la evaluación de los impactos por un equipo multidisciplinario experto en materia, se obtuvieron los valores de significancia mostrados en la Matriz de evaluación que se presenta en la matriz de evaluación.

Tabla 49.- Matriz de evaluación de impactos ambientales

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador	Operación													Mantenimiento				Abandono de sitio			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Abiótico	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	B	0	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0	M	M	M	M	M	M	M	A	M
		Emisiones de COVs (compuestos orgánicos volátiles)	M	0	0	M	A	A	M	A	A	0	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Generación de olores	M	0	0	M	M	0	0	0	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Emisiones fugitivas	M	0	0	M	A	A	MA	A	A	M	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Nivel de ruido	M	0	0	M	M	M	M	M	M	M	M	0	M	M	M	M	0	M	M	M	M
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	M	M	M	M	M	A	A	M	M	M	M	M	0	A	A	M	A	0	0	A	M

		Alteración de propiedades del suelo	B	0	M	M	B	A	A	M	M	M	M	M	0	A	A	M	A	0	0	A	M
	Agua	Consumo de agua	0	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	0	0	0	0	M
		Susceptibilidad a la contaminación	M	0	0	M	M	A	A	A	A	M	M	M	0	A	A	M	A	0	0	A	M
		Posible infiltración a mantos freáticos	0	0	0	M	M	A	M	M	M	M	M	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Generación de aguas residuales industriales	0	B	0	0	M	0	A	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	0	M	0	M	M	A	A	M	M	M	M	M	M	A	A	M	A	M	M	A	M
		Generación de residuos no peligrosos	0	M	0	B	B	B	B	B	B	B	B	M	M	M	M	0	0	M	M	A	M

		Generación de residuos de manejo especial	B	0	B	0	0	0	0	0	0	0	0	M	0	M	M	M	M	0	0	A	M
Biótico	Flora	Posible afectación a flora	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fauna	Fragmentación del hábitat y posible afectación a fauna	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	0	0	0	0	0	0	0
Paisaje		Fragilidad visual y estética	0	0	M	M	A	M	M	M	M	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	M
		Calidad paisajística	0	0	M	M	M	M	M	M	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	M
		Integración al entorno industrial	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Socio-económico	Social	Modificación al entorno social	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

		Seguridad y salud de trabajadores	M	M	M	M	A	M	MA	A	A	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	Económico	Empleo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
		Generación de valor industrial	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Una vez incorporada la corrección correspondiente a la interacción entre la actividad de recuperación de material y la calidad paisajística, clasificada con significancia media, la matriz cuantitativa comprende un total de **322 interacciones ambientales**. De estas, 125 presentan significancia baja, equivalentes al 38.82 %; 149 significancia media, que representan el 46.27 %; 46 significancia alta, correspondientes al 14.29 %; y únicamente 2 significancia muy alta, equivalentes al 0.62 %. Estas categorías expresan la relevancia de cada interacción y son independientes de su carácter adverso o benéfico, determinado previamente en la matriz cualitativa.

La etapa de operación concentra la mayor cantidad, con **222 interacciones**, distribuidas en 93 de significancia baja, 101 media, 26 alta y 2 muy alta. Esta concentración se relaciona con el desarrollo de las actividades principales del proceso, como el trasvase, evaporado, mezclado, reacción, absorción, destilación, recuperación y ajuste del producto. Por su parte, tanto la etapa de mantenimiento como la de abandono presentan 50 interacciones cada una. En mantenimiento se identificaron 16 de significancia baja, 22 media y 12 alta; mientras que en abandono se determinaron 16 bajas, 26 medias y 8 altas.

La mayor parte de los impactos adversos se concentra en el componente abiótico, principalmente en los factores aire, suelo, agua y residuos, lo cual es consistente con la naturaleza industrial del proyecto y con el manejo de metanol, formaldehído y otras sustancias asociadas al proceso.

En el factor aire se identificaron **57 interacciones**, con predominio de significancia media. Las emisiones de CO_2 presentan un impacto bajo, 17 medios y uno alto; las emisiones de compuestos orgánicos volátiles registran cuatro impactos medios y cuatro altos; mientras que las emisiones fugitivas presentan cuatro medios, cuatro altos y uno muy alto. Este último se relaciona con la actividad de reacción en reactor. El nivel de ruido comprende 17 impactos medios, por lo que representa una afectación constante, pero susceptible de control mediante mantenimiento, aislamiento y seguimiento periódico.

En el factor suelo se determinaron **35 interacciones**, conformadas por 2 de significancia baja, 21 media y 12 alta. Los impactos se relacionan principalmente con la susceptibilidad a la contaminación y la posible alteración de sus propiedades por fugas, derrames o manejo inadecuado de sustancias químicas. Para el factor agua se identificaron **34 interacciones**, de

las cuales 2 son bajas, 20 medias y 12 altas, asociadas con el consumo de agua, la posible contaminación, la infiltración y la generación de aguas residuales industriales.

En materia de residuos se registraron **45 interacciones**, integradas por 10 de significancia baja, 27 media y 8 alta. La generación de residuos peligrosos constituye el indicador de mayor relevancia, con 13 impactos medios y 6 altos. La generación de residuos no peligrosos y de manejo especial presenta principalmente impactos bajos y medios, con menor presencia de impactos altos.

Respecto del componente biótico, la caracterización realizada en diciembre de 2025 registró un total de 830 individuos pertenecientes a 34 especies vegetales dentro del Área del Proyecto, Área de Influencia y la Región Ecológica. La vegetación natural original se encuentra prácticamente ausente, ya que la flora permanente corresponde a ejemplares inducidos o introducidos con fines ornamentales en áreas verdes, camellones y banquetas.

Dentro del Área del Proyecto se registraron 47 individuos pertenecientes a cuatro especies: fresno (*Fraxinus uhdei*), pirul (*Schinus molle*), eucalipto azul (*Eucalyptus globulus*) y encino (*Quercus myrsinifolia*). Ninguna de estas especies se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los ejemplares se localizan principalmente en áreas verdes periféricas, fuera de la superficie ocupada por la Planta II.

La única especie registrada en la caracterización que se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 es el cedro blanco, identificado como *Hesperocyparis lusitanica* y listado en la Norma bajo el nombre de *Cupressus lusitanica*, en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr). Se contabilizaron 32 ejemplares, equivalentes al 3.85 % de la flora censada, ubicados principalmente en el Área de Influencia y la Región Ecológica. Su presencia corresponde a individuos inducidos en camellones y áreas verdes, sin que se hayan registrado ejemplares dentro de la superficie ocupada por la Planta II.

En cuanto a fauna, se registraron cuatro especies de aves: paloma turca (*Streptopelia decaocto*), golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), monjita americana (*Himantopus mexicanus*) y milano cola blanca (*Elanus leucurus*). Ninguna fue identificada dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas especies presentan amplia movilidad y se

encuentran asociadas con ambientes urbanos, industriales, agrícolas o temporalmente inundados.

La matriz reconoce 13 interacciones para flora y 13 para fauna, todas de significancia baja y asociadas con la etapa de operación. Estas no implican remoción de vegetación, fragmentación del hábitat o afectación directa a especies protegidas, sino posibles efectos indirectos por emisiones, ruido, tránsito de vehículos, movimiento de personal y riesgo de derrames. No obstante, deberán conservarse las áreas verdes y evitarse actividades de poda, trasplante o remoción de los ejemplares de cedro blanco sin contar con las autorizaciones correspondientes.

En el componente paisaje se identificaron **41 interacciones**, constituidas por 21 de significancia baja, 18 media y 2 alta. La fragilidad visual y estética presenta 8 impactos medios y 2 altos, mientras que la calidad paisajística comprende 10 impactos medios. En contraste, la integración al entorno industrial registra 21 impactos positivos de significancia baja, lo que refleja la compatibilidad del proyecto con el uso de suelo y la vocación industrial de la zona.

En el componente socioeconómico se identifican impactos positivos relacionados con la modificación del entorno social, la generación de empleo y la creación de valor industrial. Por otra parte, la seguridad y salud de los trabajadores presenta 17 impactos medios, 3 altos y uno muy alto. Este último se relaciona con la reacción en reactor, por lo que deberán mantenerse controles operativos estrictos, monitoreo de las condiciones del proceso, mantenimiento preventivo, equipo de protección personal y procedimientos de atención de emergencias.

Viabilidad ambiental

La viabilidad ambiental se determinó considerando las condiciones actuales del sitio, la significancia de los impactos, la presencia de especies sujetas a protección y la capacidad del proyecto para implementar medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento.

El proyecto se encuentra dentro de una zona industrial previamente intervenida y compatible con las actividades productivas existentes. La Planta II no requiere desmonte, ocupación de nuevas superficies ni instalación de infraestructura externa de servicios. Asimismo, los equipos principales son eléctricos, lo cual reduce las emisiones directas por combustión,

aunque permanecen emisiones indirectas asociadas con el consumo de energía, el transporte y el manejo de sustancias volátiles.

Aunque la caracterización identificó ejemplares de cedro blanco sujetos a Protección Especial, estos se localizan fuera del área directamente ocupada por la Planta II y no serán removidos o intervenidos. Tampoco se identificaron especies de fauna en riesgo ni hábitats naturales relevantes que puedan ser fragmentados por la operación.

En términos generales, los impactos de significancia baja y media representan el **85.09 % del total**, mientras que los de significancia alta y muy alta corresponden al **14.91 %**. Los impactos de mayor relevancia se relacionan con las emisiones fugitivas, la contaminación potencial del suelo y agua, la generación de residuos peligrosos y la seguridad y salud de los trabajadores.

Por lo anterior, el proyecto se considera **ambientalmente viable**, condicionado a la aplicación efectiva y permanente de las medidas de prevención, mitigación y control, así como al cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental. Dichas medidas deberán priorizar los impactos de significancia alta y muy alta e incluir la conservación de la vegetación existente y de los ejemplares de cedro blanco registrados en el Área de Influencia y la Región Ecológica.

IV.2 Medidas

IV.2.1 Medidas de mitigación por componente ambiental

En atención a lo solicitado, se remiten las medidas de mitigación correspondientes.

