CAPÍTULO I.
DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

Índice

I. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL 1
I.1 Promovente 1
I.1.1 Nombre o razón social de la empresa u organismo 1
I.1.2 Registro Federal de Contribuyentes 1
I.1.3 Nombre y cargo del Representante Legal 1
I.1.4 Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente. 1
I.1.5 Dirección de promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 1
I.1.6 Actividad productiva principal 1
I.1.7 Número de trabajadores equivalente 1
I.1.8 Inversión estimada en moneda nacional (M. N.). 1
I.2 Responsable de la elaboración del estudio de riesgo ambiental 2
I.2.1 Nombre o razón social 2
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes 2
I.2.3 Nombre del responsable de la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental 2
I.2.4 Registro Federal de Contribuyentes, Cédula Única de Registro de Población y número de cédula profesional del responsable de la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental 2
I.2.5 Dirección del responsable de la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental 2

I. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

I.1 Promovente

I.1.1 Nombre o razón social de la empresa u organismo

Hydrocarbon Storage S.A.P.I. de C.V.

En el **Anexo A1** se incluye copia del acta constitutiva de la empresa.

I.1.2 Registro Federal de Contribuyentes

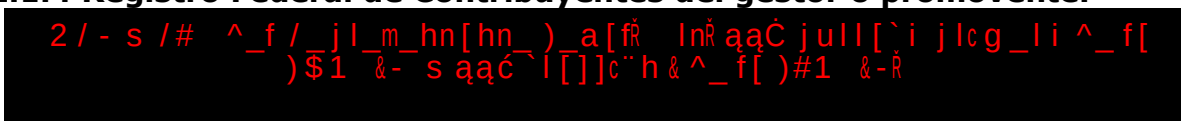
El Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de la empresa promovente es HST1511238Y3.

En el **Anexo A2** se muestra copia del "**Registro Federal de Contribuyentes**" de Hydrocarbon Storage S.A.P.I. de C.V**.**

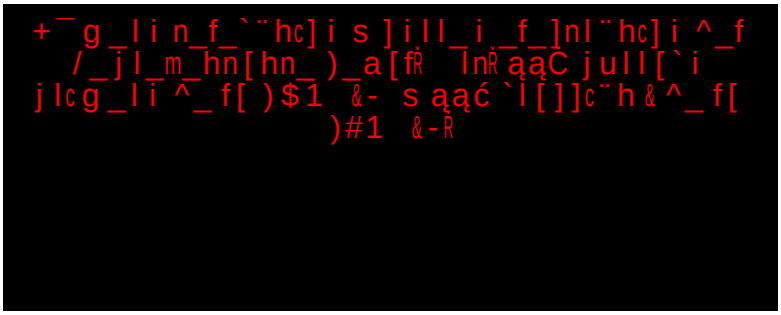
I.1.3 Nombre y cargo del Representante Legal

- Pablo Martínez Cumming.
- Representante legal, de acuerdo al Acta Constitutiva No. 59916, en donde se le confiere poder general para pleitos y cobranzas, actos de administración y actos de administración.

I.1.4 Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente.



I.1.5 Dirección de promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones



I.1.6 Actividad productiva principal

Las obras que se pretenden realizar consisten en la construcción de una Terminal de Recibo y Almacenamiento de Destilados (TRAD), dicha instalación se nombrará como: "Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman"; que tendrá como función primordial el almacenamiento de productos petrolíferos, misma que contará con 11 tanques de almacenamiento, de los cuales seis serán para gasolina Regular, dos para gasolina Premium, dos para Diésel, adicionalmente se tendrá un tanque de interfaces. La capacidad estimada de almacenamiento será aproximadamente de 875,000 barriles.

I.1.7 Número de trabajadores equivalente

El apartado no aplica, ya que se encuentra en la fase de proyecto de construcción.

I.1.8 Inversión estimada en moneda nacional (M. N.).

La inversión requerida para el desarrollo del proyecto se estima en 34,500,000.00 dólares.

I.2 Responsable de la elaboración del estudio de riesgo ambiental

I.2.1 Nombre o razón social

Lloyd Germánico de México S. de R.L. de C.V.

En el **Anexo A5** se muestra copia del "**Acta constitutiva**" y Registro Federal Contribuyentes de Lloyd Germánico de México S. de R. L. de C. V.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

- LGM830905SK4

I.2.3 Nombre del responsable de la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental

- Ing. Javier de Dios Gómez – Especialista en Riesgo
- Biol. Abril Sánchez Pérez – Especialista Ambiental

I.2.4 Registro Federal de Contribuyentes, Cédula Única de Registro de Población y número de cédula profesional del responsable de la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental

[redacted]
Nombres de personas físicas. Art. 116 párrafo primero de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP

[redacted]
RFC, CURP Cedula del Responsable Técnico del estudio Art. 116 párrafo primero de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.

[redacted]
Nombres de personas físicas. Art. 116 párrafo primero de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP

[redacted]
RFC, CURP Cedula del Responsable Técnico del estudio Art. 116 párrafo primero de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.

En el **Anexo A6** se muestra copia del "**Registro Federal de Contribuyentes**, **Clave Única de Registro de Población** y **cédula profesional**".

I.2.5 Dirección del responsable de la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental

Domicilio:
Municipio:
Estado:
C.P.:
Tel./Fax:
Correo electró

[redacted]
Dirección , teléfono y correo electrónico del responsable técnico. Art. 116 párrafo primero de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.

CAPÍTULO II.
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Índice

II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 1

II.1 Nombre del proyecto 1

II.1.1 Descripción de la actividad a realizar, su(s) procesos, e infraestructura necesaria, indicando ubicación, alcance e instalaciones que lo conforman. 1

II.1.2 ¿La planta se encuentra en operación? 1

II.1.3 Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización. 1

II.1.5 Criterios de ubicación 1

II.1.6 Ubicación del proyecto 2

II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1 Nombre del proyecto

Las obras que pretenden realizar consisten en la construcción de una Terminal de Recibo y Almacenamiento de Destilados (TRAD), dicha instalación se nombrará como: "Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman". La superficie total del predio donde se construirá la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman es de 76600.99 m^2 obtenida con levantamiento topográfico.

II.1.1 Descripción de la actividad a realizar, su(s) procesos, e infraestructura necesaria, indicando ubicación, alcance e instalaciones que lo conforman.

La **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** tendrá como función el almacenamiento de productos petrolíferos en la zona noreste del área metropolitana de la Ciudad de México, cumpliendo con los estándares nacionales e internacionales tanto de seguridad como de operación y de conformidad con las nuevas reglas de la Reforma Energética.

La función específica de la terminal es recibir, almacenar y entregar los productos destilados de los clientes que tengan a bien utilizar sus instalaciones.

II.1.2 ¿La planta se encuentra en operación?

La instalación se encuentra en la fase de proyecto de construcción.

II.1.3 Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.

Este apartado no aplica, ya que la instalación se encuentra en la fase de proyecto de construcción.

II.1.4 Vida útil del proyecto

La vida útil está determinada por varios factores, como el diseño de las instalaciones, tipo de materiales empleados en la construcción, condiciones climatológicas, fenómenos naturales, así como su uso y mantenimiento. Considerando que el promovente ha comprometido una gran cantidad de recursos técnicos y humanos para la concepción del proyecto (incluyendo sus etapas primarias de preparación del sitio y construcción), además de establecer que, durante la operación de la infraestructura planteada, se implementarán programas de mantenimiento preventivo y de actualización tecnológica tanto a equipos como servicios, con la finalidad de conservar en condiciones óptimas de funcionamiento sus diversos sistemas operativos, se ha determinado una vida de 30 años, lo que podría prolongarse por más tiempo.

II.1.5 Criterios de ubicación

La Terminal se localizará en un terreno de 7.6 hectáreas, el cual se ubica en las cercanías de la zona de influencia, de las terminales de reparto y distribución que PEMEX utiliza actualmente en esta zona geográfica, lo que permite estar a corta distancia de los consumidores, dando como resultado un elemento competitivo, toda vez que HST podrá obtener un beneficio por la recepción y almacenamiento del producto; y se dará el servicio para que otras empresas efectúen los fletes hasta las estaciones de servicio.

La selección del sitio del proyecto es estratégica debido a la cercanía con dos ductos existentes de Petróleos Mexicanos (PEMEX), además de contar con vías de ferrocarril en las inmediaciones, las cuales serán una alternativa a utilizar cuando se requiera descargar desde carros.

Asimismo, el sitio se eligió por presentar una alteración mínima al realizar el desplante del proyecto, ya que la zona se encuentra inmersa en una zona urbana donde no se realizará ninguna afectación a algún centro de población. En el ámbito ambiental el predio en comento no tiene aptitud forestal, sin embargo, se encuentran dentro del mismo 49 individuos arbóreos, los cuales se verán afectados con la implementación del proyecto, no obstante, ninguno de ellos se encuentra

dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 de las especies protegidas a nivel nacional, por lo cual se realizará la compensación ambiental por su derribo.

El área donde se ubicará la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** tiene su acceso por la carretera federal México-Texcoco (tramo Texcoco-Lechería) ubicada al norte de la instalación la cual se considera como la vialidad principal de uso local y regional ya que es la carretera que viene de Ecatepec de Morelos, conecta al sureste con Tequisistlán y con la autopista de cuota México-Pirámides misma que es vía de acceso a la ciudad de Acolman, Estado de México. Así también hacia el sur del área se encuentran las vías de ferrocarril las cuales pueden ser consideradas como una alternativa para acceso a la ubicación de la instalación.

II.1.6 Ubicación del proyecto

La Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman se ubicará en la colonia San Miguel Totolcingo en el municipio de Acolman, Estado de México, en la carretera México-Texcoco tramo Lechería-Texcoco.

En la **Tabla II.1.6-1** se indican las coordenadas del polígono que abarcará la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** en el Estado de México.

Tabla II.1.6-1 Ubicación de vértices y coordenadas de localización de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	504, 603.01	2, 168, 580.00
2	504, 702.23	2, 168, 563.02
3	504,688.85	2,168, 464.45
4	504, 724.48	2, 168, 455.22
5	504, 883.33	2, 168, 313.55
6	504, 371.69	2, 168, 276.32
7	504, 404.69	2, 168, 462.76
8	504, 499.50	2, 168, 441.46
9	504, 506.73	2, 168, 473.77
10	504, 524.48	2, 168, 472.14
11	504, 532.53	2, 168, 532.34
12	504, 591.53	2, 168, 521.96

Fuente: Manifiesto de Impacto Ambiental Industrial del Petróleo Modalidad Particular Hydrocarbon Storage Terminal.
Nota: El proyecto se ubica dentro de la zona 14, en el Hemisferio Norte. Coordenadas manejadas con Datum WSG84

El predio donde se ubicará la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** no tiene uso aparente, como antecedente el terreno fue utilizado hace más de 20 años para el almacenamiento de productos agrícolas (semillas). El tipo de uso de suelo en la zona de localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** está representado principalmente por agricultura de riego con espacios dedicados a agricultura de temporal[1]. Sin embargo, actualmente los usos de suelo indicados ya no corresponden a ello, debido a que las áreas agrícolas que existían en la zona han sido sustituidas por

[1] Carta de uso de suelo y vegetación de la Serie III, escala 1: 250,000 NEGI.

