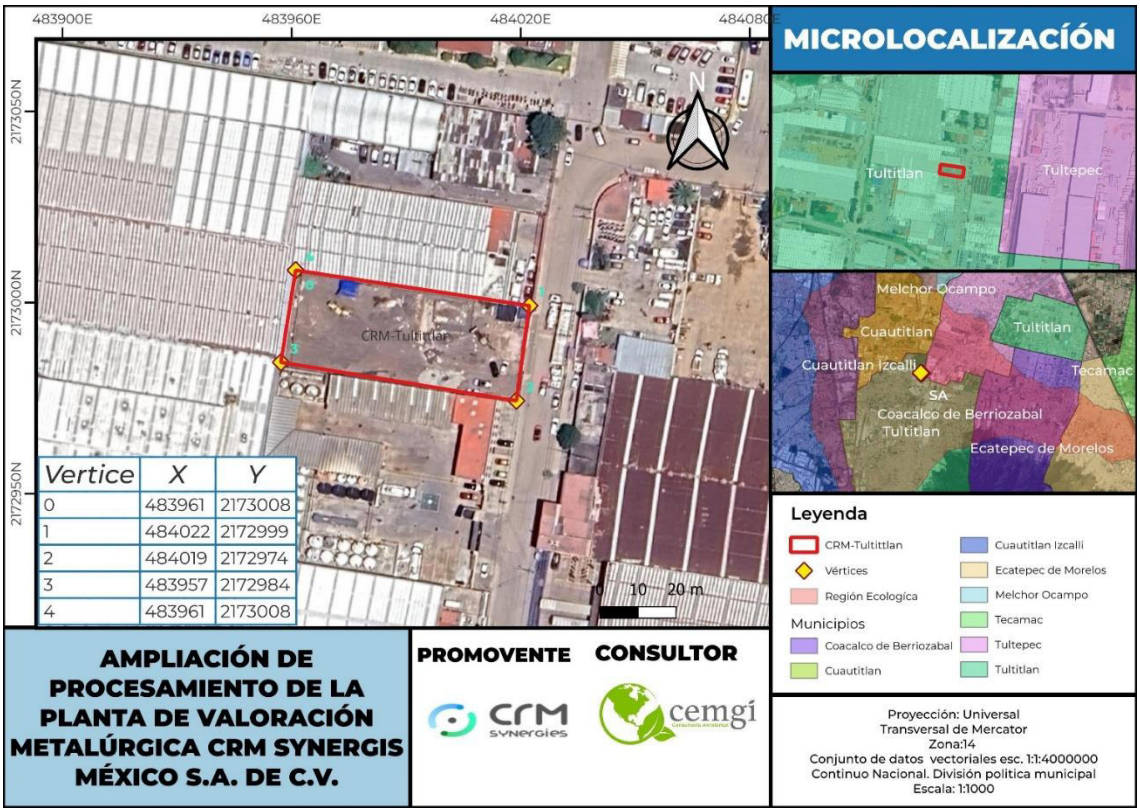

Figura 1. Ubicación del predio del proyecto.

Tabla 4. Coordenadas que delimitan la poligonal del predio del proyecto.

Vértice	Coordenadas	
	X	Y
1	483956.68	2172984.08
2	483960.58	2173008.77
3	483993.89	2173003.56
4	484022.72	2172999.17
5	484018.85	2172974.52

SUPERFICIES GENERALES DEL PROYECTO

La planta aun se encuentra en construcción, conforme a lo establecido en la autorización estatal; el predio tiene una superficie de 1,600 m², mismos que serán intervenidos completamente.

El proyecto tendrá un eje principal para acceso -edificio de oficinas- en el sentido longitudinal del terreno, área de bodegas en la parte posterior y un patio central de distribución; este eje longitudinal sirve como un punto de referencia visual y funcional para los empleados y visitantes.