Tabla 50.- Medidas de mitigación

Etapa de operación			
Actividad	**Factor ambiental (aire, agua, suelo, flora, fauna, etc...)**	**Impacto**	**Medida de prevención, mitigación y/o compensación**
Recepción y muestreo de materia prima	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Mantenimiento preventivo de unidades de transporte y reducción de tiempos de operación durante maniobras de descarga.
		Emisiones de COV's	Realizar muestreo en áreas ventiladas y con sistemas de contención de vapores cuando aplique.
		Generación de olores	Minimizar la exposición de materiales durante el muestreo y mantener envases cerrados.

		Emisiones fugitivas	Uso de conexiones seguras y procedimientos controlados durante apertura de contenedores (cuando aplique).
		Nivel de ruido	Mantenimiento de equipos y cumplimiento de la NOM-081-SEMARNAT-1994.
		Emisión de vapores y COVs	Instalación de sistemas de control y monitoreo de emisiones.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Realizar actividades sobre superficies impermeables con sistemas de contención secundaria.
	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Evitar escurrimientos mediante áreas confinadas y control de derrames.
	Seguridad (social)	Riesgos a la salud de los trabajadores	Uso obligatorio de EPP, capacitación en manejo seguro de sustancias y disponibilidad de HDS.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Realizar análisis en áreas confinadas con superficies impermeables, utilizando

			charolas de contención para evitar derrames.
Análisis y aprobación de materia prima	Agua	Consumo de agua	Implementar uso eficiente del agua en actividades de laboratorio y limpieza, evitando desperdicios.
		Generación de aguas residuales industriales	Manejo adecuado de efluentes de laboratorio, evitando descargas directas y canalizándolos conforme a normativa aplicable.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Clasificación, almacenamiento temporal en contenedores adecuados y disposición mediante empresa autorizada.
		Generación de residuos no peligrosos	Separación en sitio y manejo conforme a programa interno de residuos.
	Social	Seguridad y salud de los trabajadores	Uso de EPP, capacitación en manejo de sustancias químicas y aplicación de procedimientos seguros de laboratorio.
Almacenamiento de materia prima	Aire	Emisiones a la atmósfera (COV)	Mantener los tanques de almacenamiento cerrados y con sistemas de venteo controlado,

			incluyendo válvulas de alivio y, en su caso, sistemas de recuperación de vapores para minimizar la liberación de compuestos orgánicos volátiles.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Implementar diques de contención/tarimas antiderrame impermeabilizados en las áreas de almacenamiento, con capacidad suficiente para contener derrames, así como inspecciones periódicas de integridad en tanques y tuberías.
		Alteración de propiedades del suelo	Establecer superficies impermeables en zonas de almacenamiento y manejo, evitando infiltraciones, así como contar con procedimientos de atención inmediata a derrames.
	Residuos	Generación de residuos de manejo especial	Realizar la segregación y almacenamiento temporal de residuos conforme a su tipo, manteniéndolos en áreas designadas y entregándolos a prestadores de servicios autorizados para su recolección y disposición final.

	Paisaje	Fragilidad visual y estética	Mantener orden y limpieza en las áreas de almacenamiento, evitando acumulación de materiales y residuos, así como integrar los tanques y equipos al entorno industrial existente mediante una adecuada disposición y mantenimiento.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar programas de seguridad industrial que incluyan capacitación en manejo de sustancias químicas, uso obligatorio de equipo de protección personal, señalización de riesgos y procedimientos de atención a emergencias.
Trasvase a tanque de proceso	Aire	Emisiones a la atmósfera (COV)	Realizar el trasvase mediante sistemas cerrados (líneas y bombas herméticas), evitando la exposición directa del producto al ambiente.
		Emisiones de COV	Instalar conexiones herméticas, así como mantener en óptimas condiciones empaques y bridas para evitar liberación de vapores.

		Generación de olores	Minimizar tiempos de apertura de conexiones y asegurar el correcto sellado durante el trasvase, así como realizar la operación en condiciones controladas.
		Emisiones fugitivas	Implementar programa de detección y reparación de fugas, así como inspecciones periódicas en líneas, válvulas y bombas.
		Nivel de ruido	Dar mantenimiento preventivo a bombas y equipos, así como utilizar bases anti vibratorias para reducir emisiones sonoras.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Ejecutar el trasvase en áreas con piso impermeable y sistema de contención secundaria, evitando infiltraciones en caso de derrame.
		Alteración de propiedades del suelo	Contar con kits de atención a derrames y procedimientos de respuesta inmediata para la contención, recuperación y limpieza del producto.

	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Evitar descargas al drenaje durante la operación, asegurando que cualquier derrame sea contenido dentro del área de operación.
		Posible infiltración a mantos freáticos	Mantener en buen estado la infraestructura impermeable y sistemas de contención, evitando filtraciones hacia el subsuelo.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar los residuos conforme a la normatividad aplicable, almacenándolos temporalmente en áreas designadas y entregándolos a gestores autorizados.
		Generación de residuos no peligrosos	Realizar la correcta segregación de residuos no contaminados y disponerlos mediante el servicio municipal o autorizado.
	Paisaje	Fragilidad visual y estética	Mantener orden y limpieza en el área de trasvase, evitando derrames visibles y acumulación de materiales.

		Integración al entorno industrial	Diseñar y mantener la infraestructura de trasvase acorde al entorno industrial existente, evitando elementos discordantes.
	Social	Modificación al entorno social	Mantener la operación dentro de los límites del predio industrial, sin generar afectaciones a zonas externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos seguros de operación, capacitación continua, uso obligatorio de EPP y señalización de riesgos durante el trasvase.
Evaporado de material	Aire	Emisiones a la atmósfera (COV)	Operar el sistema de evaporación en circuito cerrado, con conducción de vapores hacia el proceso (reactor), evitando liberaciones directas a la atmósfera.
		Emisiones de COV	Instalar y mantener sistemas de control como condensadores o recuperación de vapores, asegurando la captación

			eficiente de compuestos orgánicos volátiles.
		Generación de olores	Mantener condiciones herméticas en el sistema y evitar purgas abiertas, canalizando los vapores a sistemas de control o aprovechamiento.
		Emisiones fugitivas	Implementar programa de detección de fugas, inspeccionando periódicamente válvulas, bridas, bombas y equipos sometidos a temperatura.
		Nivel de ruido	Dar mantenimiento a equipos térmicos y auxiliares (bombas, ventiladores), e instalar aislamiento acústico cuando sea necesario.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Contar con áreas impermeables y sistemas de contención secundaria en la zona del evaporador y equipos asociados.

		Alteración de propiedades del suelo	Establecer procedimientos de atención inmediata a derrames de material caliente o condensados, evitando su infiltración.
	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Evitar descargas de condensados sin control, asegurando su reincorporación al proceso o manejo adecuado.
		Posible infiltración a mantos freáticos	Mantener la integridad de pisos y sistemas de contención, evitando fugas de líneas o equipos.
		Generación de aguas residuales industriales	Canalizar los condensados o purgas a sistemas de tratamiento o recirculación, evitando su descarga directa.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar adecuadamente residuos contaminados (lodos, absorbentes, empaques), almacenándolos en sitios autorizados y entregándolos a gestores autorizados.

		Generación de residuos no peligrosos	Separar residuos no contaminados y disponerlos conforme a la normativa aplicable.
	Paisaje	Fragilidad visual y estética	Mantener equipos en buen estado, sin fugas visibles ni acumulación de residuos, conservando el orden del área.
		Integración al entorno industrial	Integrar los equipos térmicos al diseño industrial existente, manteniendo uniformidad en la infraestructura.
	Social	Modificación al entorno social	Limitar la operación al interior del predio industrial, sin generar afectaciones externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar controles operativos para manejo de altas temperaturas y vapores (aislamiento térmico, señalización, EPP especializado), así como capacitación en riesgos químicos y térmicos.
Mezclado de material	Aire	Emisiones a la atmósfera (COV)	Operar el sistema de mezclado en equipos cerrados, evitando la

			liberación de vapores durante la agitación del material.
		Emisiones de COV	Implementar sistemas de recuperación o conducción de vapores hacia el proceso (reactor), evitando su liberación al ambiente.
		Emisiones fugitivas	Aplicar programa LDAR y mantenimiento preventivo en sellos mecánicos, válvulas y conexiones del sistema de mezclado.
		Nivel de ruido	Dar mantenimiento a motores y sistemas de agitación, así como instalar soportes antivibratorios en equipos.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Realizar el mezclado en áreas con piso impermeable y sistemas de contención secundaria para evitar dispersión de derrames.
		Alteración de propiedades del suelo	Implementar procedimientos de respuesta a derrames, incluyendo contención,

			recuperación y limpieza inmediata.
	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Evitar descargas accidentales mediante contención adecuada y control operativo durante el mezclado.
		Posible infiltración a mantos freáticos	Garantizar la integridad de superficies impermeables y sistemas de contención, evitando filtraciones.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar residuos contaminados (lodos, trapos, filtros) conforme a la normatividad, con almacenamiento temporal en sitios autorizados y disposición mediante empresas autorizadas.
		Generación de residuos no peligrosos	Segregar adecuadamente residuos no contaminados y disponerlos mediante servicios autorizados.
	Paisaje	Fragilidad visual y estética	Mantener condiciones de orden y limpieza en el área de mezclado, evitando derrames visibles y acumulación de residuos.

		Integración al entorno industrial	Asegurar que los equipos de mezclado se mantengan integrados al diseño industrial existente mediante mantenimiento y disposición adecuada.
	Social	Modificación al entorno social	Mantener la operación confinada dentro del área industrial sin afectar zonas externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos seguros de operación, uso de EPP (protección respiratoria, ocular y dérmica), sistemas de ventilación localizada y capacitación en manejo de sustancias químicas.
Reacción en reactor	Aire	Emisiones a la atmósfera (COV)	Operar el reactor en sistema completamente cerrado, conduciendo los gases generados hacia las torres de absorción para su recuperación y evitando emisiones directas.
		Emisiones de COV	Implementar sistemas de control de emisiones (absorción y condensación), asegurando la

			eficiencia en la captura de formaldehído y metanol no reaccionado.
		Emisiones fugitivas	Instalar instrumentación de control y monitoreo continuo (presión, temperatura), válvulas de seguridad y sistemas de paro de emergencia, así como programa LDAR intensivo en el sistema de reacción.
		Nivel de ruido	Dar mantenimiento a equipos auxiliares (sopladores, compresores) y, en su caso, instalar aislamiento acústico en áreas críticas.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Contar con diques de contención y superficies impermeables en el área del reactor, evitando la dispersión de sustancias en caso de fuga o derrame.
		Alteración de propiedades del suelo	Implementar procedimientos de emergencia para control de fugas o derrames de sustancias reactivas, incluyendo confinamiento y remediación inmediata.