áreas de actividades industriales y de desarrollos habitacionales que ubican en las áreas naturales del municipio de Acolman.

El municipio de Acolman, Estado de México lugar donde se ubicará la Terminal de Recibo y Almacenamiento se regula bajo los criterios del Plan Municipal de Desarrollo Urbano, en el plano E2 Estructura Urbana y Usos del Suelo indica que el tipo de uso de suelo para el área donde se localizará el proyecto es de tipo *industria mediana a contaminante (I-M-N.)*

En la **Tabla II.1.6-2** se indican las áreas colindantes a la instalación, en donde se describe el uso de suelo y vegetación observado en un radio de 500 metros en su entorno y en la **Tabla II.1.6-3** se describe la ubicación de zonas vulnerables o puntos de interés como asentamientos humanos, hospitales, escuelas, parques, mercados, centros religiosos, áreas naturales protegidas y/o zonas de reserva ecológica y cuerpos de agua; incluyendo las distancias de éstas al sitio de la instalación.

Tabla II.1.6-2 Áreas colindantes en relación al uso de suelo y vegetación

Uso de suelo	Punto cardinal	Descripción en un radio de 500 m
Agricultura de riego con espacios dedicados a agricultura de temporal, actualmente este uso ya no corresponde a la zona.	Norte	Se encuentran áreas industriales y de servicios, asentamientos humanos (uso habitacional), escuelas, área de parques, uso hospitalario, así como la carretera Lechería-Texcoco, hacia el noreste se ubica el hospital psiquiátrico Dr. Rodolfo Nieto Padrón.
	Este	Se localizan áreas industriales y de servicios, se ubica la carretera México-Cuota y tramo de la carretera Lechería-Texcoco.
	Sur	Limita con el derecho de vía del ferrocarril, se encuentran asentamientos humanos, comercios.
	Oeste	Uso habitacional, industrial y de servicios.

Fuente: Mapa Digital de México - INEGI Versión 6.3.0. 2017 y carta temática del INEGI.

Tabla II.1.6-3 Colindancias o puntos de interés

Colindancia	Punto cardinal	Distancia en metros	Descripción
Asentamientos humanos	Norte	307 – 783	Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman.
	Noreste	444 – 949	Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman.
	Sureste	266 – 1,000	Asentamientos humanos del ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca.
	Sur	80 – 1,000	
	Suroeste	119 – 948	
	Oeste	10 – 944	Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman.
	Noroeste	203 – 987	
Hospitales	Noreste	244	Hospital Psiquiátrico Dr. Rodolfo Nieto Padrón.
Escuelas	Norte	477	Jardín de Niños Miguel Ángel Bounarrotti.
	Noroeste	417	CBT No. 2 Octavio Paz, Acolman.
		430	Telesecundaria Sor Juana Inés de la Cruz.
Parques	Norte	130	Unidad Deportiva Mario Vázquez Raña, Tepexpan, Acolman.

Tabla II.1.6-3 Colindancias o puntos de interés

Colindancia	Punto cardinal	Distancia en metros	Descripción
	Noroeste	447	Campo de futbol Totolcingo.
Centros religiosos	Sur	140	Capilla San Juan Bautista en el ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca.
	Suroeste	360	Iglesia pastoral en el ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca
ANP y/o Reserva Ecológica	---	---	La Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman no se ubicará dentro o cerca de algún Área Natural Protegida y/o Reserva Ecológica[2], únicamente se localiza dentro de la región hidrológica prioritaria 68 (RHP 68) – Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México[3].
Cuerpos de agua	---	---	No se encuentran cuerpos de agua cercanos a la ubicación de la instalación.
Carreteras	Norte	10	Carretera México-Texcoco (tramo Lechería-Texcoco).
		295 – 998	Calles de Tepexpan, Acolman.
	Este – Sureste	250 – 924	Carretera tramo Lechería-Texcoco.
	Sur	15	Vía de ferrocarril Veracruz.
	Sur – Suroeste	53 – 1,000	Calles del ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca.
	Oeste – Noroeste	20 – 1,100	Calles de Tepexpan, Acolman.
Instalaciones industriales	Este	43	Síntesis y formulaciones de Alta Tecnología S. A. de C. V.
		77	PQ Servicios Logísticos.
		100	Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana Sección XV.
		145	Verificación Vehicular (VerifiCentro AC991).
		330	Productores Agropecuarios Tepexpan.
	Noroeste	10	Muelles Tractosuspensiones y Soldaduras.
		170 – 560	Establecimientos de comercios y servicios varios.

Fuente: Mapa Digital de México - INEGI Versión 6.3.0. 2018.

En el **Anexo B1** se incluye el "**Plano de Colindancias**" escala 1: 8 000, en un radio de 500 metros y en el **Anexo A3** se muestra el "**Croquis de Localización**" escala 1: 12 500 de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.

La **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** se ubicará en una zona de uso industrial y comercial, orientada principalmente a la industria no contaminante y de bajo consumo de agua, comprende principalmente a las industrias

[2] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) listado de 182 áreas naturales de carácter federal. 2017.
[3] La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) maneja el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos de México considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

existentes en Tepexpan y a tres grandes núcleos: uno al norte de la Autopista a las Pirámides, a ambos lados de El Olivo y Santa Cruz, otro al surponiente de San Marcos Nepantla y el tercero al norte de Xometla, otra al sur de Tepexpan y otra al oriente de la cabecera municipal de Acolman sobre el camino a San Pedro Tepetitlán y una más al norte de la cabecera municipal, aprovechando en todos los casos las ventajas de la comunicación vial y ferroviaria que ofrece la zona.

CAPÍTULO III.
ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICOS

Índice

III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICOS 1

III.1 Descripción de (los) sitio (s) o área (s) seleccionada (s) 1

III.1.1 Flora 1

III.1.1.1 Vegetación 2

III.1.2 Fauna 2

III.1.3 Suelos 2

III.1.3.1 Orografía 2

III.1.3.3 Geología 3

III.1.4 Hidrología 3

III.1.4.1 Hidrología superficial 4

III.1.4.2 Hidrología subterránea 4

III.1.5 Densidad demográfica del sitio 5

III.1.5.1 Crecimiento de la población 5

III.1.5.2 Índice de natalidad y mortalidad en la localidad 6

III.1.5.3 Distribución de la población por género para la localidad 6

III.1.5.4 Giros o actividades desarrollados por terceros 6

III.1.5.5 Población económicamente activa 6

III.1.5.6 Principales actividades de la población económicamente activa 7

III.2 Características climáticas entorno a la instalación 8

III.2.1 Temperatura (mínima, máxima y promedio) 8

III.2.2 Precipitación pluvial (mínima, máxima, promedio) 8

III.3 Intemperismos severos 10

III.3.1 Sismo 10

III.3.2 Corrimiento de tierra 11

III.3.3 Derrumbes o hundimiento 11

III.3.4 Efectos meteorológicos adversos 12

III.3.5 Inundación 12

III.3.6 Pérdidas de suelo debido a la erosión 13

III.3.7 Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos 13

III.3.8 Riesgos radiactivos 14

III.3.9 Huracanes 14

III.4 Identificación de aspectos e impactos ambientales 15

III.4.1. Diagnóstico ambiental 18

III.4.1.1. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales 20

III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICOS

III.1 Descripción de (los) sitio (s) o área (s) seleccionada (s)

Ubicación geográfica del área del proyecto.

La **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** se ubicará en la colonia San Miguel Totolcingo en el municipio de Acolman, Estado de México, en la carretera México-Texcoco tramo Lechería-Texcoco. En la **Figura III.1-1** se muestra la localización del proyecto. Ver Plano **Anexo C1** "**Cartografía**".

Figura III.1-1 Localización del sitio del proyecto

Fuente: Mapa Digital de México - INEGI Versión 6.3.0. 2018.
O Localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.**

III.1.1 Flora

Los ecosistemas son unidades complejas en donde convergen variables bióticas (clases fisonómicas, comunidades vegetales, especies florísticas, entre otras), variables abióticas (clima, geología, geomorfología, topografía, tipo de suelo, régimen hídrico, etc.) y antropogénicas (impacto sobre las anteriores y sus interrelaciones), conformando un sistema con

sus propias características y flujos de energía. La región del proyecto es un área perturbada sensiblemente, donde los elementos naturales han sido alterados, modificados o eliminados, y donde actualmente, no existe comunidad o población florística relevante, desde la perspectiva ecológica.

III.1.1.1 Vegetación

El tipo de uso de suelo y vegetación en la zona de localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** está representado principalmente por agricultura de riego con espacios dedicados a agricultura de temporal[1]. Sin embargo, actualmente los usos de suelo indicados ya no corresponden a estos, debido a que las áreas agrícolas que existían en la zona han sido sustituidas por áreas de actividades industriales y de desarrollos habitacionales que se llevan a cabo en las áreas naturales del municipio de Acolman. Ver **Anexo C1** "**Cartografía**".

En el área del proyecto e influencia cercana, se identifica una marcada alteración del sitio, debido al crecimiento poblacional que ha presentado el municipio y consigo la urbanización de la zona, desprovista de vegetación natural, en su lugar ha sido sustituida por actividades industriales, de servicios o urbanas, particularmente a la comunidad de Tepexpan. De manera general la vegetación en la zona de ubicación de la instalación es de tipo inducida, por lo que se encuentran especies como eucalipto azul (*Eucaliptus globulus*) y pirul (*Schinus molle*). En cuanto a vegetación del estrato arbóreo en las inmediaciones del sitio se presentan especies como: tabaquillo (*Nicotiana glauca*), nopal blanco (*Opuntia megacantha*), durazno (*Prunus persica*).

No se encuentra ninguna especie vegetal incluida en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.

III.1.2 Fauna

La poca vegetación existente en el sitio de localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**, aunado a la expansión urbana y a la modernización de la ciudad han modificado las condiciones naturales del área y las zonas colindantes, lo que ha generado la poca incidencia de la fauna silvestre, la falta de vegetación ha incidido en la pérdida de hábitat para la fauna induciendo que considerables especies se desplacen hacia otras zonas.