El edificio de oficinas se planteó en tres niveles, con una distribución funcional que plantea la ubicación en planta baja del estacionamiento con 10 cajones vehiculares (5 de ellos en planta y

5 más en elevauto) y áreas de servicio como baños con vestidores para empleados, cuarto de máquinas, caseta de control con baño y un área con acceso directo desde la calle para el suministro de gas natural.

En el segundo nivel se contará con un espacio reservado para la dirección y áreas privadas, además de una cocina y comedor. En este mismo nivel se contará con unas escaleras estratégicamente ubicadas para acceder directamente a la bodega, donde se encuentran áreas destinadas al almacenaje en racks, un área para el atomizador y una zona dedicada a las arenas, garantizando una gestión óptima de los recursos y materiales.

Cabe mencionar que se tiene proyectado un área específica en el terreno para una posible segunda etapa de desarrollo. Esta área designada ofrece flexibilidad y adaptabilidad para responder a las demandas cambiantes del mercado y las oportunidades de crecimiento. Ya sea para la expansión de las instalaciones existentes, la incorporación de nuevas líneas de producción o la implementación de tecnologías emergentes, este espacio adicional brinda la libertad de evolucionar y prosperar en un entorno empresarial dinámico. Y en caso de ser desarrollado, se pondrá a evaluación de las autoridades. La Tabla 5**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, presenta la distribución de áreas del proyecto.

Tabla 5. Distribución de áreas del proyecto

Área	m²	%
Superficie construida en Planta Baja	950.96	57.08
Superficie construida en Nivel 1	410.26	24.37
Superficie construida en Nivel 2	260.76	15.49
Superficie construida en azotea	61.43	3.06
Superficie total construida	**1,683.41**	**100**

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El diagrama de flujo del proceso se muestra en la Figura 2, el cual inicia con la recepción de los residuos (Materia Prima) y el control de calidad de la materia prima, una vez aceptada pasa a ser almacenada para su posterior procesamiento.