	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Evitar descargas no controladas mediante sistemas cerrados y conducción de corrientes a tratamiento o reincorporación al proceso.
		Posible infiltración a mantos freáticos	Garantizar la integridad de equipos, tuberías y pisos impermeables, evitando fugas hacia el subsuelo.
		Generación de aguas residuales industriales	Canalizar corrientes líquidas generadas (condensados, purgas) a sistemas de tratamiento o recirculación interna.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar catalizadores agotados, lodos y materiales contaminados como residuos peligrosos, conforme a la normativa aplicable, mediante almacenamiento temporal y disposición con empresas autorizadas.
		Generación de residuos no peligrosos	Segregar residuos no contaminados y disponerlos mediante servicios autorizados.

	Paisaje	Fragilidad visual y estética	Mantener equipos en buen estado, sin fugas visibles ni acumulación de residuos, garantizando orden en el área de reacción.
		Integración al entorno industrial	Mantener la infraestructura del reactor integrada al diseño industrial existente.
	Social	Modificación al entorno social	Operar bajo condiciones controladas dentro del predio industrial, sin afectar zonas externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar sistemas de seguridad de proceso (análisis HAZOP, sistemas instrumentados de seguridad), monitoreo continuo de gases, ventilación, uso de EPP especializado y capacitación en atención a emergencias químicas y térmicas.
Absorción	Aire	Emisiones a la atmósfera (COV)	Operar las torres de absorción en condiciones controladas de temperatura y presión, asegurando la máxima eficiencia de captura de vapores.

		Emisiones de COV	Implementar sistemas de absorción de alta eficiencia y recirculación de corrientes, evitando liberación de gases no tratados.
		Emisiones fugitivas	Realizar mantenimiento e inspección periódica de empaques, bridas y conexiones en torres y tuberías, mediante programa LDAR.
		Nivel de ruido	Dar mantenimiento a equipos auxiliares (bombas de recirculación, ventiladores) y emplear aislamiento acústico cuando aplique.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Contar con diques de contención e infraestructura impermeable en el área de torres de absorción y tanques asociados.
		Alteración de propiedades del suelo	Implementar procedimientos de atención a fugas o derrames de soluciones acuosas con formaldehído, evitando su infiltración.

	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Controlar las corrientes líquidas mediante sistemas cerrados, evitando descargas accidentales durante la operación.
		Posible infiltración a mantos freáticos	Garantizar la integridad de tanques, tuberías y pisos impermeables en el sistema de absorción.
		Generación de aguas residuales industriales	Recircular las soluciones de absorción dentro del proceso y, en caso de purgas, dirigirlas a sistemas de tratamiento antes de su disposición.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar adecuadamente lodos, soluciones agotadas y materiales contaminados, almacenándolos temporalmente en condiciones seguras y entregándolos a gestores autorizados.
		Generación de residuos no peligrosos	Segregar residuos no contaminados y disponerlos conforme a la normativa aplicable.

	Paisaje	Fragilidad visual y estética	Mantener equipos y estructuras en buen estado, sin fugas visibles ni acumulación de residuos.
		Integración al entorno industrial	Asegurar que las torres de absorción se integren al entorno industrial mediante mantenimiento y disposición ordenada.
	Social	Modificación al entorno social	Limitar la operación al interior del predio industrial, sin generar afectaciones externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar controles operativos para manejo de soluciones químicas (formaldehído), incluyendo ventilación, monitoreo de exposición, uso de EPP y capacitación en riesgos químicos.
Destilación	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Operar la etapa de destilación bajo parámetros controlados de temperatura y presión, optimizando la eficiencia térmica del sistema para reducir

			consumo energético y emisiones asociadas.
		Emisiones de COV	Mantener la destilación en sistema cerrado, conduciendo los vapores a condensación y recuperación, a fin de minimizar la liberación de compuestos orgánicos volátiles.
		Generación de olores	Evitar venteos abiertos y asegurar el adecuado sellado de equipos, bridas y conexiones para reducir la percepción de olores.
		Emisiones fugitivas	Implementar inspecciones periódicas y mantenimiento preventivo en columnas, intercambiadores, válvulas y líneas, así como un programa de detección y reparación de fugas.
		Nivel de ruido	Dar mantenimiento a bombas, equipos auxiliares e intercambiadores asociados al sistema, incorporando aislamiento o soportes antivibratorios cuando resulte necesario.

	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Contar con piso impermeable y contención secundaria en el área de destilación y equipos asociados, para controlar posibles fugas o derrames.
		Alteración de propiedades del suelo	Aplicar procedimientos de respuesta inmediata ante derrames de producto o condensados, evitando su permanencia y contacto con el suelo natural.
	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Operar las corrientes líquidas y condensados en sistemas cerrados, evitando derrames o descargas accidentales hacia drenajes o superficies.
		Posible infiltración a mantos freáticos	Mantener en buenas condiciones la infraestructura impermeable, así como la integridad de tuberías, tanques y equipos para prevenir filtraciones al subsuelo.
		Generación de aguas residuales industriales	Canalizar purgas, condensados no aprovechables o aguas de limpieza a manejo interno y, en

			su caso, a tratamiento previo a su disposición final.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar los residuos contaminados generados en mantenimiento o limpieza del sistema de destilación conforme a la normatividad aplicable, mediante almacenamiento temporal seguro y entrega a empresa autorizada.
		Generación de residuos no peligrosos	Segregar los residuos no contaminados y disponerlos mediante los servicios autorizados correspondientes.
	Paisaje	Fragilidad visual y estética	Mantener orden y limpieza en el área de destilación, evitando fugas visibles, escurrimientos y acumulación de residuos.
		Integración al entorno industrial	Conservar la infraestructura de destilación en condiciones adecuadas de mantenimiento para su integración con el entorno industrial existente.
	Social	Modificación al entorno social	Mantener la operación confinada al interior del predio

			industrial, evitando afectaciones fuera del sitio del proyecto.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos de operación segura para equipos a temperatura y presión, uso de EPP, señalización, aislamiento térmico en superficies calientes y capacitación para atención de emergencias químicas y térmicas.
Recuperación de material	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Mantener condiciones operativas eficientes en los equipos de recuperación, evitando pérdidas innecesarias de energía y emisiones indirectas.
		Emisiones fugitivas	Operar el sistema de recuperación en circuito cerrado, con inspección y mantenimiento periódico de válvulas, bombas y conexiones mediante programa LDAR.
		Nivel de ruido	Dar mantenimiento preventivo a bombas y equipos auxiliares, así como instalar soportes

			antivibratorios cuando sea necesario.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Realizar la operación en áreas con piso impermeable y contención secundaria, evitando dispersión de fugas o derrames.
		Alteración de propiedades del suelo	Implementar procedimientos de atención inmediata a derrames de material recuperado, incluyendo contención, limpieza y disposición adecuada.
	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Evitar descargas accidentales mediante sistemas cerrados y control operativo en el manejo de corrientes recuperadas.
		Posible infiltración a mantos freáticos	Mantener la integridad de la infraestructura (tanques, tuberías y pisos impermeables) para prevenir filtraciones al subsuelo.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar residuos contaminados derivados del proceso (lodos, filtros, absorbentes) conforme a la normatividad aplicable, con almacenamiento temporal

			seguro y disposición mediante empresas autorizadas.
		Generación de residuos no peligrosos	Segregar residuos no contaminados y disponerlos mediante servicios autorizados.
	Paisaje	Fragilidad visual y estética	Mantener orden y limpieza en el área de recuperación, evitando derrames visibles y acumulación de residuos.
		Integración al entorno industrial	Conservar los equipos en condiciones adecuadas de mantenimiento para su integración con la infraestructura existente.
	Social	Modificación al entorno social	Mantener la operación dentro del predio industrial, sin generar afectaciones externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos de operación segura, uso de EPP, capacitación en manejo de sustancias químicas y atención a emergencias.
Ajuste de producto	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Mantener condiciones operativas eficientes en equipos auxiliares, optimizando el

			consumo energético durante el ajuste del producto.
		Emisiones de COV	Realizar el ajuste en sistemas cerrados, evitando la liberación de vapores durante la manipulación del producto.
		Emisiones fugitivas	Dar mantenimiento periódico a válvulas, conexiones y equipos, así como implementar inspecciones para detección oportuna de fugas.
		Nivel de ruido	Mantener en buen estado equipos de bombeo y agitación, incorporando soportes antivibratorios cuando sea necesario.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Realizar las operaciones en áreas impermeables con contención secundaria, evitando dispersión de derrames.
		Alteración de propiedades del suelo	Contar con procedimientos de atención inmediata a derrames durante el ajuste del producto, incluyendo limpieza y disposición adecuada.

	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Evitar descargas accidentales mediante control operativo y confinamiento de las corrientes dentro del sistema.
		Posible infiltración a mantos freáticos	Mantener la integridad de pisos, tanques y tuberías para prevenir filtraciones al subsuelo.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar residuos contaminados (envases, trapos, filtros) conforme a la normatividad, con almacenamiento temporal y disposición mediante empresas autorizadas.
		Generación de residuos no peligrosos	Segregar residuos no contaminados y disponerlos mediante servicios autorizados.
	Paisaje	Integración al entorno industrial	Mantener equipos e infraestructura en condiciones adecuadas para su integración con el entorno industrial existente.
	Social	Modificación al entorno social	Limitar la operación al interior del predio, sin generar afectaciones externas.

	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos seguros de operación, uso de EPP, señalización y capacitación en manejo de sustancias químicas.
Almacenamiento de producto terminado	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Contar con diques de contención impermeabilizados en el área de tanques de almacenamiento, con capacidad suficiente para contener posibles derrames.
		Alteración de propiedades del suelo	Mantener superficies impermeables en la zona de almacenamiento, así como implementar procedimientos de atención inmediata a fugas o derrames.
	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Evitar descargas accidentales mediante el almacenamiento en sistemas cerrados y controlados, sin conexión directa a drenajes.
		Posible infiltración a mantos freáticos	Verificar periódicamente la integridad de tanques, tuberías y diques de contención, evitando filtraciones al subsuelo.