Las poblaciones de fauna que se observan en la zona son aquellas que encontraron en las condiciones físicas y bióticas remanentes, las características idóneas para desarrollar su ciclo de vida parcial o total.

El tipo de fauna que logra desarrollarse en la zona es doméstica correspondiente a los géneros *Canis* sp. (perro), *Felis* sp. (gatos), caballo, burros, res, ratas de campo; se encuentran algunas especies de aves como el gorrión casero (*Passer domesticus*), paloma huilota (*Zenaida macroura*), chorlo tildío (*Charadrius vociferus*), pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), tórtola cola larga (*Columbia inca*) y una especie de lagartija espinosa panza rosada (*Sceloporus variabilis*). La zona al encontrarse totalmente modificada no hay fauna nativa.

En la zona de localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** no existen especies de fauna amenazadas o con algún estado de vulnerabilidad de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.1.3 Suelos

III.1.3.1 Orografía

El municipio de Acolman se encuentra en el Eje Neovolcánico Transversal, dentro de la Provincia Ecológica de los Lagos y Volcanes de Anáhuac, caracterizada por el predominio de rocas volcánicas en las partes altas, que constituyen el 58.76%

[1] Carta de uso de suelo y vegetación de la Serie III, escala 1: 250,000 INEGI.

de la superficie municipal y enmarcan un valle central, cuyo extremo surponiente se une a la cuenca de lo que fue el gran lago de Texcoco.

El municipio se encuentra sobre terrenos que corresponden a la parte nororiental del Valle de México o la Cuenca de México. Ocupa una porción plana, apenas interrumpida con tres elevaciones, que representan el cinco por ciento de la superficie del estado. Acolman se localiza en la parte sur del valle de Teotihuacán, el sistema topográfico del municipio está constituido por las faldas de la sierra del cerro de Patlanchique y el cerro Chiconautla. Sus terrenos más bajos se sitúan hacia el centro y sudeste del municipio, las zonas semiplanas se localizan en el noreste principalmente. Las llanuras se ubican en la porción centro norte y sur del municipio.

III.1.3.2 Edafología

Los factores de formación de suelo manifiestan una acción acelerada, debido a las características del clima, la topografía, el material parental, tiempo geológico, vegetación y el manejo de los mismos.

Los tipos de suelo del territorio de Acolman se distribuyen de la siguiente manera: en la porción este sobre la sierra Patlachique los suelos son de tipo *leptosol lítico;* hacia el centro del municipio se encuentran suelos tipo *vertisol;* al poniente del municipio los suelos son del tipo *feozem;* al sur en su parte más baja el suelo es de tipo *solonchak.*

De acuerdo a datos edafológicos del INEGI, para la zona donde se establecerá la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** se identifica la unidad de suelo *solonchak gleyico (Zg).* Ver **Anexo C1 "Cartografía"**.

Solonchak gleyico (Zg). Suelos con horizonte sálico o con elevado contenido de sales cuando menos en alguna de sus capas. En estado natural son aptos para actividades agrícolas, requieren de lavado intenso si se destinan a ese fin; algunos pueden destinarse a pastizales con especies resistentes a la salinidad.

III.1.3.3 Geología

La zona que comprende el municipio de Acolman se encuentra rodeada de rocas ígneas extrusivas, formadas principalmente por el enfriamiento de la lava en la superficie terrestre y son resultado del vulcanismo del Eje Neovolcánico. En la parte noroeste se encuentran algunos afloramientos de rocas ígneas extrusivas básicas y rocas sedimentarias clásticas, al este se encuentran rocas ígneas extrusivas intermedias; en la zona centro – sur y este del municipio se encuentran suelos de origen aluvial residual lacustre del periodo Cuaternario de la Era Cenozoica.

La geología de la zona en la que se ubicará la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** está constituida por sedimentos del periodo Cuaternario (*Q*) de la era Cenozoica, rocas de tipo ígnea extrusiva (*Qlgeb*). Ver **Anexo C1 "Cartografía".**

Este sustrato geológico cobra importancia por estar relacionado en forma indirecta en aspectos que influyen en el uso de la tierra, entre los que destacan los siguientes:

a. Constituye un factor básico en la formación de suelos, ya que influye en la génesis y composición de los mismos.
b. Guarda estrecha relación con la configuración y evolución del relieve.
c. Es posible la identificación de unidades mediante la técnica de fotointerpretación, porque existe alta correlación con los patrones de drenaje natural.
d. Su estudio detallado a nivel regional es una referencia confiable en la localización y exploración de hidrocarburos y minerales.

III.1.4 Hidrología

La hidrología del municipio de Acolman tiene su origen en la zona montañosa ubicada al poniente del mismo. Está formada por arroyos intermitentes que solo actúan en el período de lluvias de junio a agosto. Las corrientes en su mayoría son

infiltradas en las inmediaciones entre el valle y la estructura montañosa. También en la porción oriente, influenciado por las faldas de la Sierra Patlachique, otras corrientes intermitentes tienen lugar dando origen a infiltraciones que enriquecen los mantos freáticos.

III.1.4.1 Hidrología superficial

El área donde se establecerá la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** se encuentra en la región hidrológica RH26 Alto Pánuco, en la cuenca "D" del río Moctezuma, subcuenca "p" Lago de Texcoco y Zumpango. Ver Carta de Hidrología Superficial en el **Anexo C1** "**Cartografía**".

La región hidrológica número 26 Pánuco, se localiza al noreste y oriente de México en parte de los estados de Guanajuato, Hidalgo, Querétaro, México, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, drena una superficie de 81,922.18 km^2, y tiene como límites al norte con la cuenca hidrológica del Río Soto La Marina, dentro de la región hidrológica número 25 San Fernando-Soto la Marina; al sur por la cuenca hidrológica del Río Tula, dentro de la misma región hidrológica número 26 Pánuco; al este con la cuenca hidrológica Laguna Morales-San Andrés de la región hidrológica número 25 San Fernando-Soto la Marina, el Golfo de México y la región hidrológica número 27 norte de Veracruz, y al oeste con las regiones hidrológicas número 37 Salado y 12 Lerma-Santiago. Es una región muy importante pues además de contar con un considerable caudal de aguas del Río Pánuco el cual sirve como la fuente más importante del centro de la República para riego agrícola, a lo largo de su recorrido se encuentran ciudades en expansión como Tula, Ixmiquilpan, Pánuco y Tampico.

La cuenca del río Moctezuma es un sistema de ríos que fluyen hacia el este para desembocar en el Golfo de México después de unirse al río Pánuco. Se localiza en el centro de México, cruzando el eje Neovolcánico de sur a norte y atravesando la Sierra Madre Oriental a la altura de los estados de Querétaro e Hidalgo, con un área de influencia que se extiende a los ríos Santa María, Estórax, Tanculín, Claro, Amajac, Tamuín y Verdito, entre los más importantes, en los estados de Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí e Hidalgo, abarcando el área denominada Confluencia de las Huastecas.

Los recursos hidrológicos del municipio de Acolman están representados por algunos acueductos como son: el río San Juan que fluye de norte a sur y el río Papalotla que fluye en dirección noreste a sur, ambos escurrimientos se desplazan hacia los lagos artificiales de la Comisión Vaso de Texcoco. El municipio de Acolman forma parte de la región hidrológica XIII y la subregión del Valle de México por lo que cuenta con importantes escurrimientos que lo atraviesan como es el caso de los afluentes más importantes del municipio los ríos San Juan (Nexestaquipayac) y Grande.

En la **Tabla III.1.4.1-1** se presentan los cuerpos y corrientes de agua más cercanos al sitio donde se ubicará la instalación, así como la dirección y ubicación de cada uno de ellos con respecto al área del proyecto.

Tabla III.1.4.1-1 Cuerpos de agua

Tipo de cuerpo de agua	Nombre del cuerpo de agua	Distancia y dirección	
Río	San Juan	5.450 km	Noreste
Cuerpo de agua	Sin nombre de tipo intermitente	3.400 km	Suroeste

Fuente: Mapa Digital de México - INEGI Versión 6.3.0. 2018.

III.1.4.2 Hidrología subterránea

Las aguas subterráneas son aquellas que se filtran y fluyen bajo la tierra formando mantos acuíferos cuando encuentra una capa impermeable que no le permite bajar más abasteciendo manantiales y pozos.

El sitio donde se establecerá la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** se encuentra situado en la zona de explotación de la Cuenca del Valle de México clave 9-01, en donde el acuífero está constituido por sedimentos lacustres y aluviales, intercalados con cenizas volcánicas que cubren derrames básicos e intermedios y conglomerados calcáreos.

El espesor del sedimento fluctúa entre los 200 y 800 m. La recarga del acuífero se realiza a través de la precipitación pluvial y por los escurrimientos originados en los volcanes que conforman la Sierra de Río Frío, así como los provenientes de la Sierra Nevada. El valor de la recarga se estima para la zona en 487 mm^3 por año, mientras que la extracción se estima alrededor de 672.6 mm^3 por año, de los que se destinan un 17% a actividades agrícolas, 77.4% para uso público urbano, el 0.7% para uso doméstico y el 4.9% a actividades industriales. Todo esto genera una condición geohidrológica de sobreexplotación del acuífero.

Los niveles del agua fluctúan de 50 a 200 mm de profundidad, considerándose que en general se presenta agua de buena calidad con sólidos totales disueltos entre 100 y 125 partes por millón, sin embargo, actualmente es importante la presencia de áreas restringidas por la incidencia de aguas residuales.

El área de localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** corresponde al Acuífero 1507 Texcoco[2], el cual abarca totalmente el municipio de Acolman y limita al norte con el acuífero Cuautitlán-Pachuca, perteneciente al Estado de México; al este con el acuífero Soltepec, perteneciente al estado de Tlaxcala; al sur y sureste con el acuífero Chalco-Amecameca, perteneciente al Estado de México y al oeste con el acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México, perteneciente a la Ciudad de México.

La localización del sitio presenta características que corresponden a la época del Pleistoceno y reciente, terrazas marinas, gravas, arenas y limos, depósitos aluviales y lacustres, permeabilidad media a alta (generalizada). Ver **Anexo C1 "Cartografía"**.

III.1.5 Densidad demográfica del sitio

III.1.5.1 Crecimiento de la población

El Estado de México cuenta con 16,187,608 habitantes, de los cuales 8,353,540 son mujeres y 7,834,068 son hombres, la entidad ocupa el primer lugar a nivel nacional por su número de habitantes; por su parte el municipio de Acolman tiene una población total de 152, 506 habitantes[3].