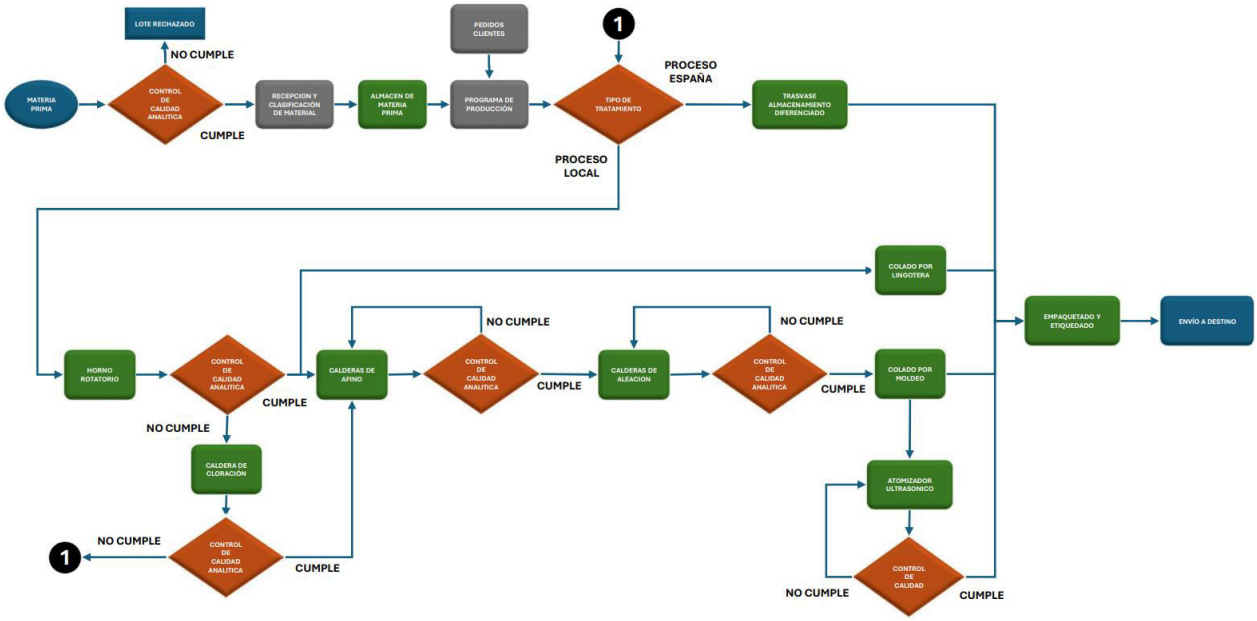

Figura 2 Diagrama de flujo del proceso del proyecto.

El procesamiento da inicio con la fundición y separación de las materias primas en el horno rotatorio, y posteriormente pasa para los mismos objetivos al horno de destilación de materiales de vacío; una vez que los metales objetivo están en estado líquido son vaciados a lingoteras (proceso de colado).

El proceso de afino o refinado es el proceso siguiente, y es la limpieza del metal objetivo (estaño), esto se lleva a cabo poniendo los metales a temperaturas superiores a los 240°C y colocándoles ciertos reactivos, con lo que se producirán las reacciones químicas necesarias para eliminar los metales no deseados, y, conseguir las condiciones para la fabricación posterior del producto terminado.

Después de tener el material con las condiciones deseadas, este se utiliza para la generación de barras redondas (billets) (ver Figura 3), estas últimas se pueden vender o se usan en algún otro proceso para producir otro tipo de producto terminado.



Figura 3. Izquierda – Lingotes de 750 kg (aún no se pueden vender, falta realizar proceso de afino). Derecha - Lingote de 25 kg (ya se pueden vender o se les realiza el proceso de formación de billets, barras o hilos o atomización ultrasónica).

Otros tipos de productos terminados son las barras simplemente las cuales se obtienen mediante extrusión; para la fabricación de hilo de soldadura se requerirá de procesos subsecuentes entre ellos el rolado y la extrusión para lograr la reducción del calibre de acuerdo a la especificación del producto; para la producción de hilo de calibres pequeños se utilizará un proceso de fabricación en lote mediante trefiladoras independientes, para su posterior embobinado en carretes dependiendo de la presentación requerida en la orden de producción (Figura 4).



Figura 4. Izquierda – Billets (ya se pueden vender o se realiza el proceso de atomización ultrasónica). Derecha – Barras e hilos (ya se puede vender)

Para la fabricación de polvo de estaño se lleva a cabo el proceso de atomización por vibración ultrasónica, una técnica avanzada que permite obtener partículas finas (microesferas) y uniformes sin necesidad de motores o vibraciones adicionales (ver Figura 5).



Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de Atomización Ultrasónica.

Medidas de seguridad.

El proceso productivo ha sido diseñado considerando diferentes medidas de seguridad que buscan reducir los riesgos para el personal operativo y cuidado del medio ambiente.

Los reactivos a usar deberán estar debidamente identificados, disponer de las fichas de seguridad de estos y tener exclusivamente las cantidades a utilizar; el equipo de protección personal definido para su manipulación, deberá ser portado adecuadamente.

En el proceso metalúrgico existe el riesgo de salpicadura de material incandescente, por lo que se contará con el equipo de protección adecuado y con la señalética suficiente a fin de advertir a todo el personal de los posibles riesgos. Además, se contará con la señalización en las áreas con exposición a altas temperaturas.

Las lingoteras deberán estar totalmente secas y/o encaladas para facilitar su desmoldeo y evitar posibles reacciones del metal líquido.

Durante toda la vida útil del proceso productivo se contará con herramientas de mejora y excelencia operacional que permitan la reducción de riesgos y exposición del personal.