	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar residuos contaminados (lodos, envases, absorbentes) conforme a la normatividad aplicable, mediante almacenamiento temporal y disposición con empresas autorizadas.
		Generación de residuos no peligrosos	Segregar residuos no contaminados y disponerlos mediante servicios autorizados.
		Generación de residuos de manejo especial	Gestionar adecuadamente residuos de mantenimiento o limpieza (materiales absorbentes, empaques), conforme a la normativa aplicable.
	Paisaje	Integración al entorno industrial	Mantener los tanques y áreas de almacenamiento en condiciones adecuadas de orden, limpieza y mantenimiento, asegurando su integración con el entorno industrial.
	Social	Modificación al entorno social	Mantener la operación confinada dentro del predio industrial, sin generar afectaciones a zonas externas.

	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos de seguridad para manejo y almacenamiento de producto terminado, incluyendo uso de EPP, señalización, inspecciones periódicas y capacitación en atención a emergencias.
Envío a cliente	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Optimizar rutas de transporte y mantenimiento de unidades vehiculares para reducir el consumo de combustible y emisiones asociadas.
		Nivel de ruido	Dar mantenimiento a las unidades de transporte y limitar maniobras en horarios adecuados dentro del predio para minimizar ruido.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar adecuadamente residuos contaminados derivados de la carga (trapos, absorbentes), almacenándolos temporalmente y disponiéndolos mediante empresas autorizadas.

		Generación de residuos no peligrosos	Segregar residuos no contaminados (empaques, materiales de sujeción) y disponerlos mediante servicios autorizados.
	Paisaje	Integración al entorno industrial	Mantener orden en las áreas de carga y descarga, evitando acumulación de materiales o residuos.
	Social	Modificación al entorno social	Realizar maniobras de carga y salida dentro del predio, evitando afectaciones a vialidades externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos seguros de carga y descarga, uso de EPP, señalización y capacitación en manejo de sustancias químicas y operación de autotanques.

Etapa de mantenimiento			
Actividad	**Factor ambiental (aire, agua, suelo, flora, fauna, etc…)**	**Impacto**	**Medida de prevención, mitigación y/o compensación**
Mantenimiento a equipos de proceso (reactores, tanques, líneas)	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Optimizar el uso de equipos auxiliares y herramientas durante el mantenimiento, reduciendo tiempos de operación y consumo energético.
		Nivel de ruido	Realizar mantenimiento en horarios controlados y dar mantenimiento a herramientas y equipos para minimizar emisiones sonoras.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Ejecutar las actividades en áreas con piso impermeable y sistemas de contención, evitando derrames de sustancias remanentes.
		Alteración de propiedades del suelo	Implementar procedimientos de manejo de derrames durante apertura de equipos, incluyendo contención, limpieza y disposición adecuada de residuos.

	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Evitar el vertimiento de residuos líquidos o materiales contaminados durante el mantenimiento, asegurando su confinamiento y recolección.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar adecuadamente residuos como lodos, catalizadores, empaques, aceites y materiales contaminados, almacenándolos temporalmente en sitios autorizados y disponiéndolos mediante empresas autorizadas.
		Generación de residuos no peligrosos	Segregar residuos no contaminados (chatarra, empaques) y disponerlos mediante servicios autorizados o reciclaje.
		Generación de residuos de manejo especial	Gestionar adecuadamente residuos derivados del mantenimiento (filtros, partes sustituidas), conforme a la normativa aplicable.
	Paisaje	Integración al entorno industrial	Mantener orden y limpieza en las áreas de mantenimiento, evitando acumulación de materiales o residuos.

	Social	Modificación al entorno social	Limitar las actividades de mantenimiento al interior del predio, sin afectar áreas externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos de trabajo seguro (bloqueo y etiquetado, permisos de trabajo), uso de EPP, capacitación en trabajos con sustancias peligrosas y supervisión de actividades críticas.
Mantenimiento a sistemas auxiliares (bombas, válvulas, instrumentación)	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Optimizar tiempos de intervención y uso de equipos auxiliares durante el mantenimiento, reduciendo el consumo energético.
		Nivel de ruido	Dar mantenimiento a herramientas y equipos, así como realizar actividades en horarios controlados para minimizar ruido.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Ejecutar el mantenimiento en áreas con piso impermeable y contención secundaria, evitando derrames de sustancias residuales.
		Alteración de propiedades del suelo	Implementar procedimientos de contención y limpieza inmediata ante fugas durante desmontaje o sustitución de componentes.

	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Evitar descargas accidentales mediante el confinamiento de residuos líquidos generados durante el mantenimiento.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar residuos como aceites, empaques, sellos, trapos y materiales contaminados conforme a la normatividad aplicable, con almacenamiento temporal y disposición mediante empresas autorizadas.
	Residuos	Generación de residuos no peligrosos	Segregar residuos no contaminados (piezas, empaques) y disponerlos mediante reciclaje o servicios autorizados.
		Generación de residuos de manejo especial	Gestionar adecuadamente componentes sustituidos (válvulas, instrumentos), conforme a la normativa aplicable.
	Paisaje	Integración al entorno industrial	Mantener orden y limpieza en las áreas de mantenimiento, evitando acumulación de materiales y residuos.
	Social	Modificación al entorno social	Limitar las actividades al interior del predio, sin afectar áreas externas.

	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos de trabajo seguro (bloq
Limpieza de instalaciones y equipos	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Optimizar el uso de equipos de limpieza y herramientas, reduciendo tiempos de operación y consumo energético.
		Nivel de ruido	Realizar mantenimiento a equipos de limpieza (hidrolavadoras, bombas) y operar en horarios controlados para minimizar ruido.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Ejecutar la limpieza en áreas con piso impermeable, evitando el contacto directo de soluciones de limpieza con el suelo natural.
		Alteración de propiedades del suelo	Implementar procedimientos de contención de escurrimientos durante la limpieza, evitando infiltraciones o acumulación de contaminantes.
	Agua	Consumo de agua	Optimizar el uso de agua mediante prácticas de limpieza eficientes (uso controlado, recirculación cuando sea posible).

		Susceptibilidad a la contaminación	Evitar descargas directas de aguas de lavado sin control, asegurando su recolección y manejo adecuado.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar adecuadamente residuos contaminados (lodos, trapos, absorbentes), almacenándolos temporalmente y disponiéndolos mediante empresas autorizadas.
		Generación de residuos de manejo especial	Gestionar residuos derivados de la limpieza (materiales absorbentes, empaques), conforme a la normativa aplicable.
	Paisaje	Integración al entorno industrial	Mantener orden y limpieza en las áreas intervenidas, asegurando la adecuada integración al entorno industrial.
	Social	Modificación al entorno social	Limitar las actividades de limpieza al interior del predio, sin generar afectaciones externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos seguros de limpieza, uso de EPP (guantes, protección ocular, respiratoria), y capacitación en manejo de sustancias químicas y equipos de limpieza.

Manejo de residuos derivados del mantenimiento	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Optimizar las actividades de recolección y manejo de residuos, reduciendo tiempos de operación y uso de equipos auxiliares.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Almacenar los residuos en áreas impermeables, techadas y con contención secundaria, evitando el contacto con el suelo natural.
		Alteración de propiedades del suelo	Implementar procedimientos para el manejo seguro de residuos, evitando derrames durante su recolección, traslado y almacenamiento.
	Agua	Susceptibilidad a la contaminación	Evitar el contacto de residuos con sistemas de drenaje, asegurando su confinamiento en recipientes adecuados y cerrados.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Clasificar, identificar y etiquetar los residuos peligrosos conforme a la normativa aplicable, almacenándolos temporalmente en sitios autorizados y entregándolos a empresas autorizadas para su transporte y disposición final.
		Generación de residuos de	Gestionar adecuadamente residuos derivados del mantenimiento

		manejo especial	(filtros, materiales absorbentes, piezas sustituidas), conforme a la normativa aplicable.
	Paisaje	Integración al entorno industrial	Mantener orden y limpieza en el área de almacenamiento de residuos, evitando acumulación descontrolada.
	Social	Modificación al entorno social	Realizar el manejo de residuos dentro del predio, sin generar afectaciones externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos de manejo seguro de residuos, uso de EPP, capacitación en identificación de residuos peligrosos y atención a emergencias por derrames.

Etapa de abandono de sitio			
Actividad	**Factor ambiental (aire, agua, suelo, flora, fauna, etc…)**	**Impacto**	**Medida de prevención, mitigación y/o compensación**
Desenergización de equipos e instalaciones	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Realizar la desenergización de manera controlada y programada, optimizando tiempos de paro para reducir el uso innecesario de equipos auxiliares.

		Nivel de ruido	Ejecutar las maniobras de paro en condiciones controladas, evitando operaciones bruscas y dando mantenimiento a equipos para minimizar ruido.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Manejar adecuadamente residuos generados (aceites, materiales contaminados), almacenándolos temporalmente en condiciones seguras y disponiéndolos mediante empresas autorizadas.
		Generación de residuos no peligrosos	Segregar residuos no contaminados y disponerlos mediante servicios autorizados.
	Paisaje	Integración al entorno industrial	Mantener orden y limpieza durante las actividades de paro, evitando acumulación de materiales.
	Social	Modificación al entorno social	Realizar las actividades dentro del predio industrial, sin afectar áreas externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos de bloqueo y etiquetado (LOTO), uso de EPP, capacitación del personal y supervisión de maniobras de desenergización.
Retiro de materiales y sustancias químicas	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Optimizar las maniobras de retiro mediante una adecuada logística y uso eficiente de equipos de transporte, reduciendo consumo de combustible.

		Nivel de ruido	Realizar las maniobras en horarios controlados y con equipos en buen estado para minimizar emisiones sonoras.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Identificar, clasificar y manejar las sustancias y residuos peligrosos conforme a la normatividad aplicable, asegurando su envasado, etiquetado, almacenamiento temporal y disposición mediante empresas autorizadas.
		Generación de residuos no peligrosos	Segregar materiales no contaminados (envases, empaques) y disponerlos mediante reciclaje o servicios autorizados.
	Paisaje	Integración al entorno industrial	Mantener orden y limpieza durante el retiro, evitando acumulación de materiales y residuos.
	Social	Modificación al entorno social	Realizar las actividades dentro del predio, evitando afectaciones a vialidades o zonas externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos seguros para el manejo y retiro de sustancias químicas, uso de EPP, capacitación del personal y supervisión de maniobras.
Desmantelamiento de infraestructura	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Optimizar el uso de maquinaria y equipo durante el desmantelamiento, reduciendo tiempos de operación y consumo de combustible.