En la siguiente tabla se presentan datos del crecimiento poblacional para la localidad más cercana al sitio donde se ubicará la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**.

Tabla III.1.5.1-1 Crecimiento poblacional en 5 años.

Localidad	Año 2005			Año 2010		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Tepexpan	48, 103	23, 584	24, 519	102, 667	50, 505	52, 162

Fuente: INEGI, Censo 2005 y 2010.

El comportamiento poblacional del municipio de Acolman lo cataloga como un municipio semirural con pequeñas localidades, salvo la conurbación desde Tepexpan a la Colonia Lázaro Cárdenas ubicada en la colindancia del municipio con Ecatepec. La dinámica acelerada de crecimiento tanto en población como en desarrollo comienza a dar a Acolman un peso ligeramente superior respecto de la población del estado, pasando del 0.58% en el año 2000 al 0.83% en el presente,

[2] Comisión Nacional del Agua: Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Texcoco (1507), Estado de México. Publicada en el Diario Oficial de la Federación. Abril 2015.

[3] Los datos poblacionales para el Estado de México y el municipio de Acolman se tomaron de la Encuesta Intercensal 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

lo que es un indicador de que este municipio ha iniciado su incorporación plena al proceso de crecimiento urbano del Área Metropolitana del Valle de México.

III.1.5.2 Índice de natalidad y mortalidad en la localidad

La tasa bruta de natalidad registra 1,536 nacimientos por cada mil habitantes a nivel municipal, los datos para el municipio de Acolman se indican en la **Tabla III.1.5.2-1.**

Tabla III.1.5.2-1 Nacimientos y defunciones a nivel municipal

Indicador	Unidad de medida	Cantidad
Nacimientos registrados	Persona	1,536
Defunciones generales	Persona	340
Defunciones generales por un año	Persona	11
Tasa bruta de natalidad	Por mil	8.4
Tasa bruta de mortalidad	Por mil	2.0
Tasa de mortalidad infantil	Por mil nacidos vivos	7.7

Fuente: INEGI, Censo 2010.

III.1.5.3 Distribución de la población por género para la localidad

Con base en los resultados del Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI y la encuesta intercensal (2015), la población de Acolman es de 152,506 habitantes de los cuales 74,567 personas corresponden a la población masculina y 77,939 a la población femenina, esto es que por cada 100 hombres hay 104.58 mujeres. Se obtuvo un incremento del 10.41% frente a la población total del año 2010 que fue de 136,558 habitantes.

En la **Tabla III.1.5.3-1** se describen los datos obtenidos por el censo del INEGI 2010 de la población por género para la localidad Tepexpan.

Tabla III.1.5.3-1 Población por género para la localidad.

Localidad	Población por género		
	Total	Hombres	Mujeres
Tepexpan	102, 667	50, 505	52, 162

Fuente: INEGI, Censo 2010.

III.1.5.4 Giros o actividades desarrollados por terceros

Las actividades económicas al interior del municipio de Acolman marcan una línea de participación de cada actividad, por lo que es importante realizar un análisis para detectar la clasificación económica del municipio.

III.1.5.5 Población económicamente activa

El municipio de Acolman tiene una población económicamente inactiva que representa el 60.04% del total de la población de doce años y más; por otro lado, la población ocupada es de 62 532 personas, según últimos datos arrojados por el INEGI representa el 39.95% de la población económicamente activa. La población económicamente inactiva está representada por estudiantes, amas de casa, jubilados y pensionados e incapacitados permanentes.

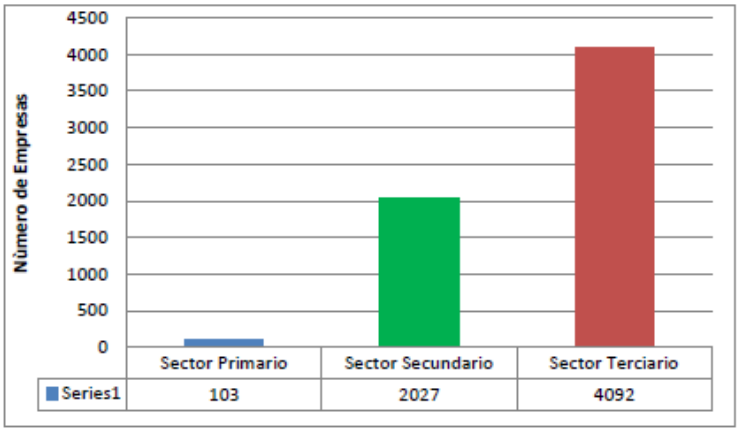
Población de 12 años y más	Condición de actividad económica				
	Población Económicamente Activa			Población no económicamente activa	No especificado
	Total	Ocupada	Desocupada		
93 966	62 532	59278	3254	31223	211

III.1.5.6 Principales actividades de la población económicamente activa

La principal actividad económica de los habitantes del municipio de Acolman está en el sector servicios, lo cual representa el 61.15% de la población ocupada (PO), le siguen las actividades del sector secundario con el 32.59% y el sector primario con 1.65%. Lo anterior se ve reflejado en las **Figuras III.1.5.6-1** y **III.1.5.6-2.**

- Sector Primario: minería, agricultura, ganadería, pesca y silvicultura.
- Sector Secundario: industrias manufactureras o transformadoras.
- Sector Terciario: comercio y servicios en general.

Figura III.1.5.6-1 Establecimientos por sector de actividad económica de Acolman 2015



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Acolman 2016-2018.

Figura III.1.5.6-2 Porcentaje de la Población Económicamente Activa por sector en Acolman

Año	Total	Primario (Agropecuario, Silvicultura y Pesca)	Porcentaje	Industria	Porcentaje	Servicios	Porcentaje	No especifico	Porcentaje
2007	49700	981	1.97	17709	35.63	30884	62.14	125	0.25
2008	50427	1055	2.09	17278	34.26	32029	63.52	66	0.13
2009	52452	960	1.83	16920	32.26	34453	65.68	119	0.23
2010	52347	963	1.84	17382	33.21	33904	64.77	98	0.19
2011	55362	982	1.77	17414	31.45	36903	66.66	65	0.12
2012	56759	935	1.65	18469	32.54	37243	65.62	112	0.20
2013	59066	865	1.46	19637	33.25	38527	65.23	37	0.06
2014	58265	1020	1.75	19071	32.73	37963	65.16	211	0.36
2015	59278	978	1.65	19318	32.59	38772	65.41	211	0.37

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Acolman 2016-2018.

III.2 Características climáticas entorno a la instalación

En el área de localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** se presentan características climáticas correspondientes al tipo de clima seco con lluvias en verano de tipo semiseco (BS_1 kw), templado a finales de invierno y principios de primavera, caluroso a fines de primavera y principios de invierno, con una interacción al sureste de tipo templado subhúmedo con lluvias en verano C (wo) (W). Ver **Anexo C1 "Cartografía"**.

La temperatura promedio en la región es 15.7ºC, la mínima se establece en 4º C bajo cero en periodo de octubre a diciembre, la temperatura media máxima corresponde a 36º C.

Se presenta una precipitación media anual de 602.9 mm. No obstante, se perciben cambios climáticos a nivel regional en donde los patrones se encuentran con una dinámica de desplazamiento o anticipación variable.

III.2.1 Temperatura (mínima, máxima y promedio)

Para determinar la temperatura de la zona donde se ubicará la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**, se consideran los datos (por década-año) de la estación meteorológica 15263 Acolman de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) por ser la más cercana (operando con disponibilidad de información) al área del proyecto, en la **Tabla III.2.1-1** se presentan los valores.

Tabla III.2.1-1 Temperaturas Estación 15263 Acolman

Década	Año	Mínima	Media	Máxima
2000	2002	-8.0	10.5	30.0
	2003	-7.0	14.0	32.0
	2004	-6.5	12.0	27.5
	2005	-6.0	12.0	30.0
	2006	-7.0	10.5	29.0
	2007	-4.0	12.5	29.5
	2008	-7.0	12.0	29.5
	2009	-5.5	11.0	29.5
	2010	-3.0	13.0	29.5
Promedio década		-7.0	13.0	29.5
2010	2011	-6.0	11.5	29.0
	2013	-5.0	11.0	29.0
	2014	-6.0	8.5	28.0
	2015	-5.0	11.0	28.0
Promedio década		-6.0	11.5	29.0

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional 2000-2010.

III.2.2 Precipitación pluvial (mínima, máxima, promedio)

Para que la precipitación pluvial ocurra es indispensable la presencia de aire húmedo, si el aire es demasiado seco, la precipitación puede desprenderse de una nube, pero nunca llegar a la superficie del suelo. Debido a la presencia de una masa de aire húmedo, la precipitación se produce principalmente por 4 causas: orográficas, de convección, de convergencia y ciclónicas, todas ellas provocan la ascensión del aire caliente y consecuentemente una presión más baja que conduce a la expansión y pérdida de calor. El enfriamiento provocado, implica una reducción en la capacidad de retención de la humedad, la que a su vez produce la precipitación.

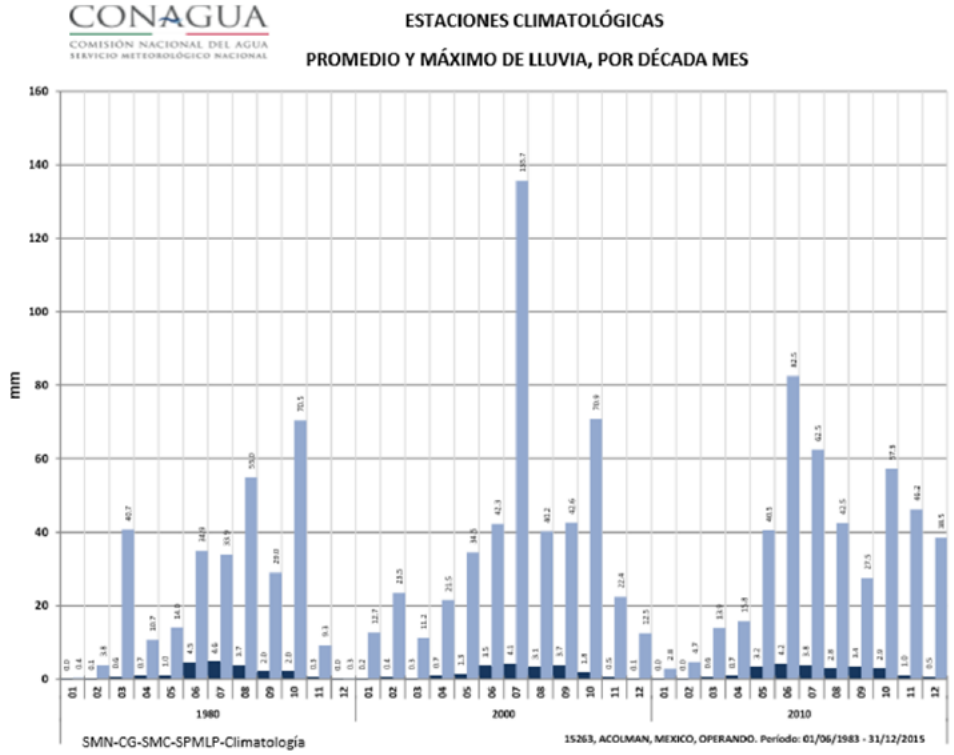
En el municipio de Acolman el mes más seco es febrero, la mayor parte de la precipitación cae en julio. En la **Tabla III.2.2-1** se presentan los registros de precipitación indicados en la estación meteorológica 15263 Acolman y en la **Figura III.2.2-1** la distribución anual promedio de precipitación:

Tabla III.2.2-1 Lluvia (mm) por década - año, Estación 15263 Acolman

Década	Año	Mínima	Máxima
2000	2002	1.3	35.7
	2003	2.0	77.4
	2004	1.9	42.6
	2005	0.9	34.2
	2006	1.5	33.0
	2007	1.5	37.2
	2008	1.5	41.2
	2009	1.9	70.9
	2010	2.9	135.7
Promedio década		1.7	135.7
2010	2011	1.5	82.5
	2013	1.5	31.7
	2014	2.8	62.5
	2015	2.0	42.5
Promedio década		1.9	82.5

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional 2000-2010.

Figura III.2.2-1 Distribución anual de precipitación en la zona del proyecto



III.2.3. Dirección y velocidad del viento

En el Estado de México existen dos regímenes dominantes que prevalecen durante el año:

1. Un flujo zonal del oeste, ligados con las altas presiones subtropicales, este régimen persiste en esta zona durante las dos terceras partes del año.
2. Un flujo de aire tropical noreste, suroeste procedente del Golfo de México, ligado con los alisios, invade la zona de junio a septiembre, estos vientos acarrean la humedad produciendo la ocurrencia de lluvias.

Los vientos dominantes para la zona de ubicación de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** provienen del noreste en los meses de marzo a mayo, alcanzando velocidades de hasta 2 m/s debido al túnel que se forma entre los cerros de Chiconautla, Talhuilco y la Sierra Patlachique, en los meses de febrero y abril los vientos dominantes provienen del sur.

III.3 Intemperismos severos

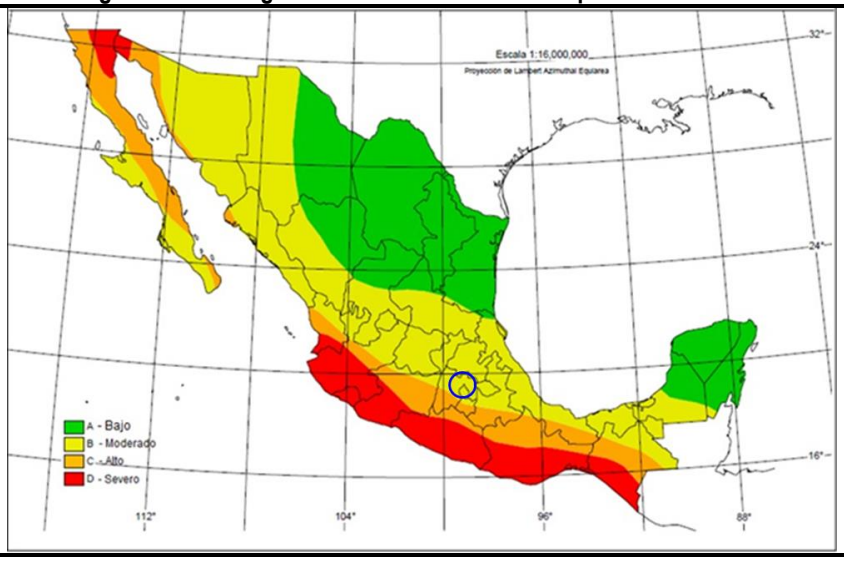
(X) ¿Terremotos (sismicidad)?
( ) ¿Corrimientos de tierra?
( ) ¿Derrumbamientos o hundimientos?
(X) ¿Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)?
(X) ¿Inundaciones (historial de 10 años)?
( ) ¿Pérdidas de suelo debido a la erosión?
( ) ¿Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?
( ) ¿Riesgos radiológicos?
( ) ¿Huracanes?

III.3.1 Sismo

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), clasifica a México en cuatro regiones sísmicas llamadas A, B, C y D que indican el grado de riesgo que existe en caso de que ocurra un sismo. El municipio de Acolman es vulnerable ante eventos sísmicos como consecuencia de la inestabilidad del terreno por su relación geográfica con el Lago de Texcoco, debido a ello, con el sismo de 1985 varios edificios quedaron resentidos, principalmente la Escuela Secundaria Técnica de Tequisistlán, la Iglesia de la Virgen del Rosario que se encuentra en riesgo debido a que una de sus esquinas quedó inclinada provocando el fracturamiento de su estructura, que provocó que la torre del campanario tenga un alto riesgo de desplome, ante ello el organismo de protección civil del estado entre sus recomendaciones propone establecer un área de restricción para prever la caída de la torre, además de pedir la asesoría del INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia) para conservar el patrimonio arquitectónico.

El sitio donde se ubicará la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** se encuentra dentro de la zona sísmica B con riesgo moderado (**Figura III.3.1-1**), es importante mencionar que debido a las condiciones del subsuelo del sitio de ubicación de la Terminal pueden presentarse altas aceleraciones recibiendo efectos sísmicos, sin embargo, el área no ha sido epicentro de ningún evento de esta índole.

Figura III.3.1-1 Regionalización Sísmica de la República Mexicana.



Fuente: Regionalización Sísmica de la República Mexicana en el Manual de Obras Civiles del CENAPRED.
Localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.**

III.3.2 Corrimiento de tierra

Una característica casi invariable que puede dar origen a un deslizamiento o corrimiento de tierra es "la presencia o ausencia de agua", según el tipo de formación geológica involucrada. Muchos de los taludes naturales se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos y los colapsos se pueden iniciar con facilidad. Los temblores intensos junto con los procesos de erosión son causas comunes que pueden actuar en diversas formas, aunque muy probablemente el factor más importante de todos los que pueden provocar un problema de inestabilidad de laderas naturales, sea el cambio en las condiciones de contenido de agua del subsuelo. Esto puede ser generado por interferencia con las condiciones naturales de drenaje, evaporación excesiva de suelos que normalmente están húmedos o un incremento en el agua del subsuelo producido por lluvias excesivas.

La zona de localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** no es susceptible a este tipo de fenómeno debido a su ubicación, ausente de taludes y corrientes de agua que pudiesen predisponer el área a un riesgo por corrimientos de tierra.

III.3.3 Derrumbes o hundimiento

En regiones donde se efectúa extracción de agua subterránea mediante bombeo profundo, es común observar hundimientos de la superficie natural del terreno. Mientras mayor sea el volumen de agua que se extrae del subsuelo, los estragos de la compresión volumétrica serán de mayor proporción, llegando a manifestarse no solamente en el hundimiento del terreno, sino por desplazamientos relativos en el sentido horizontal, que originan la formación de grieteas de tensión de manera alarmante y peligrosa para los habitantes.

El sitio donde se ubicará la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman no está propenso a riesgos por deslaves, debido a que no colinda con barrancas, taludes o acantilados, por tanto, se encuentra fuera de riesgo o vulnerabilidad a este tipo de fenómenos, no se han registrado derrumbes o deslizamientos de tierra o rocas en la zona circundante a la instalación.

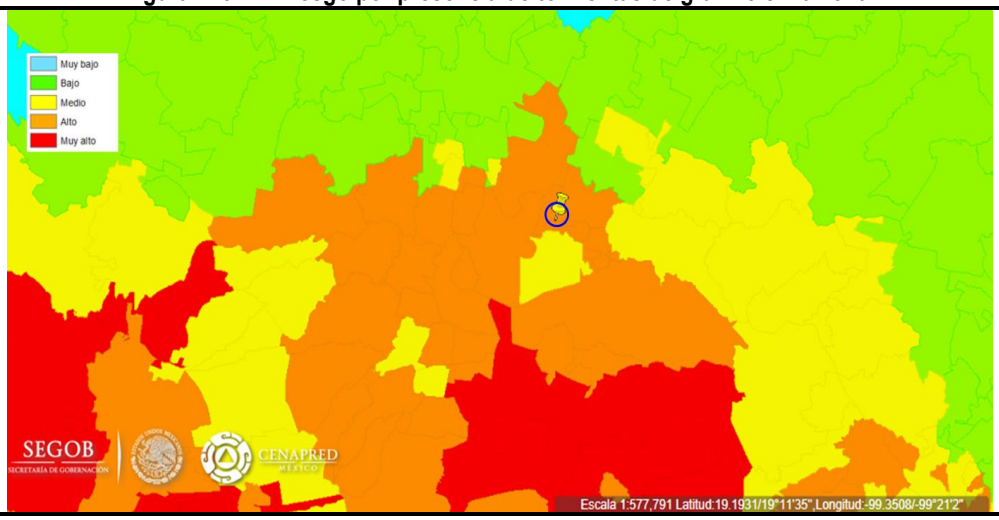
III.3.4 Efectos meteorológicos adversos

El área donde se ubicará la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolma**n presenta un índice de peligro por inundación *muy alto*, grado de peligro *alto* por bajas temperaturas, índice *medio* de temperatura mínima extrema, índice *alto* por presencia de heladas (sólo el 9.2% de los municipios de México tienen una alta exposición a heladas), grado *muy bajo* de peligro por presencia de ciclones tropicales, índice *muy bajo* de peligro por nevadas a escala municipal, índice *alto* de peligro por tormentas de granizo, de 10 a 19 días con tormenta eléctrica, índice *alto* de peligro por tormentas eléctricas y grado *bajo* de peligro por sequía (Atlas Nacional de Riesgos México, 2018).

Nortes. Durante los meses de diciembre a febrero se registra la intrusión de masas de aire helado que generalmente son de baja intensidad, sin embargo, se han presentado vientos fríos con graves consecuencias para los terrenos de cultivos.

Granizadas. La zona de ubicación de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolma**n presenta riesgo alto a presencia de tormentas de granizo, las cuales se manifiestan en los meses de julio a septiembre en un promedio de 10 a 20 días con al menos 10 cm de espesor de granizo destruyendo casas con techos de láminas, inundaciones y anegamientos temporales (Ver **Figura III.3.4-1**).