El proyecto contempla el mantenimiento correctivo puntual y el mantenimiento preventivo continuo de las instalaciones y equipos para propiciar el buen funcionamiento de los mismos.

CAPACIDAD DE MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

La capacidad instalada de tratamiento de metal en el horno horizontal rotatorio (restricción por diseño del proceso productivo) es de aproximadamente 2,500 toneladas por año. Sabiendo que aproximadamente el 40% del material a tratar será residuo peligroso, se contará con una capacidad mensual aproximada de 80 toneladas.

INSUMOS

El proyecto requerirá una carga eléctrica de 577.8 kilowatts (de los cuales 200 kw son cargas futuras) y una tensión de 220 V.

El proyecto tendrá un consumo de 4,000 L por día, contemplando 20 trabajadores en planta (100 L/trab/día), 40 trabajadores en oficina (50 L/trab/día).

El proyecto considera un consumo anual de gas natural de 200,000 m^3, con un régimen operativo estimado de 3,000 horas al año.

RESIDUOS

El proyecto se considera un pequeño generador de residuos peligrosos, ya que generará aproximadamente 4.4 toneladas de residuos al año, la disposición será por medio de terceros autorizados para su transporte y disposición.

Como residuos de Manejo Especial, el proyecto generará: aproximadamente 0.5 ton/año de residuos ferrosos que serán dispuestas para reciclaje, 0.5 ton/año de residuos que serán dispuestas para reciclaje, 0.5 ton/año de papel y cartón que serán dispuestas para reciclaje, 0.1 ton/año de vidrio que serán dispuestas para reciclaje, 0.8 ton/año de PET que serán dispuestas para reciclaje, 6 ton/año de tarimas que serán dispuestas para su Reutilización/Reciclaje, 0.5 Ton/año de Playo que serán dispuestas para reciclaje, 0.5 ton/año de fleje plástico que se serán dispuestas para su reciclaje, y, 0.5 ton/año de bolsas que se serán dispuestas para su reciclaje.

Se estima que el proyecto genere aproximadamente 8.75 ton/año de residuos de manejo especial (considerando 70 personas como fuerza de trabajo). La disposición del RSU será a partir del relleno sanitario autorizado.

El proyecto tendrá un gasto sanitario de 2.72 lps, y contará con un drenaje combinado (sanitario y pluvial) con conexión de descarga de 20 cm.

Las concentraciones de contaminantes en los gases de salida, una vez aplicado el sistema de control, se muestran a continuación:

- Material particulado (PM_{10}): 0.13 mg/m³
- Partículas finas ($PM_{2.5}$): 0.47 mg/m³
- Monóxido de carbono (CO): 106.67 mg/m³
- Dióxido de azufre (SO_2): 5.25 mg/m³
- Óxidos de nitrógeno (NOx): 23.96 mg/m³
- Estaño (Sn): 0.13 mg/m³
- Plomo (Pb): 0.313 mg/m³
- Cobre (Cu): 0.052 mg/m³

Adicionalmente, se estimó una emisión total de 426.36 toneladas de CO_2 equivalente por año, asociadas al consumo de gas natural.

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

El proyecto es compatible con el marco jurídico y normativo aplicable en materia ambiental y de uso del suelo. Para ello, se analizó su congruencia con la legislación federal, los instrumentos de ordenamiento ecológico territorial, los programas de desarrollo urbano, las áreas naturales protegidas, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y otras disposiciones a nivel estatal y municipal.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, señala que el proyecto requiere autorización federal mediante una Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad particular y que incorpora medidas de prevención, mitigación, compensación, restauración y monitoreo para reducir los impactos ambientales durante todas sus etapas de desarrollo. Asimismo, el cumplimiento de los principios de protección de la biodiversidad, conservación del suelo, manejo sustentable del agua, prevención de la contaminación y manejo adecuado de residuos.

Respecto al ordenamiento ecológico, el proyecto es compatible con el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Territorio y con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Estatal 2023, al cumplir con las políticas ambientales y estrategias establecidas.