		Nivel de ruido	Realizar las actividades en horarios controlados y dar mantenimiento a la maquinaria para minimizar emisiones sonoras.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Identificar y manejar adecuadamente residuos contaminados (estructuras impregnadas, recubrimientos, aceites), conforme a la normatividad aplicable, con almacenamiento temporal y disposición mediante empresas autorizadas.
		Generación de residuos no peligrosos	Segregar residuos no contaminados (metales, concreto, materiales estructurales) y canalizarlos a reciclaje o disposición autorizada.
	Paisaje	Integración al entorno industrial	Mantener orden y limpieza durante el desmantelamiento, evitando acumulación de escombros o materiales.
	Social	Modificación al entorno social	Ejecutar las actividades dentro del predio, evitando afectaciones a áreas externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos de trabajo seguro, uso de EPP, señalización de áreas de riesgo y capacitación en maniobras de desmontaje.
Limpieza y rehabilitación del sitio	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO_2)	Optimizar el uso de maquinaria durante las actividades de rehabilitación, reduciendo tiempos

			de operación y consumo de combustible.
		Nivel de ruido	Ejecutar actividades en horarios controlados y con maquinaria en buen estado para minimizar emisiones sonoras.
	Suelo	Susceptibilidad a la contaminación	Retirar completamente residuos y materiales contaminantes del sitio, evitando su permanencia en el suelo.
		Alteración de propiedades del suelo	Realizar limpieza y, en su caso, remediación de áreas afectadas, restituyendo las condiciones del suelo conforme a su uso previsto.
	Agua	Consumo de agua	Optimizar el uso de agua en actividades de limpieza, evitando desperdicios.
		Susceptibilidad a la contaminación	Evitar descargas directas de aguas de limpieza sin control, asegurando su recolección y manejo adecuado.
		Generación de aguas residuales industriales	Canalizar aguas de lavado a manejo controlado y, en su caso, a tratamiento previo a su disposición.
	Residuos	Generación de residuos peligrosos	Identificar, clasificar y disponer residuos peligrosos remanentes mediante empresas autorizadas, evitando su abandono en sitio.
		Generación de residuos no peligrosos	Segregar residuos no contaminados (escombros, materiales) y canalizarlos a reciclaje o disposición autorizada.

		Generación de residuos de manejo especial	Gestionar adecuadamente residuos de demolición o rehabilitación conforme a la normativa aplicable.
	Paisaje	Fragilidad visual y estética	Retirar infraestructura remanente y residuos, dejando el sitio en condiciones limpias y ordenadas.
		Calidad paisajística	Restaurar el área intervenida para mejorar su apariencia y compatibilidad con el entorno.
		Integración al entorno industrial	Asegurar que el sitio rehabilitado se integre adecuadamente al entorno existente.
	Social	Modificación al entorno social	Realizar las actividades dentro del predio, sin generar afectaciones externas.
	Socioeconómico	Seguridad y salud de trabajadores	Implementar procedimientos seguros durante actividades de limpieza y rehabilitación, uso de EPP y supervisión de trabajos.

IV.2.2 Medidas a impactos residuales

Se entiende por impacto residual aquel efecto que persiste en el ambiente posterior a la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y control propuestas en el presente estudio. En este sentido, si bien las medidas planteadas están orientadas a evitar, reducir o controlar los impactos identificados durante las distintas etapas del proyecto, es importante reconocer que algunos efectos no pueden ser eliminados en su totalidad, sino únicamente disminuidos en su magnitud.

En el caso del proyecto, y considerando la naturaleza de las actividades industriales involucradas particularmente aquellas asociadas al manejo de sustancias químicas como metanol y formaldehído, los impactos residuales más relevantes se concentran en los

componentes aire, suelo, agua y socioeconómico, principalmente durante la etapa de operación.

En materia de calidad del aire, aun cuando se cuenta con sistemas cerrados, recuperación de vapores, torres de absorción y programas de detección y reparación de fugas (LDAR), persistirán emisiones residuales de compuestos orgánicos volátiles (COV) y gases de combustión asociados al consumo energético de los equipos. No obstante, estas emisiones se consideran de baja magnitud y dentro de los límites permisibles, debido a la eficiencia de los sistemas de control implementados.

Respecto al suelo, las medidas como la impermeabilización de superficies, la instalación de diques de contención y la implementación de procedimientos de atención a derrames permiten reducir significativamente el riesgo de contaminación. Sin embargo, subsiste un impacto residual bajo asociado a eventos accidentales o fallas operativas no previsibles, los cuales se consideran poco probables bajo condiciones normales de operación.

En relación con el recurso agua, el proyecto contempla el manejo en sistemas cerrados, recirculación de corrientes y control de descargas. A pesar de ello, pueden generarse corrientes residuales que, aun siendo tratadas o manejadas adecuadamente, representan un impacto residual bajo, principalmente vinculado a la generación de aguas residuales industriales en etapas específicas como absorción y limpieza de equipos.

En cuanto a la generación de residuos, particularmente residuos peligrosos derivados del mantenimiento, operación y limpieza, si bien su manejo se realizará conforme a la normatividad aplicable mediante almacenamiento temporal y disposición a través de empresas autorizadas, su sola generación constituye un impacto residual inherente a la actividad. Este impacto se considera de magnitud moderada, aunque controlado.

En el componente socioeconómico, los riesgos a la seguridad y salud de los trabajadores no pueden eliminarse completamente debido a la naturaleza del proceso; sin embargo, mediante la implementación de sistemas de seguridad industrial, capacitación, uso de equipo de protección personal y procedimientos operativos seguros, estos riesgos se reducen a niveles aceptables, permaneciendo como impactos residuales de baja magnitud.

Por otro lado, es importante destacar que no se identifican impactos residuales significativos sobre flora y fauna, debido a que la Planta II ocupa una superficie industrial previamente intervenida y no afecta directamente ecosistemas naturales ni los ejemplares de cedro blanco sujetos a Protección Especial registrados en el Área de Influencia y la Región Ecológica. No obstante, deberán conservarse las áreas verdes y mantenerse las medidas preventivas destinadas a evitar afectaciones indirectas por emisiones, escurrimientos, derrames, ruido, iluminación o tránsito vehicular.

Finalmente, se concluye que los impactos residuales del proyecto, una vez aplicadas las medidas de prevención y mitigación propuestas, son en su mayoría de baja a moderada magnitud, no acumulativos ni sinérgicos en niveles críticos, y compatibles con el uso de suelo industrial del sitio. En este sentido, el proyecto se considera ambientalmente viable, siempre y cuando se garantice la correcta implementación, seguimiento y supervisión de las medidas establecidas en el presente estudio.

De igual forma, es recomendable considerar que la implementación de ciertas medidas preventivas, de mitigación, compensación y restauración puede generar impactos adicionales, derivados principalmente del uso de recursos, la operación de equipos auxiliares y la generación de subproductos o residuos asociados a dichas acciones. En este sentido, actividades como la limpieza de equipos, el tratamiento de corrientes líquidas, la operación de sistemas de control de emisiones o la gestión de residuos, si bien tienen como finalidad reducir los impactos ambientales del proyecto, pueden a su vez propiciar efectos secundarios que deben ser reconocidos e incorporados en la evaluación integral.

Estos impactos adicionales suelen manifestarse como incrementos en el consumo de agua y energía, generación de residuos peligrosos o de manejo especial, emisiones indirectas a la atmósfera y riesgos operativos asociados al manejo de sustancias. No obstante, dichos efectos se consideran de magnitud baja a moderada, ya que se encuentran directamente vinculados a la aplicación de medidas de control ambiental y, por lo tanto, forman parte de un esquema de manejo integral orientado a la reducción del impacto global del proyecto.

En consecuencia, estos impactos derivados de las propias medidas de mitigación deben integrarse a la relación de impactos residuales definitivos, bajo el entendido de que su presencia es inherente a la implementación de acciones de control ambiental. Sin embargo,

su contribución no compromete la viabilidad del proyecto, toda vez que se encuentran acotados, son controlables y se mantienen dentro de parámetros aceptables conforme a la normatividad aplicable y a las condiciones del sitio.

Tabla 51.- Relación de impactos residuales.

Factor ambiental	Impacto residual	Tipo de medida aplicada	Descripción de la medida
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]



IV.3 Pronósticos ambientales

Con base en la caracterización ambiental del sitio, la identificación y evaluación de impactos, así como en la definición de medidas de prevención, mitigación, compensación y

restauración, se presenta el pronóstico del escenario ambiental esperado para el desarrollo del proyecto.

El proyecto se ubica en una zona con vocación industrial previamente impactada, por lo que el sistema ambiental presenta un grado de alteración inicial que limita la presencia de componentes bióticos sensibles. En este contexto, la dinámica ambiental del sitio está dominada por actividades industriales, infraestructura consolidada y ausencia de ecosistemas naturales relevantes, lo que condiciona el comportamiento de los impactos y su capacidad de recuperación.

Bajo la implementación adecuada de las medidas propuestas, se prevé que los impactos ambientales identificados durante la etapa de operación serán significativamente reducidos en su magnitud. En particular, las emisiones a la atmósfera serán controladas mediante sistemas cerrados, torres de absorción, recuperación de vapores y programas de detección y reparación de fugas, lo que permitirá mantener concentraciones de contaminantes dentro de los límites permisibles. No obstante, persistirán emisiones residuales de baja magnitud asociadas al consumo energético y a pérdidas no evitables del proceso.

En cuanto al suelo, la instalación de superficies impermeables, diques de contención y procedimientos de atención a derrames permitirá minimizar el riesgo de contaminación. El escenario pronosticado indica que, bajo condiciones normales de operación, no se presentarán afectaciones significativas, quedando únicamente un riesgo residual bajo asociado a eventos accidentales poco probables.

Respecto al agua, el manejo en sistemas cerrados, la recirculación de corrientes y el control de descargas permiten prever un escenario de baja afectación, en el que las aguas residuales generadas serán controladas y, en su caso, tratadas antes de su disposición. La infiltración a mantos freáticos se considera poco probable debido a la infraestructura impermeable y a los sistemas de contención implementados.

En materia de residuos, se prevé una generación continua, principalmente de residuos peligrosos derivados del mantenimiento y operación. Sin embargo, al implementarse un sistema de manejo integral conforme a la normatividad aplicable, estos residuos no

representarán un impacto significativo en el entorno, limitándose a un efecto residual controlado.