Figura III.3.4-1 Riesgo por presencia de tormentas de granizo en la zona.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).
○ Localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.**

III.3.5 Inundación

Las inundaciones pueden definirse como el aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce, en este caso, nivel normal, se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños ni pérdidas. Se manifiestan en extensas zonas de terreno por lo que es una de las catástrofes que mayor número de víctimas producen en el mundo.

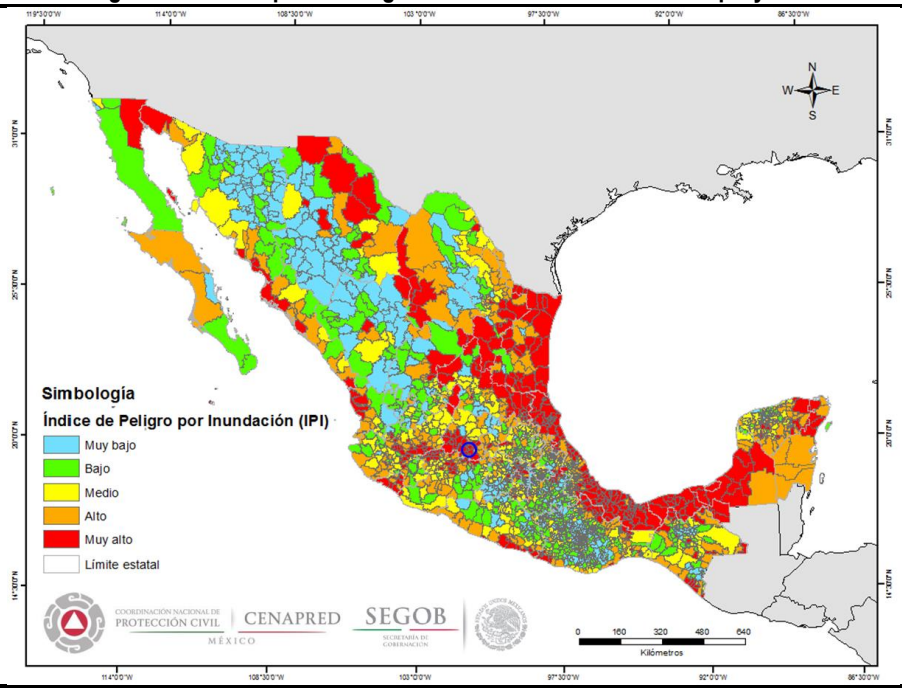
Las condiciones de hidrología superficial del Estado de México se encuentran formadas por numerosas corrientes intermitentes que se originan en las partes altas de las elevaciones que se encuentran ubicadas al este y noreste en límite de los municipios de Acolman y Tecámac.

La zona de ubicación de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman no se encuentra propensa a inundaciones o afectaciones por este tipo de eventos causados por desborde de cuerpos o corrientes de agua, sin embargo, se presenta

un índice muy alto por peligro de inundación, ocasionado por precipitaciones pluviales extraordinarias y por la falta de una buena infraestructura hidráulica y sobre todo la falta de una descarga de agua pluviales[4].

En la **Figura III.3.5-1**, se presenta el mapa de riesgo de inundación en la zona del proyecto.

Figura III.3.5-1 Mapa de Riesgo de Inundación en la zona del proyecto.



Fuente: Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, CENAPRED.
Localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.**

III.3.6 Pérdidas de suelo debido a la erosión

La degradación del suelo por erosión consiste en el desgaste o la pérdida paulatina de los horizontes edáficos la cual puede presentarse de manera areal (erosión laminar) o de manera lineal (cárcavas), por agentes hídricos, eólicos, kársticos, marinos y glaciales, siendo los dos primeros los más representativos en el territorio mexicano. A pesar de que la erosión constituye un proceso natural, las actividades humanas pueden incrementar la velocidad de erosión con efectos ambientales más severos que los que ocurren de manera natural.

En el municipio de Acolman se detecta una superficie de 91.60 ha con erosión severa, erosión que está ocurriendo por la destrucción de áreas verdes con el fin de ampliar las zonas agrícolas y por la alta actividad minera consistente en bancos de material para la construcción.

III.3.7 Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos

El acelerado crecimiento de la población en el municipio de Acolman ha iniciado un importante desequilibrio ecológico, que, aunque no es grave aún, se manifiesta principalmente en la contaminación de arroyos y barrancas, del aire y del suelo, así como deforestación acelerada en laderas de cerros que impiden una adecuada recarga de mantos acuíferos, erosión y cambio en el uso de suelo. El grado de deterioro en el municipio se ha dado fundamentalmente en la deforestación y en la contaminación del suelo, principalmente por las descargas de aguas residuales a cuerpos de agua sin tratamiento previo.

[4] Atlas de inundaciones Odapas Acolman, 2012. Servicios de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales del municipio de Acolman.

Este grado de contaminación, y previendo el crecimiento futuro de la población, hace necesaria la implementación de las siguientes políticas a fin de conservar y preservar el medio ambiente:

- Establecer el ordenamiento de uso de suelo conforme a criterios técnico-ecológicos. Determinar el impacto ambiental de las principales obras de los diferentes sectores, con el fin de prevenir el deterioro del medio ambiente.
- Controlar la utilización de material contaminante y residuos en instalaciones industriales.
- Implementar técnicas de captación de agua de lluvia en zonas de uso agrícola de temporal.
- Implementar programas permanentes de limpieza y desazolve de ríos, principales escurrimientos, canales y represas del municipio.
- Decretar las áreas naturales como zonas de protección ecológica, en las propuestas como de valor para la recarga acuífera en la Sierre Patlachique y Chiconautla.

III.3.8 Riesgos radiactivos

El municipio de Acolman es atravesado por ductos de PEMEX (que contienen LP y gas natural) cruzan una gran parte del municipio; casas habitación, escuelas e infraestructura municipal, están en riesgo debido a la presencia de estos ductos, esto representa un riesgo de tipo químico. Al oriente del municipio de Acolman se encuentran diversas instalaciones que representan riesgo para la población: instalaciones de PEMEX, la termoeléctrica y microindustria que se dedica a la fabricación de productos de hule y plástico, principalmente en las colonias Los Ángeles y Ampliación Los Ángeles. De igual forma, se encuentran algunos polvorines distribuidos en el municipio, cercanos a varios centros poblaciones y las instalaciones de la fábrica de pinturas COMEX.

Por lo anterior, se puede concluir que no existen Riesgos Radiactivos en o cerca de la zona donde se ubicará la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.

III.3.9 Huracanes

Un ciclón tropical consiste en una gran masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión. Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la presión que existe en su centro o la intensidad de sus vientos, se les denomina depresión tropical (presión de 1,008 a 1,005 mb o velocidad del viento menor a 63 Km/h), tormenta tropical (presión de 1,004 a 985 mb o velocidad del viento entre 63 y 118 Km/h) y huracán (presión menor a 984 mb o velocidad del viento mayor a 119 Km/h), se clasifican de acuerdo a la escala de ciclones Saffir-Simpson (características de los posibles daños materiales e inundaciones).

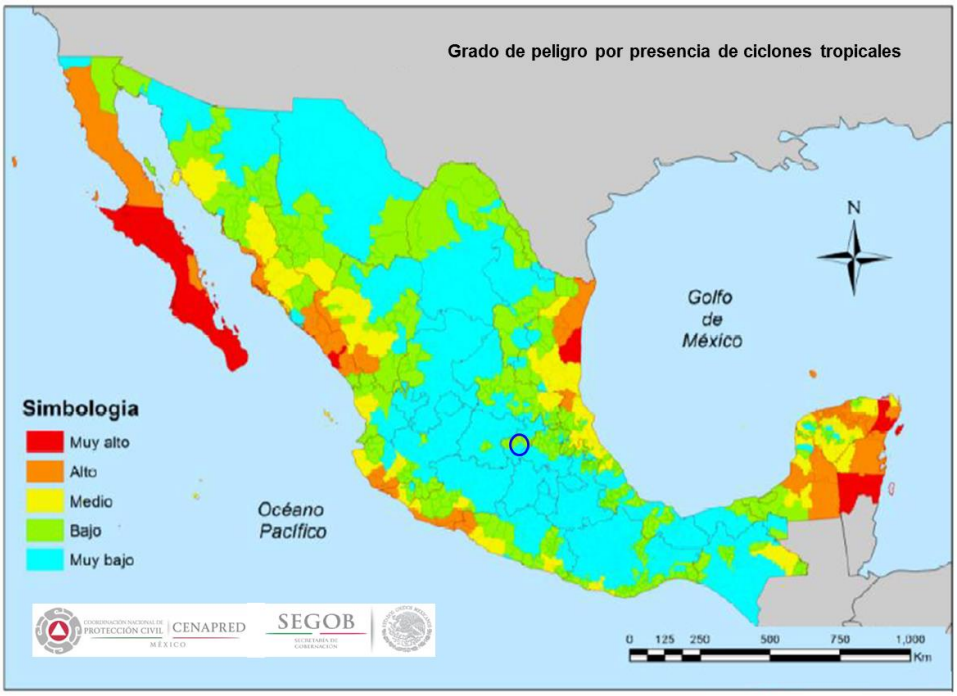
El mapa de peligro por incidencia de huracanes (CENAPRED ocupa como acepción general **ciclones tropicales** se elaboró a partir de un estudio que consistió en analizar estadísticamente la incidencia de trayectorias de ciclones tropicales en una malla de cuadros de 2° de latitud por 2° de longitud. Una vez que se determinó la malla de estudio sobre la República Mexicana se trazaron las trayectorias de ciclones tropicales sobre la misma y se calculó la probabilidad de que pase un ciclón tropical en cada uno de los cuadros, con lo cual se puede contar con un criterio para definir un nivel de peligro muy alto, alto, mediano bajo y muy bajo.

México presenta una alta vulnerabilidad a la incidencia de ciclones tropicales (CTs). Diversas zonas son afectadas por los impactos ciclónicos, que originan lluvias, oleajes y vientos extremos, ocasionando pérdidas económicas significativas en diversos sectores socioeconómicos y, en el peor de los casos, de vidas humanas.

El municipio de Acolman se encuentra en el interior de la República Mexicana y no es frecuente que se vea dramáticamente influenciado por tormentas tropicales o huracanes, sin embargo, cuando se presenta alguna tormenta la precipitación mensual supera los 190 mm, para el municipio la CONAGUA indica que los ciclones o huracanes tienen una influencia poco frecuente pero potencialmente importante en la precipitación de la zona, estas tormentas son más comunes durante el verano y principios de otoño, el efecto de esto se refleja como fuertes lluvias.