De igual forma, se verificó su congruencia con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tultitlán, sin identificarse incompatibilidades en cuanto al uso del suelo, al ubicarse en un predio con uso I-G-C, es decir, Industria Grande Contaminante.

En materia de conservación, se señala que el proyecto no se ubica dentro de Áreas Naturales Protegidas, Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias ni Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, por lo que no contraviene los objetivos de conservación de dichas áreas. Asimismo, como se mencionó antes, se ubica en una zona con uso Industrial, donde no se cuenta con presencia de flora o fauna.

Asimismo, se considera el cumplimiento de diversas Normas Oficiales Mexicanas, particularmente aquellas relacionadas con emisiones atmosféricas y de ruido, manejo de residuos peligrosos y de manejo especial, calidad de agua, además de las relacionadas con STPS. El proyecto incorpora procedimientos y medidas operativas para asegurar el cumplimiento de estas disposiciones durante las diferentes actividades del proyecto.

Finalmente, se acredita la vinculación del proyecto con otros ordenamientos sectoriales, entre ellos la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento, demostrando que las obras y actividades propuestas cumplen con las obligaciones legales aplicables. En conjunto, el análisis concluye que el proyecto es jurídica y ambientalmente viable, siempre que se implementen las medidas de manejo ambiental y se cumplan las obligaciones establecidas en la legislación vigente.

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

La delimitación de la región ecológica se realizó considerando criterios fisiográficos, climáticos e hidrológicos, utilizando herramientas SIG y cartografía oficial de INEGI y CONABIO, lo que permitió definir una unidad ambiental homogénea para el análisis de impactos.

Desde el punto de vista abiótico, la región presenta un clima semiseco semicálido C(w0)(w) con temperatura media del mes más frío está entre -3°C y 18°C, la temperatura media del mes más cálido es mayor a 10°C, y la precipitación se concentra principalmente en la mitad cálida del año, con el mes más lluvioso teniendo al menos 10 veces la cantidad de lluvia que el mes más seco. La evaporación media mensual es de 164.mm; mientras que en lo que refiere a la precipitación, se tiene un máximo de 140.3 mm y mínimo de 0.03 mm. Asimismo, la región está expuesta principalmente a fenómenos como inundaciones, tormentas eléctricas, granizo, sequía y bajas temperaturas.

En cuanto a la geología, geomorfología y suelos, la región forma parte de la provincia del Eje Neovolcánico y la subprovincia fisiográfica Lagos y volcanes de Anáhuac; de manera específica sobre una topoforma denominada vaso lacustre con lomerío donde se combina una depresión lacustre con colinas bajas y redondeadas. Los tipos de suelo y las unidades geomorfológicas presentes muestran diferentes grados de susceptibilidad a la degradación. La hidrología superficial y subterránea se encuentra asociada a la Región Hidrológica RH26 y a diversas microcuencas, cuya conservación resulta fundamental para mantener la funcionalidad ambiental de la Región Ecológica.

Respecto al uso del suelo y la vegetación, se reporta como una zona definida como Asentamientos humanos y remanentes de Agricultura de riego anual y semipermanente; aunque en sitio, se ve dominado por industria. El análisis considera además la proximidad de Áreas Naturales Protegidas, AICAS, sitios Ramsar y regiones prioritarias para la conservación, concluyendo que el proyecto no se ubica dentro de estas áreas.

El componente biótico evidencia el grado de perturbación del AP y la región que, como se ha mencionado, se ve dominada por industria y asentamientos humanos. Los inventarios realizados documentaron la composición, riqueza, abundancia e índices de diversidad de la vegetación, así como de reptiles, mamíferos y aves. Además, se establecieron aquellas especies con alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT, así como especies endémicas y de importancia para la conservación. Esta información permite identificar los elementos biológicos de mayor sensibilidad ambiental y constituye la base para la definición de medidas, si se consideraran necesarias.