Desde el punto de vista socioeconómico, el proyecto contribuirá de manera positiva mediante la generación de empleo y valor industrial, mientras que los riesgos a la seguridad y salud de los trabajadores serán reducidos a niveles aceptables mediante la aplicación de sistemas de seguridad industrial, capacitación y uso de equipo de protección personal.

En relación con los mecanismos de autorregulación del sistema ambiental, se considera que, al tratarse de un entorno industrial, estos se encuentran limitados; sin embargo, la estabilidad del sistema está dada por su propia condición de uso de suelo, en donde los procesos de dispersión atmosférica, control hidráulico y manejo de residuos permiten mantener un equilibrio funcional sin afectaciones acumulativas relevantes.

Adicionalmente, considerando los escenarios de cambio climático, particularmente el incremento en la temperatura ambiental y la posible variabilidad en la disponibilidad de agua, el proyecto incorpora medidas de eficiencia energética y uso racional del recurso hídrico, lo que contribuye a su adaptación y reduce su vulnerabilidad ante estos fenómenos. Asimismo, el control de emisiones contribuye de manera indirecta a la reducción de gases de efecto invernadero.

Finalmente, el escenario ambiental pronosticado indica que, con la aplicación de las medidas propuestas, los impactos residuales serán en su mayoría de baja a moderada magnitud, no acumulativos ni sinérgicos en niveles críticos, y compatibles con la vocación industrial del sitio. En consecuencia, se concluye que el proyecto es ambientalmente viable, siempre que se garantice la correcta implementación, seguimiento y supervisión de las medidas establecidas en el presente estudio.

IV.4 Escenario

Con base en el escenario ambiental descrito en los apartados previos, así como en la identificación, evaluación y jerarquización de impactos ambientales, se realiza la proyección del comportamiento del sistema ambiental ante la ejecución del proyecto, considerando la

aplicación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración propuestas.

El proyecto se desarrolla en un entorno con uso de suelo industrial previamente impactado, donde los componentes bióticos presentan baja sensibilidad y la dinámica ambiental está dominada por actividades productivas. En este contexto, la incorporación del proyecto no implica una modificación sustancial del estado actual del sistema ambiental, sino una intensificación controlada de las actividades existentes.

La aplicación de medidas correctivas y de mitigación permitirá reducir de manera significativa la magnitud de los impactos identificados como relevantes y críticos. En el componente aire, el uso de sistemas cerrados, recuperación de vapores, torres de absorción y programas de detección y reparación de fugas (LDAR) dará lugar a un escenario en el que las emisiones de compuestos orgánicos volátiles y otros contaminantes se mantendrán dentro de niveles permisibles, persistiendo únicamente emisiones residuales de baja magnitud asociadas a pérdidas no evitables del proceso y al consumo energético.

En el componente suelo, la implementación de superficies impermeables, diques de contención y procedimientos de atención a derrames permitirá prevenir la contaminación directa, por lo que el escenario proyectado corresponde a una condición estable, con un riesgo residual bajo limitado a eventos accidentales poco probables. De manera similar, para el componente agua, el manejo en sistemas cerrados, la recirculación de corrientes y el control de descargas propician un escenario en el que la generación de aguas residuales se encuentra controlada, sin afectaciones significativas a cuerpos receptores o al subsuelo.

En cuanto a los residuos, se prevé una generación continua, principalmente de carácter peligroso, derivada de las actividades de operación y mantenimiento. No obstante, mediante su manejo integral conforme a la normatividad aplicable, estos residuos no generarán impactos significativos adicionales, constituyendo un impacto residual controlado y permanente, inherente a la actividad.

Respecto a los impactos no mitigables, éstos se limitan principalmente a las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero asociadas al consumo energético, así como a la generación de residuos derivados de la propia operación y de las medidas de control

ambiental. Dichos impactos se consideran de baja a moderada magnitud y no comprometen la estabilidad del sistema ambiental.

En relación con los mecanismos de autorregulación, el sistema ambiental presenta una capacidad limitada debido a su condición de zona industrial; sin embargo, procesos como la dispersión atmosférica, el control hidráulico del sitio y la gestión adecuada de residuos permiten mantener un equilibrio funcional. Asimismo, la ausencia de ecosistemas naturales relevantes reduce la probabilidad de efectos acumulativos o sinérgicos significativos.

En términos de estabilización, se prevé que el sistema alcance una condición de equilibrio operativo en la que los impactos residuales se mantengan constantes y controlados a lo largo del tiempo, sin generar procesos de degradación progresiva del entorno.

Finalmente, considerando los escenarios de cambio climático, tales como el incremento de la temperatura, la variabilidad en la precipitación y posibles eventos extremos, el proyecto incorpora medidas de eficiencia energética, control de emisiones y uso racional del agua, lo que contribuye a su adaptación y reduce su vulnerabilidad. En este sentido, no se prevé que el proyecto incremente de manera significativa la presión sobre los recursos naturales ni que exacerbe los efectos del cambio climático en la región.

En conclusión, el escenario ambiental proyectado indica que, con la implementación adecuada de las medidas propuestas, los impactos ambientales residuales serán de baja a moderada magnitud, controlables y compatibles con la vocación industrial del sitio, manteniéndose la estabilidad del sistema ambiental en el mediano y largo plazo.

IV.5 Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) tiene como objetivo establecer un sistema integral de seguimiento, control y retroalimentación que garantice el cumplimiento efectivo de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración propuestas en el presente Estudio de Impacto Ambiental, así como verificar la evolución de los impactos ambientales identificados y residuales durante las distintas etapas del proyecto.

Este programa se concibe como un instrumento dinámico que permitirá no sólo supervisar la correcta implementación de las medidas, sino también evaluar su eficacia, detectar desviaciones o impactos no previstos y, en su caso, establecer acciones correctivas oportunas.

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) tiene como finalidad establecer un sistema integral de seguimiento, control y mejora continua que garantice el adecuado desempeño ambiental del proyecto en todas sus etapas.

En este sentido, los objetivos específicos del programa son los siguientes:

1. Verificar el cumplimiento de las medidas ambientales.

Asegurar, mediante supervisión sistemática, que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración se implementen correctamente en los componentes aire, agua, suelo, residuos y en el ámbito socioeconómico, garantizando su funcionalidad bajo condiciones reales de operación.

2. Evaluar el comportamiento de los impactos ambientales residuales.

Monitorear y analizar la evolución de los impactos que persisten después de la aplicación de las medidas, particularmente aquellos relacionados con emisiones atmosféricas, generación de residuos, consumo de recursos y riesgos operativos, a fin de confirmar que se mantienen dentro de niveles aceptables.

3. Detectar oportunamente desviaciones o impactos no previstos.

Identificar de manera temprana cualquier variación respecto a las condiciones ambientales esperadas, incluyendo fallas en la aplicación de medidas o la aparición de impactos no considerados, permitiendo una respuesta inmediata y preventiva.

4. Establecer mecanismos de corrección y mejora continua.

Implementar procedimientos que permitan ajustar, reforzar o rediseñar las medidas de control ambiental, en función de los resultados obtenidos, promoviendo la optimización constante del desempeño ambiental del proyecto.

5. Generar información técnica para la toma de decisiones.

Recopilar, sistematizar y analizar información ambiental relevante que permita validar las predicciones del estudio, sustentar decisiones operativas y mejorar la calidad de futuros estudios de impacto ambiental.

6. Fortalecer el cumplimiento normativo y la gestión ambiental.

Asegurar que el proyecto opere en apego a la legislación ambiental aplicable, facilitando la atención a requerimientos de la autoridad y promoviendo una gestión ambiental responsable y documentada.

Con el fin de asegurar la efectividad del programa, se seleccionaron indicadores ambientales que son medibles, representativos y directamente vinculados con los impactos identificados:

Tabla 52.- Indicadores del programa de vigilancia ambiental

Factor ambiental	Indicador	Método de verificación	Unidad / Criterio	Frecuencia
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]				

Interpretación de la información

El análisis de la información recolectada constituye el elemento central del Programa de Vigilancia Ambiental, ya que permite evaluar el desempeño ambiental del proyecto y la eficacia de las medidas implementadas. La interpretación se realizará mediante un enfoque técnico integral que considere no sólo valores puntuales, sino también la evolución temporal de los indicadores.

En este sentido, se analizarán las **tendencias en el comportamiento de los indicadores ambientales**, identificando incrementos, disminuciones o estabilidad en variables como emisiones, generación de residuos, consumo de agua o frecuencia de incidentes. Este análisis permitirá anticipar posibles desviaciones antes de que se traduzcan en afectaciones significativas.

Asimismo, se realizará la **comparación sistemática con los límites normativos aplicables**, conforme a la legislación ambiental vigente, con el fin de verificar el cumplimiento regulatorio y detectar oportunamente cualquier incumplimiento.

De manera complementaria, se evaluarán las **desviaciones respecto a las condiciones operativas normales**, considerando los rangos establecidos en los procedimientos internos del proyecto. Esto permitirá identificar anomalías operativas que pudieran estar relacionadas con fallas en equipos, procesos o en la implementación de medidas de mitigación.

Adicionalmente, se llevará a cabo la **identificación de patrones o comportamientos recurrentes**, los cuales pueden evidenciar deficiencias en las medidas de control ambiental, mantenimiento insuficiente o áreas de oportunidad en la operación.

Es importante señalar que los sistemas ambientales presentan variabilidad natural, por lo que la interpretación no se limitará únicamente a comparaciones con estados previos. Se incorporarán criterios técnicos que permitan distinguir entre fluctuaciones normales del sistema y alteraciones atribuibles al proyecto, evitando conclusiones erróneas derivadas de cambios naturales del entorno.

Medidas correctivas y ajustes

En caso de detectarse desviaciones, incumplimientos normativos o la presencia de impactos no previstos, se implementarán acciones correctivas de manera inmediata, con el objetivo de restablecer las condiciones ambientales adecuadas y evitar la generación de impactos mayores.

Las acciones correctivas podrán incluir el **ajuste o reforzamiento de las medidas de mitigación existentes**, cuando se identifique que éstas no están siendo suficientemente eficaces. Asimismo, se podrán realizar **modificaciones en los procedimientos operativos**, orientadas a optimizar el desempeño ambiental del proceso.