En el área donde se ubicará la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** no se considera la presencia de huracanes o tormentas tropicales, únicamente se presentan secuelas de dichos fenómenos, es decir, nublados y/o lluvias intensas (ver **Figura III.3.9-1**), la zona presenta riesgo muy bajo de presencia de ciclones tropicales.

Figura III.3.9-1 Mapa de peligro por presencia de ciclones tropicales.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos, CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres).
○ Localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.**

III.4 Identificación de aspectos e impactos ambientales

Calidad paisajística

La calidad visual del paisaje está relacionada directamente con la percepción del medio, por tanto se consideran sus características respecto a los atributos estéticos como morfología, color, textura, fondo, etc.(los datos se presentan en la **Tabla III.4-1**), estos atributos se definieron como relevantes a partir de la cuenca visual y se especificaron en el fondo escénico del entorno inmediato a una distancia aproximada de 500 m donde predominan como elementos: el corredor urbano-comercial-industrial-habitacional, escasos espacios agrícolas, asentamientos humanos dispersos, así mismo, se utilizó una modificación del método de Bureau of Land Management (BLM, 1980) al cual se le asignó un puntaje a cada elemento de acuerdo a sus características.

Tabla III.4-1 Atributos destacados en el sitio de ubicación de la instalación y su entorno inmediato

Atributo y puntaje	Características destacadas
Morfología 3	Llanura aluvial (áreas de pendiente suave).
Vegetación 1	Áreas verdes con espacios públicos o camellones, en otras áreas se encuentran especies de pastizal inducido, presencia de vegetación ruderal y otra inducida con fines de uso ornamental (pirul y eucalipto).
Agua 3	Debido a las características de la topoforma de llanura y a la escasa pendiente, no existe la presencia de ríos, arroyo o cuerpos de agua, el gasto pluvial es captado por el drenaje pluvial municipal, el resto se infiltra de manera natural. Por falta de un sistema de drenaje entubado, las aguas residuales de las áreas urbanas descargan a canales a cielo abierto y en algunos casos al río Grande, terminando por drenarse al subsuelo en su recorrido, evaporándose o al final del recorrido estancándose, lo que ocasiona la presencia de un fenómeno de inundación en épocas de lluvia extrema. La parte del municipio en donde se presenta el problema de descarga de aguas negras, es principalmente al sur (zona conocida como radiofaro), ya que corre un canal de aguas negras en donde descargan las localidades del municipio a lo largo de la vía del ferrocarril.
Color 1	La poca variación de color está marcada por la temporada de lluvias y estiaje entre áreas sin vegetación y con vegetación secundaria (primaria) que colonizan áreas en desuso.
Textura y contraste 1	Se presenta poca variación de textura, únicamente se percibe entre áreas en desuso, asentamientos humanos, áreas comerciales, industrial y escasas áreas de pastizal y áreas de cultivo con algunas áreas con vegetación inducida.
Fondo escénico 3	El panorama del paisaje predomina en un área propiamente llana, semiplana urbana y en proceso de consolidación en un corredor comercial, de servicios, industrial y habitacional.
Rareza 1	No existen elementos singulares que posean rareza y el paisaje urbano común en la zona y preferencial a lo largo del tramo carretero federal Texcoco-Lechería.
Actuación humana 1	Alrededor del sitio de ubicación de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman se presentan áreas altamente modificadas por el hombre (actividad agrícola, industrial, vía férrea, asentamientos humanos, centros de salud, termo eléctrica, bancos de material, entre otros).

Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

Acorde con la evaluación anterior, el puntaje total es de 14, valor que indica que en el entorno inmediato en un radio de 500 m, se tiene una *calidad paisajística media* debido a que se trata de áreas que a pesar de presentar algunos rasgos que aportan variedad al paisaje resultan ser muy comunes en la región o en esta porción del municipio, por tanto, no se tiene un valor de excepcionalidad lo que da como resultado un *paisaje homogéneo urbano y en consolidación* con algunos elementos que aportan variedad, aunque no es significativa perceptual, al menos en escala humana.

Fragilidad visual

Para la evaluación de este punto se consideran la visibilidad y calidad del paisaje, a los cuales se les aplicó la metodología diseñada por Yeomans, en 1086 con una modificación, esta consiste en la asignación de valores a cada factor determinante del paisaje, estos valores se indican en la **Tabla III.4-2**, los valores van del 1 al 3 siendo 1 el valor más bajo y 3 el más alto, posteriormente se realiza la sumatoria de dichos valores y se multiplica por dos para determinar la capacidad de absorción visual del paisaje y por consiguiente su fragilidad.

Tabla III.4-2 Factores evaluados en la determinación de la fragilidad visual

Factor	Características	Valor
Pendiente	Bajo o llano con inclinación menor de 8º.	1
Estabilidad del suelo y vulnerabilidad a la erosión	Las zonas paralelas a la carretera federal Lechería-Texcoco y colonias aledañas se encuentran urbanizadas y en proceso, no se desarrollan procesos erosivos debido al avance y cobertura urbana.	1
Potencial estético	Potencial moderado debido a que en el sitio no existen elementos singulares ni de valor histórico o cultural. Pero si se reconocen áreas con este valor en el entorno, particularmente en el asentamiento identificado como Tepexpan, el cual se encuentra ubicado a 2 m al noreste respecto al sitio de ubicación de la Terminal.	1
Vegetación	El entorno se caracteriza por vegetación inducida con fines de alineación urbana y ornato, en el entorno aún se identifican espacios agrícolas de pastizal inducido principalmente.	1
Actuación humana	Actividades humanas visiblemente permanentes en continua extensión y consolidación.	3
Contrastes de color	Contrastes de color bajos, perceptibles principalmente por el desarrollo urbano existente o por la ausencia de vegetación en determinados sitios.	1
Subtotal		8
Total = sumatoria x 2		16

Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

El valor obtenido corresponde a una capacidad de absorción moderada, lo cual se debe en parte a que el paisaje dentro del cual se ubica el proyecto corresponde a una cuenca abierta, con relieves bajos o llanos, que cubre una extensión de llanura amplia, características que influyen levemente en la fragilidad visual al hacer poco evidentes cambios estructurales como la creación de cualquier tipo de infraestructura vertical o edificaciones.

A pesar de que sí existe fragilidad visual, la actividades referentes a la instalación de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman, no modificarán significativamente el entorno paisajístico respecto a sus componentes y características actuales, debido a que la construcción para el almacenamiento temporal y distribución de combustibles, se integrará como una construcción en apego a la normatividad, legislación, especificaciones de PEMEX y seguridad, es por ello que se considera que el medio donde se ubicará el sitio de la Terminal es completamente capaz de absorber los cambios originados por la obra, debido a que en el área ya existen los usos de suelo de tipo industrial, comercial, de servicios y habitacional.

De acuerdo con lo anterior, se determina que, derivado de la ejecución de la obra, el escenario paisajístico no será sujeto a transformaciones significativas en términos de magnitud y percepción, la obra se integrará al entorno y uso de suelo permitido en esta sección del municipio de Acolman y de la propia traza urbana de la localidad en donde se pretende operar.

III.4.1. Diagnóstico ambiental

Actualmente el sitio donde se ubicará la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman, se encuentra en desuso por parte de sus propietarios o promovente, sin embargo, debido a su ubicación y a las características que presenta, se considera que tiene un antecedente agrícola desde hace décadas, lo cual han llevado a la degradación en algunos de sus elementos ambientales principalmente en sus características orgánicas.

Una vez descritos los componentes ambientales del área donde se ubicará la Terminal, se continua con el diagnóstico ambiental mediante un análisis basado en la comparación del estado de los elementos identificados en el área, para con ello determinar el escenario una vez establecida la Terminal (escenario modificado). Es así que, para la calificación del análisis realizado, mediante el cual se determinó el grado de alteración de cada elemento se utilizó la siguiente escala de valoración, misma que considera los rangos porcentuales de las características naturales de la superficie como referencia.

- Alto ($x \geq 30\%$). Las características naturales, no son reconocibles y dominan aquellas derivadas de la alteración, el elemento natural ha desaparecido de más del 30% del escenario dominante.
- Medio ($10\% \geq x \leq 30\%$). Reservado para cuando existe una alteración importante de los componentes naturales que definen el elemento, pero aquel que lo caracteriza aún es evidentemente dominante en el escenario perceptivo se estima que el efecto se manifiesta en más del 10 y menos del 30% en proporción, dentro del escenario perceptivo.
- Bajo ($x \leq 10\%$). Descriptor de un elemento o componente del ambiente, que conserva la mayoría de los elementos que lo definen y se puede asegurar que no difiere significativamente de aquel que podría concebirse como inalterado, el efecto es perceptible en menos del 10% del escenario.
- Nulo ($x = 0$). Cuando las condiciones del ambiente no cuentan con elementos perceptibles que permitan calificar el deterioro, por inexistente o por insignificante.

Para una mejor integración del diagnóstico, se consideran criterios de valoración netamente cualitativa de acuerdo a la naturaleza del elemento (física, biológica o socioeconómica):

- Calidad: concebido para los elementos físicos del ambiente, este parámetro se refiere a la desviación de los valores identificados pero adosados al factor naturalidad, contra los valores perceptibles de un ambiente no alterado.
- Naturalidad: referente a los elementos bióticos, se califica el estado de conservación de la biocenosis e indica el grado de perturbación derivado de la acción humana, en comparación con otro de referencia, que se ubica relativamente cerca.
- Representatividad: se aplica a la concepción de los atributos del escenario socioeconómico y se refiere a qué tan relevante es el elemento respecto a las principales actividades en la localidad.

Así mismo, se consideraron las tendencias de: deterioro natural, grado de conservación y calidad de vida que se pudieran suscitar en cada elemento, a partir de las actividades propias del proyecto y en función de tiempo y espacio.

La **Tabla III.4.1-1** contiene la descripción de los elementos perceptibles del ambiente, con su condición y grado de alteración estimada, el listado incluye los elementos más representativos y sensibles al cambio en el ámbito eco o sociológico, esto bajo una apreciación dimensional antrópica.