En el ámbito socioeconómico, la región presenta una economía fuertemente vinculada a la industria y con remanentes agrícolas, donde el proyecto representa una fuente importante de empleo e inversión; sin embargo, también requiere mantener una adecuada gestión ambiental para minimizar posibles efectos negativos y garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales dando fuerza a estrategias de economía circular.

En conjunto, la región ecológica cuentas con condiciones ambientales propias de un clima semiseco semicálido, recursos hídricos limitados y ecosistemas modificados y perturbados por la agricultura, ganadería, asentamientos humanos e industria.

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

Metodología de identificación y evaluación de impactos

Para garantizar una evaluación objetiva, se emplearon dos metodologías ampliamente reconocidas en evaluación de impacto ambiental la **Matriz Causa-Efecto de Leopold (1971)** Esta metodología permitió identificar las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales y la **Metodología de Fernández-Vítora (2000)** donde una vez identificados los impactos, son evaluados mediante un sistema semicuantitativo que asigna valores numéricos considerando diez atributos:

- Naturaleza (positiva o negativa)
- Intensidad
- Extensión
- Momento de aparición
- Persistencia
- Reversibilidad
- Sinergia
- Acumulación
- Relación causa-efecto
- Periodicidad

- Recuperabilidad

Con estos parámetros se calcula la **Importancia del Impacto**, clasificándolo como:

- **Irrelevante:** <25 puntos.
- **Moderado:** 25–50 puntos.
- **Severo:** 50–75 puntos.
- **Crítico:** >75 puntos.

Antes de analizar los impactos específicos de este proyecto se identificó que la región ya presenta impactos asociados a la industria, asentamientos humanos y agricultura.

Tras el desarrollo de la matriz de interacciones se definieron 39, las cuales tuvieron mayor presencia en los componentes económico y social y de donde se partió para la definición de impactos, quedando en 12:

Tabla 6 Impactos ambientales.

COMPONENTE	FACTORES	IMPACTO
Agua	Calidad	Disminución de la calidad del agua por mal manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.
	Captación	Disminución de la captación e infiltración del agua.
Suelo	Calidad	Disminución en la aireación del suelo.
		Disminución de la calidad del suelo por mal manejo de residuos peligrosos.
Aire	Ruido	Incremento en las emisiones de ruido.
	Calidad	Incremento de polvos a la atmosfera por la circulación de vehículos.
		Generación de gases contaminantes por vehículos.
Paisaje	Calidad escénica	Contaminación visual generada por vehículos de transporte
Medio Económico	Empleos	Generación de empleos temporales y permanentes
	Actividades económicas	Desarrollo de comercio
Medio Social	Calidad de vida	Poder adquisitivo
	Densidad de población	Crecimiento de la población

De estos impactos la valoración acorde a la metodología planteada, definió 8 impactos moderados y 4 irrelevantes, ninguno dentro de categoría crítica o severa.

Medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación.

A continuación, se presenta un resumen de las de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas para el proyecto.

Tabla 7 Medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas para la expansión del depósito de jales secos.