En situaciones que lo requieran, se considerará el **incremento en la frecuencia de monitoreo**, con el fin de dar un seguimiento más cercano a las variables críticas. De igual

forma, se implementará **capacitación adicional al personal**, enfocada en la correcta aplicación de las medidas ambientales y la atención de contingencias.

En caso necesario, se podrán establecer **nuevas medidas de control ambiental**, derivadas de la experiencia operativa o de la detección de impactos no contemplados inicialmente.

Todas las acciones correctivas serán debidamente documentadas, evaluadas y sometidas a seguimiento, con el propósito de verificar su efectividad y asegurar la mejora continua del desempeño ambiental del proyecto.

Retroalimentación y mejora continua

El Programa de Vigilancia Ambiental incorpora un esquema de retroalimentación continua que permite cerrar el ciclo de gestión ambiental mediante la evaluación sistemática de resultados y la toma de decisiones informadas.

A través de este proceso, se evaluará la **eficacia de las medidas de mitigación aplicadas**, determinando si los impactos se mantienen dentro de los niveles previstos o si es necesario ajustar las estrategias implementadas.

Con base en los resultados obtenidos, se realizará la **actualización y ajuste del programa**, incorporando mejoras en los procedimientos de monitoreo, control y gestión ambiental. Esto permitirá optimizar la eficiencia del programa y adaptarlo a las condiciones reales de operación.

Asimismo, el PVA permitirá **incorporar mejoras en la gestión ambiental del proyecto**, fortaleciendo la cultura de cumplimiento normativo y prevención de impactos.

Finalmente, la información generada constituirá una base técnica relevante para **futuros estudios de impacto ambiental**, permitiendo validar metodologías, ajustar criterios de evaluación y mejorar la calidad de las predicciones.

De igual forma, el programa facilitará la **identificación de impactos no previstos**, lo que permitirá la adopción oportuna de medidas adicionales para su control, asegurando la estabilidad del sistema ambiental y la viabilidad del proyecto en el largo plazo.

IV.6 Conclusiones

Con base en la evaluación integral del proyecto, se realiza un balance entre los impactos ambientales identificados y los beneficios asociados a su desarrollo, con el fin de determinar su viabilidad ambiental en el contexto del sistema donde se pretende establecer.

Del análisis efectuado, se observa que los impactos ambientales se concentran principalmente en el componente abiótico, particularmente en los factores aire, suelo, agua y residuos, lo cual es congruente con la naturaleza industrial del proyecto. En estos componentes, predominan impactos de significancia moderada y alta, asociados a emisiones a la atmósfera —incluyendo compuestos orgánicos volátiles y emisiones fugitivas—, riesgo de contaminación del suelo y agua, así como generación de residuos peligrosos derivados de la operación y mantenimiento.

No obstante, la aplicación de medidas de prevención, mitigación y control permite reducir de manera significativa la magnitud de estos impactos, llevándolos a niveles residuales bajos o moderados y dentro de condiciones ambientalmente aceptables. En este sentido, el proyecto incorpora sistemas cerrados, control de emisiones, manejo integral de residuos, infraestructura impermeable y programas de seguridad industrial, lo que contribuye a minimizar los efectos negativos sobre el entorno.

Es importante destacar que no se identifican impactos sobre el componente biótico (flora y fauna), debido a que el proyecto se ubica en una zona previamente impactada de carácter industrial, no se identifican afectaciones directas significativas sobre el componente biótico, debido a que el proyecto se ubica en una zona industrial previamente transformada y no ocupa hábitats naturales relevantes. La caracterización biótica registró 32 ejemplares de cedro blanco sujetos a Protección Especial conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, éstos se localizan fuera del AP específico de la Planta II y no serán removidos ni intervenidos. Por tanto, los impactos potenciales sobre flora y fauna son principalmente indirectos y deberán prevenirse mediante las medidas de manejo y vigilancia ambiental correspondientes.

Esto implica que la modificación de los procesos naturales de los ecosistemas es prácticamente nula, limitándose a un entorno ya transformado por actividades antropogénicas.

En cuanto al paisaje, si bien se identifican impactos moderados asociados a la fragilidad visual, también se reconoce una adecuada integración del proyecto al entorno industrial existente, lo que reduce su impacto visual y refuerza la compatibilidad con el uso de suelo.

Por otra parte, el componente socioeconómico presenta impactos positivos relevantes, particularmente en la generación de empleo, dinamización de la actividad industrial y aporte al desarrollo económico regional. Estos beneficios contribuyen a fortalecer la pertinencia del proyecto, compensando en parte los impactos ambientales negativos identificados.

En términos de riesgos, el aspecto más relevante corresponde a la seguridad y salud de los trabajadores, debido a la naturaleza de los procesos y sustancias manejadas; sin embargo, mediante la implementación de sistemas de seguridad industrial, capacitación, uso de equipo de protección personal y procedimientos operativos seguros, estos riesgos pueden ser controlados y reducidos a niveles aceptables.

Adicionalmente, el proyecto presenta condiciones favorables desde el punto de vista de su inserción territorial y operativa, al ubicarse en una zona industrial previamente autorizada, contar con infraestructura y servicios existentes, no requerir cambios de uso de suelo ni afectar ecosistemas naturales, y emplear equipos principalmente eléctricos, lo que contribuye a la reducción de emisiones. Asimismo, los niveles de ruido se mantienen dentro de los límites permisibles conforme a la normatividad aplicable.

En este contexto, el balance impacto-desarrollo indica que, si bien el proyecto genera impactos ambientales adversos, éstos son en su mayoría controlables, mitigables y compatibles con la vocación industrial del sitio. Por otro lado, los beneficios económicos y sociales derivados de su operación refuerzan su justificación.

En conclusión, bajo un enfoque de gestión ambiental adecuada, que garantice la implementación efectiva de las medidas propuestas y el seguimiento mediante el Programa de Vigilancia Ambiental, el proyecto se considera **ambientalmente viable**, sin generar

desequilibrios ecológicos significativos ni comprometer la integridad del sistema ambiental en el mediano y largo plazo.

ANEXOS

Formatos

Se anexa el Formato FF - SEMARNAT – 140.

Planos

El Anexo 7 integra el Plano topográfico del predio y plano de conjunto del proyecto.

Fotografías

Se acompaña anexo fotográfico.

Documentación en anexos digitales

Anexo 1. Croquis de ubicación del proyecto

Anexo 2. Documentación legal que acredita la legítima posesión y/o propiedad del predio donde se ubica el proyecto

Anexo 3. Acta constitutiva de FENO RESINAS, S.A. de C.V

Anexo 4. Constancia de Situación Fiscal de FENO RESINAS, S.A. de C.V

Anexo 5. Poder notarial e INE del representante legal

Anexo 6. Cédula profesional e identificación oficial (INE) del responsable técnico y carta de responsabilidad

Anexo 7. Plano topográfico del predio y plano de conjunto del proyecto

Anexo 8. Permiso de descarga de aguas residuales

Anexo 9. Documento que acredita el uso de suelo industrial del predio

Anexo 10. Caracterización Biótica Fenorresinas

Anexo 11. Descripción del funcionamiento de equipo

Anexo 12. DTI

Anexo 13. Hojas de seguridad sustancias peligrosas

Anexo 14. Programa de mantenimiento

Anexo 15. Visto bueno de ecología

Anexo 16. Registro como generador de residuos peligrosos

Anexo 17. Estudio de Riesgo Ambiental, nivel II

Anexo 18. Mapas

Anexo 19. Matrices de evaluación

Anexo 20. Comprobantes de exhibición de pago de multa

Glosario

Absorción: Proceso físico o fisicoquímico mediante el cual un gas o vapor es capturado por un líquido, utilizado comúnmente para el control de emisiones contaminantes.

Actividad altamente riesgosa: Aquella acción, proceso u operación de carácter industrial, de distribución o comercialización, en la que se manejan una o más sustancias peligrosas en cantidades iguales o mayores a las establecidas como cantidad de reporte en los listados publicados en el Diario Oficial de la Federación, y que, en condiciones anormales de operación o por causas externas, pueden generar accidentes con afectaciones al ambiente, la población o sus bienes.

Acuífero: Formación geológica que contiene y transmite agua subterránea en cantidades aprovechables.

Aguas residuales: Aguas de composición variable provenientes de descargas de origen municipal, industrial, comercial, agrícola, pecuario, doméstico o de cualquier otra actividad, que contienen contaminantes y requieren manejo o tratamiento previo a su disposición.

Almacenamiento de residuos: Acción de mantener temporalmente residuos en condiciones controladas, en tanto son procesados, recolectados o destinados a su tratamiento o disposición final.

Área de influencia: Zona geográfica dentro de la cual se manifiestan los impactos ambientales derivados de un proyecto.

Atmósfera: Capa gaseosa que rodea la Tierra, en la cual se dispersan y transportan las emisiones contaminantes.

Autorregulación ambiental: Capacidad de un sistema ambiental para mantener o recuperar su equilibrio mediante procesos naturales.

Beneficioso o perjudicial: Calificación que define si un impacto ambiental es positivo (beneficioso) o negativo (perjudicial) respecto al ambiente.

Bitácora ambiental: Registro sistemático de datos, eventos y actividades relacionadas con el desempeño ambiental del proyecto.

Calidad ambiental: Condición del ambiente en función de la presencia o ausencia de contaminantes y del estado de sus componentes.

Cambio climático: Variación significativa y duradera de los patrones climáticos globales o regionales, atribuible a causas naturales y antropogénicas.

Cantidad de reporte: Cantidad mínima de sustancia peligrosa que, al ser liberada, puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes, considerando su producción, almacenamiento, uso, transporte o disposición.

Capacidad de carga: Nivel máximo de actividad que un sistema ambiental puede soportar sin sufrir deterioro significativo.

Componentes ambientales críticos: Elementos del sistema ambiental definidos por su fragilidad, vulnerabilidad, importancia estructural y funcional, presencia de especies protegidas o valor cultural, social o económico relevante.

Componentes ambientales relevantes: Elementos del sistema ambiental que, por su función o interacción con el proyecto, son determinantes en el equilibrio y mantenimiento del sistema.

Confinamiento controlado: Obra de ingeniería diseñada para la disposición final de residuos peligrosos, que garantiza su aislamiento permanente y evita su liberación al ambiente.

Contaminación: Presencia de sustancias o energía en el ambiente en concentraciones que alteran su equilibrio y representan un riesgo.

Contaminante: Sustancia o forma de energía que, al incorporarse al ambiente, modifica sus características naturales.

Control ambiental: Conjunto de acciones, tecnologías y procedimientos destinados a prevenir o reducir la contaminación.

COV (Compuestos Orgánicos Volátiles): Sustancias orgánicas que se evaporan fácilmente a temperatura ambiente y pueden contribuir a la contaminación atmosférica.

CRETIB: Clasificación de las características de peligrosidad de los residuos: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico-infeccioso.

Cuerpo receptor: Corriente, depósito natural o artificial de agua, o bien suelo o acuífero, donde se descargan, infiltran o inyectan aguas residuales.

Daño ambiental: Pérdida, deterioro o alteración adversa y medible de los ecosistemas, sus componentes, funciones, procesos o servicios ambientales.

Descarga: Acción de verter, infiltrar o inyectar aguas residuales en un cuerpo receptor.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa del ambiente que implica impactos acumulativos, sinérgicos o residuales capaces de provocar la fragmentación o destrucción de ecosistemas.

Dique de contención: Estructura diseñada para contener derrames de sustancias peligrosas y evitar su dispersión al ambiente.

Dispersión atmosférica: Proceso mediante el cual los contaminantes se diluyen y transportan en la atmósfera.

Disposición final: Depósito permanente de residuos en sitios y condiciones adecuadas, que garantizan la protección del ambiente.

Duración: Tiempo durante el cual se manifiesta un impacto ambiental, pudiendo ser temporal o permanente.

Ecosistema: Conjunto de organismos vivos y su entorno físico que interactúan como una unidad funcional.

Eficiencia ambiental: Relación entre los beneficios ambientales obtenidos y los recursos utilizados para lograrlos.

Emisión contaminante: Liberación directa o indirecta de sustancias o energía al ambiente que alteran su composición o condición natural.

Emisión fugitiva: Liberación no controlada de gases o vapores desde equipos, válvulas, conexiones o sistemas de proceso.

Equilibrio ecológico: Estado de estabilidad en las relaciones entre los componentes de un ecosistema.

Escenario ambiental: Representación de las condiciones futuras del ambiente considerando la ejecución de un proyecto y sus impactos.

Evaluación de impacto ambiental (EIA): Procedimiento mediante el cual se identifican, predicen y evalúan los efectos de un proyecto sobre el ambiente.

Frecuencia: Periodicidad con la que se presenta o mide un fenómeno o variable ambiental.

Generación de residuos: Acción de producir residuos como resultado de actividades productivas o de consumo.

Generador de residuos peligrosos: Persona física o moral que produce residuos peligrosos como resultado de sus actividades.

Gestión ambiental: Conjunto de políticas, acciones y procedimientos orientados a la protección del ambiente y el uso sustentable de los recursos.

Impacto acumulativo: Impacto que resulta de la suma de efectos de diferentes acciones en el tiempo y el espacio.

Impacto ambiental residual: Impacto que persiste en el ambiente después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que genera alteraciones importantes en los ecosistemas, recursos naturales o salud, afectando su funcionamiento o continuidad.

Impacto ambiental sinérgico: Impacto que resulta de la interacción de varios efectos simultáneos, cuya magnitud es mayor que la suma de los impactos individuales.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por actividades humanas o fenómenos naturales.

Importancia: Grado de significancia de un impacto ambiental, considerando la calidad del sitio, la función del componente afectado, la capacidad de recuperación y la concordancia con el uso de suelo.

Indicador ambiental: Variable que proporciona información sobre el estado o tendencia de un componente ambiental.

Infraestructura ambiental: Conjunto de instalaciones y equipos destinados al control, manejo y mitigación de impactos ambientales.

Insumos directos: Sustancias que participan directamente en el proceso productivo o de reacción.

Insumos indirectos: Materiales utilizados en procesos auxiliares, que no forman parte del producto ni intervienen directamente en la reacción.

Irreversible: Impacto cuyo efecto impide o dificulta de manera extrema el retorno a las condiciones originales del sistema ambiental.

LDAR (Leak Detection and Repair): Programa de detección y reparación de fugas en equipos industriales, utilizado para reducir emisiones fugitivas.

Límite máximo permisible: Valor máximo de concentración o nivel de un contaminante permitido por la normatividad.

Magnitud: Nivel o intensidad del impacto ambiental, expresado en términos cuantitativos en relación con el área de influencia y el tiempo.

Manejo integral de residuos: Conjunto de actividades que incluyen generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos.

Material peligroso: Sustancias o mezclas que, por sus características CRETIB, representan un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales.

Medidas de mitigación: Acciones destinadas a reducir, atenuar o compensar los impactos ambientales adversos.

Medidas de prevención: Acciones orientadas a evitar la generación de impactos ambientales negativos.

Mitigación: Acción orientada a reducir la intensidad o extensión de un impacto ambiental.

Monitoreo ambiental: Medición sistemática de variables ambientales para evaluar el estado del entorno y el cumplimiento normativo.

Naturaleza del impacto: Carácter positivo o negativo del efecto que una acción genera sobre el ambiente.

Norma Oficial Mexicana (NOM): Regulación técnica de observancia obligatoria que establece especificaciones para proteger la salud y el ambiente.

Parámetro ambiental: Variable cuantificable utilizada para evaluar la calidad de un componente ambiental.

Prevención: Acción orientada a evitar la generación de impactos ambientales negativos.

Proceso industrial: Conjunto de operaciones destinadas a la transformación de materias primas en productos.

Programa de Vigilancia Ambiental (PVA): Instrumento de seguimiento que permite verificar el cumplimiento de las medidas ambientales y evaluar los impactos del proyecto.

Recirculación:
Reutilización de corrientes dentro de un proceso para optimizar recursos y reducir descargas.

Recolección de residuos: Acción de transferir residuos a equipos o sistemas destinados a su transporte, tratamiento o disposición final.

Recurso natural: Elemento del ambiente que puede ser aprovechado por el ser humano.

Remediación: Acción destinada a eliminar o reducir contaminantes del suelo, agua o aire.

Residuo incompatible: Residuo que, al mezclarse con otro, puede generar reacciones peligrosas como calor, explosión o liberación de gases.

Residuo: Material generado en procesos productivos o de consumo que no puede ser reutilizado en el mismo proceso que lo originó.

Residuos peligrosos: Aquellos que presentan características CRETIB y representan un riesgo para el ambiente o la salud.

Riesgo ambiental: Probabilidad de ocurrencia de un daño al ambiente derivado de una actividad o sustancia.

Seguridad industrial: Conjunto de medidas orientadas a prevenir accidentes y proteger la salud de los trabajadores.

Sistema ambiental: Conjunto de interacciones entre los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos de una región donde se desarrolla un proyecto.

Sistema cerrado: Configuración de proceso en la que no hay liberación directa de sustancias al ambiente.

Sustancia peligrosa: Material que, por sus características, representa un riesgo para la salud o el ambiente.

Sustentabilidad: Capacidad de satisfacer necesidades actuales sin comprometer las de futuras generaciones.

Tratamiento: Proceso físico, químico o biológico para reducir o eliminar contaminantes.

Uso de suelo: Destino o aprovechamiento asignado a un terreno conforme a la normativa aplicable.

Zona industrial: Área destinada a actividades productivas, con infraestructura y servicios adecuados para tal fin.

Referencias

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (s.f.). *Atlas Nacional de Riesgos*. Gobierno de México. Recuperado el 17 de julio de 2026, de https://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/

Comisión Nacional del Agua. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Cuautitlán–Pachuca (1508), Estado de México*. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/edomex/DR_1508.pdf

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2026). *Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad*. Recuperado el 17 de julio de 2026, de https://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2026). *Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad*. Recuperado el 17 de julio de 2026, de https://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

European Commission. (2007). *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC): Reference Document on Best Available Techniques for the Production of Large Volume Organic Chemicals*. Brussels: European Commission.

FENO RESINAS, S.A. de C.V. (2025). *Caracterización biótica del Sistema Ambiental asociado a la Planta II de Formaldehído de FENO RESINAS, S.A. de C.V.* [Informe técnico no publicado].

FENO RESINAS, S.A. de C.V. (2025). *Levantamiento forestal del predio industrial, Área de Influencia y Sistema Ambiental de la Planta II de Formaldehído* [Bases georreferenciadas y anexos técnicos no publicados].

García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen* (5.ª ed.). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. https://publicaciones.geografia.unam.mx/index.php/ig/catalog/book/83

Gelaro, R., McCarty, W., Suárez, M. J., Todling, R., Molod, A., Takacs, L., Randles, C. A., Darmenov, A., Bosilovich, M. G., Reichle, R., Wargan, K., Coy, L., Cullather, R., Draper, C., Akella, S., Buchard, V., Conaty, A., da Silva, A. M., Gu, W., ... Zhao, B. (2017). The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2). *Journal of Climate, 30*(14), 5419–5454. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0758.1

Instituto Nacional de Estadística y Geografía & Comisión Nacional del Agua. (2007). *Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México, escala 1:250,000* [Conjunto de datos].

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2005). *Guía para la interpretación de cartografía climatológica*. https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2007). *Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, escala 1:250,000, Serie II, Continuo Nacional*. https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010: Tizayuca, Hidalgo* (clave geoestadística 13069). https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13069.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, escala 1:250,000, Serie VII, conjunto nacional* [Conjunto de datos]. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463842781

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2023). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010, 30 de diciembre). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental—Especies nativas de México de flora y fauna silvestres—Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio—Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2019, 14 de noviembre). Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019

Servicio Geológico Mexicano. (2002). *Carta Geológico-Minera Ciudad de México E14-2, Estados de México, Tlaxcala, Puebla, Hidalgo y Morelos, escala 1:250,000* (1.ª ed.) [Mapa]. Consejo de Recursos Minerales. https://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas_Online/metadatos_geol/89_GL_ciudad_de_mexico.html

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (1995). *AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I: Stationary Point and Area Sources*. Chapter 6.5: Formaldehyde. Washington, D.C.: EPA.

WeatherSpark. (s.f.). *El clima en Tizayuca, el tiempo por mes, temperatura promedio (México)*. Recuperado el 17 de julio de 2026, de https://es.weatherspark.com/y/6597/Clima-promedio-en-Tizayuca-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o

World Flora Online. (2026). *Hesperocyparis lusitanica* (Mill.) Bartel. Recuperado el 17 de julio de 2026, de https://worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000912972