ID	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA
1	Los residuos peligrosos deberán almacenarse en un sitio restringido y supervisado, el cual contará con piso de concreto, canales perimetrales de contención y señalización preventiva.	**Prevención y Mitigación**
2	Los trabajos de mantenimiento de maquinaria y equipos se llevarán a cabo en zonas específicas para este fin, las cuales deberán contar con trampas para grasas y aceites, piso de concreto sin fisuras.	**Prevención y Mitigación**
3	En caso de fuga o derrame de combustibles, se deberá activar inmediatamente el Plan de contingencias y emergencias.	**Prevención y Mitigación**
4	Queda estrictamente prohibido el vertimiento de residuos sólidos y/o residuos peligrosos en cualquier cuerpo de agua cercano.	**Prevención y Mitigación**
5	Implementación de un sistema de captación de agua pluvial para su aprovechamiento dentro de las instalaciones	**Mitigación**
6	Se deberá contemplar la instalación de sistemas ahorradores de agua	**Mitigación**
7	Se implementará un programa de servicio y mantenimiento a todos equipos de combustión, a fin de mantener en condiciones óptimas la maquinaria y reducir las emisiones a la atmósfera.	**Mitigación**
8	Todo el equipo fijo con motores de combustión interna deberá dar cumplimiento a la NOM-041-SEMARNTAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2006, las cuales regulan los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera.	**Mitigación**
9	Los ductos o chimeneas de las operaciones y procesos deberán contar con plataformas y puertos para el muestreo de emisiones contaminantes.	**Mitigación**
10	Las Instalaciones para la operación de este proyecto, contaran con un Sistema de Captación y Control de Humos (descrito completamente en el CAPÍTULO I del presente estudio) garantizando la mínima cantidad de emisiones a la atmosfera.	**Prevención y Mitigación**
11	La maquinaria y equipo empleado deberá contener silenciadores para evitar el ruido generado por los motores.	**Mitigación**
12	Las actividades que produzcan altos niveles de ruido, deberá ser en horarios adecuados para estas.	**Mitigación**

ID	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA
13	Los residuos peligrosos deberán separarse y almacenarse en un sitio restringido y supervisado, el cual contará con piso de concreto, canales perimetrales de contención y señalización preventiva.	**Prevención y Mitigación**
14	Los trabajos de mantenimiento de maquinaria y equipos se llevarán a cabo en zonas específicas para este fin, las cuales deberán contar con trampas para grasas y aceites, piso de concreto sin fisuras.	**Prevención y Mitigación**
15	En caso de fuga o derrame de combustibles, se deberá activar inmediatamente el Plan de Contingencias y Emergencias.	**Prevención y Mitigación**
16	Controlar mediante registros los movimientos de almacenes de materia prima y producto terminado, así como de los residuos peligrosos y no peligrosos resultantes del proceso.	**Prevención y Mitigación**
17	El promovente deberá asignar un área específica para el almacenamiento temporal de los residuos municipales.	**Prevención y Mitigación**
18	Se asegurará la disposición final de los residuos municipales en el relleno sanitario municipal o en el sitio que sea asignado por la empresa.	**Prevención y Mitigación**
19	Se capacitará al personal sobre el correcto manejo de residuos peligrosos.	**Prevención y Mitigación**
20	Se evitará la acumulación vehículos de carga en los alrededores de las instalaciones.	**Prevención**
21	Se tendrán planes para el manejo de la posible fauna nativa que ingrese a las instalaciones, así como ahuyentamiento de las mismas evitando así sean afectadas.	**Prevención y mitigación**
22	Se contará con sistemas de manejo de plagas y fauna nociva a fin de evitar la proliferación de esta.	**Mitigación**
23	Los residuos sólidos urbanos generados serán almacenados de forma adecuada a fin de no ser atrayente para la fauna cercana.	**Prevención y mitigación**
24	Se deberá garantizar la salud de los trabajadores mediante la entrega de equipo de protección personal y la capacitación necesaria.	**Prevención**
25	Considerar equipo contra incendios y la capacitación necesaria para garantizar la integridad de los trabajadores e instalaciones.	**Prevención**
26	Contar con la señalización alusiva a la peligrosidad de cada área, restricción de accesos y equipo de seguridad necesarios.	**Prevención**
27	Se establecerán límites de velocidad en las zonas circundantes al proyecto con la finalidad de evitar accidentes y molestias a la población en general.	**Prevención**

ID	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA
28	Capacitación constante a los trabajadores sobre sensibilización ambiental.	**Prevención**
29	Implementación de las practicas más amables con el ambiente en cada una de las actividades a realizar.	**Prevención**