Tabla III.4.1-1 Condición de los elementos del escenario actual y proyección en el escenario modificado

Elemento	Factor de condición	Grado de alteración estimada
Medio físico		

Tabla III.4.1-1 Condición de los elementos del escenario actual y proyección en el escenario modificado

Elemento	Factor de condición	Grado de alteración estimada
Modificación del clima local	De acuerdo con las características físicas del sitio donde se ubicará la Terminal y por la naturaleza de la obra a realizar, se estima que no habrá afectación alguna a las condiciones climáticas regionales, a nivel puntual serán a apenas sensibles los cambios; sin embargo, con el paso del tiempo se adecuarán las condiciones climáticas además del acondicionamiento de áreas libres y verdes, las que seguirán siendo las mismas hasta antes de la ejecución de la obra proyectada y su operación.	Bajo
Modificación en litología	La afectación que se considera en este elemento, es debido a la excavación que se realizará para la instalación de la infraestructura (tubería, tanques, estacionamientos, etc.), sin embargo, las características naturales del suelo han sido modificadas previamente con la desecación del ex lago de Texcoco, que se realizaron anteriormente con diferentes fines, ya que el proyecto se encuentra dentro de la zona urbana (corredor comercial-industrial preferente) y en proceso de consolidación.	Bajo
Modificación en la geomorfología	Debido a que el sitio del proyecto se encuentra en una llanura aluvial, no se consideran alteraciones al relieve por el desarrollo del proyecto, no se alterará el relieve del sitio o del entorno, debido a que ya ha sido modificado con anterioridad con la desecación, actividades agropecuarias y actualmente el corredor comercial-industrial y habitacional existentes y paralelo a la carretera federal Lechería-Texcoco.	Bajo
Naturalidad del suelo	Debido a que el sitio del proyecto actualmente se encuentra alterado por la incidencia de actividades humanas y urbanización en la zona y considerando la naturaleza del proyecto, se establece que la alteración en este elemento será solo por la excavación temporal para la instalación de la infraestructura, actividad que se prevé no afectará de forma local o regional.	Bajo
Calidad del agua subterránea	Se prevé que el proyecto, en su etapa de operación no afecte la calidad del agua subterránea, sin embargo, durante las etapas de preparación y construcción podría verse afectada por contaminación de agentes que pudieran entrar cuando se haga la excavación, pero atendiendo las medidas de prevención pertinentes esto se evitará.	Bajo
Medio biótico		
Vegetación	Debido a las características del sitio donde se ubicará la Terminal, en cuanto a presencia de especies vegetales, se estima que no habrá afectación alguna, ya que ha sido mencionada la escases de este elemento en el sitio.	Nulo
Fauna	Debido a que todas las actividades del proyecto se realizarán dentro del área urbana y a la nula presencia de fauna silvestre, se estima que no habrá afectación a este elemento.	Nulo
Demografía	El proyecto beneficiará de manera baja el entorno de la colonia en la cual se ubicará la Terminal, consolidando el uso de suelo	Baja

Tabla III.4.1-1 Condición de los elementos del escenario actual y proyección en el escenario modificado

Elemento	Factor de condición	Grado de alteración estimada
	industrial, se pretende la generación de empleos en las distintas etapas que conlleven a su operación y mantenimiento. No se generarán nuevos núcleos de población.	
Economía	La realización del proyecto traerá consigo la creación de nuevos empleos, durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento, lo que beneficiará económicamente la región.	Baja
Factores socioculturales	Debido a la naturaleza del proyecto no se prevén impactos a este elemento.	Bajo

Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

Como conclusión general del diagnóstico del ecosistema se enuncia lo siguiente:

El ecosistema presente se encuentra inmerso en una zona urbana del sur-sureste del municipio de Acolman y en un entorno en consolidación urbana. Los elementos naturales concernientes a la vegetación son nulos, presentando áreas que en su mayoría son habitacionales, de uso mixto, servicios, comercial e industrial.

Con respecto a la fauna silvestre, esta se ha desplazado hacia zonas donde encuentren condiciones similares a su ecosistema, por lo que en el sitio donde se ubicará la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman y en el entorno no se identificaron especies de animales silvestres, más que fauna doméstica y/o adaptada a ambientes urbanos.

III.4.1.1. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

El objetivo de la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales es realizar una valoración de la situación actual de la zona de influencia del proyecto, interrelacionando sus características con el medio natural a fin de identificar y describir los impactos ambientales que puede provocar la obra o actividad durante sus diferentes etapas.

Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para la evaluación del proyecto se empleó la metodología de Análisis de los Criterios Relevantes Integrados (CRI) (Buroz, 1994), que consiste en la elaboración de índices de impacto ambiental para cada efecto identificado en matrices de acciones y subcomponentes ambientales (método Leopold, 1971), con la cual se realizó un análisis en las diferentes etapas proyectadas (etapa de preparación del sitio, construcción, pre operación y etapa de operación y mantenimiento), las cuales se interrelacionan con los factores o componentes ambientales.

Indicadores de impacto

Con base en la información recopilada, analizada y procesada en este capítulo, se elaboró una lista de los factores ambientales y otra de las diferentes actividades a desarrollar en cada una de las etapas del proyecto. Estas listas, se cotejaron durante los trabajos de campo ejecutados en la superficie del terreno seleccionado y en las colindancias inmediatas, con el objeto de destacar aquellos aspectos de relevancia desde el punto de vista ambiental.

La evaluación consistió en la identificación, análisis y valoración de las interrelaciones entre los principales componentes o factores ambientales junto con las principales actividades que conlleva cada etapa proyectada, esta evaluación se determinó por medio de una matriz de correlación la cual se integró de la siguiente forma:

- Componentes ambientales, atributos o factores.
- Actividades realizadas en cada una de las etapas proyectadas.

Lista indicativa de indicadores de impacto

En la **Tabla III.4.1.1-1**, se presentan los componentes o factores ambientales que presentaron modificaciones o alteraciones tanto positivas como negativas, debido a la ejecución de las actividades en el proceso de preparación, construcción y operación del proyecto propuesto.

Tabla III.4.1.1-1 Componentes o factores ambientales

Factor	Componente	Descripción
Factores físicos	Calidad del aire	La dinámica atmosférica juega un importante papel en la dispersión de contaminantes o en su transporte hacia zonas circundantes o alejadas, según sean las características del entorno, pero también es un elemento susceptible por la presencia de olores ofensivos, humos o polvos que por las actividades a desarrollar se generan en determinado sitio. El movimiento de tierras, como la operación de maquinaria de combustión interna, son posiblemente los impactos más notables que sufre.
	Niveles de ruido y vibraciones	Cuando se utiliza la expresión ruido o vibraciones como sinónimo de contaminación acústica, se hace referencia a todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas, con una intensidad alta en consecuencia directa no deseada de las propias actividades que se desarrollen en el proceso de consolidación de la obra proyectada.
	Calidad del agua superficial / subterránea	Las condiciones geológicas, topográficas e incluso geohidrológicas son prácticamente afectadas por casi cualquier obra, en mayor o menor grado, su inclusión es obligada en cualquier proyecto, excepto que se desarrollen en sistemas previamente alterados. Las aguas pluviales que precipitan sobre la superficie del terreno, dependiendo de la constitución del suelo o subsuelo, su granulometría y profundidad, presentan una migración vertical u horizontal, asociada a la intensidad del evento hidrometeorológico y de la geomorfología local.
	Erodabilidad	El suelo como el elemento natural del entorno sobre el cual se depositan materiales o presentan un uso de suelo específico con diversos desarrollos de actividades, es objeto de afectación prácticamente por cualquier obra, su estabilidad y cohesión está relacionada con la ruptura durante los trabajos de remoción de vegetación o excavación que lo hacen susceptibles a ser erosionado perdiendo sus cualidades originales.
	Calidad del suelo	Los efectos se manifiestan en su calidad, por los materiales que sobre él se depositen o se agregue, sobre todo sin son considerados como materiales residuales y que serán objeto de una descomposición forzada o acelerada. Los atributos del perfil y geomorfología, como los elementos del escenario perceptibles, son alterados por la construcción de artefactos sobre él y las modificaciones por la ejecución de actividades de relleno y nivelación; así el uso potencial, puede ser limitado para algunas actividades de manera real o prejuiciosa según se su ejecución.
Factores biológicos	Cobertura vegetal	Es un elemento susceptible de relevancia en el ambiente como componente natural, pues está presente prácticamente en todos los lugares donde se desarrolle un proyecto de obra, bien en sus formas silvestres, ruderales y oportunistas, introducidas con fines de ornato o para su aprovechamiento. Solo en acasos excepcionales este componente no está presente, como en zonas industriales o totalmente urbanizadas.
	Fauna	Las formas animales o similares de tipología heterótrofa, siempre asociadas, dependientes estrechamente relacionadas con la flora, son tan susceptibles como esta. No obstante, por el poder de agilidad de estos organismos,

Tabla III.4.1.1-1 Componentes o factores ambientales

Factor	Componente	Descripción
		pueden estar involucrados individuos o poblaciones de ecosistemas remotos que frecuenten el sitio como visitantes regulares. Sin embargo, en ambientes urbanos el componente faunístico queda restringido básicamente a la edafofauna, invertebrados que se ven afectados por la excavación. Las actividades del proyecto, relacionadas con la operación, pueden tener asociados aspectos que promuevan la aparición de fauna nociva o distinta que entre en competencia con la nativa.
Paisaje	Calidad visual	Está contemplado como la unión de una serie de atributos en comunión con la flora, fauna, el medio físico y socioeconómico del sitio en evaluación y su entorno. Es altamente susceptible al cambio, puesto que con la remoción de los elementos arbóreos (en caso que se remuevan, derriben o trasplanten) se eliminan una serie de beneficios ambientales y ecológicos que no son ajenos del entorno y sus dinámicas. En un componente que no puede faltar en la evaluación, puesto que relacionan el entorno al proyecto que permanece y tendrá que coincidir en el tiempo con su operación. Su afectación se valora por la calidad visual.
Factores socioeconómicos	Empleo y mano de obra	La generación de empleos directos e indirectos, se considera como un indicador importante no solo del éxito del proyecto, sino de su trascendencia dentro de las políticas de desarrollo en el área de ubicación de sus actores.
	Calidad de vida	Se considera como uno de los pilares en las gestiones de gobierno o de los protagonistas en la toma de decisiones, lo constituye velar por mantener y elevar el estilo y calidad de vida de sus gobernados, por lo que será este elemento también un indicador fundamental del proyecto.
	Derrama económica	Todo desarrollo conlleva un efecto económico reflejado en la adquisición de insumos y servicios que tienen un impacto, el cual, dependiendo de la magnitud de la obra, podrá ser puntual o regional.
	Vialidad y tránsito	Toda obra nueva necesita del empleo de caminos de acceso o de la actualización de la señalización vial, tanto peatonal como vehicular, este tipo de infraestructura permite el flujo de mercancías, personas y artículos en general, que pueden formar parte del proyecto o bien estar relacionados directo o indirectamente con este, con la finalidad de cooperar o intervenir en el buen funcionamiento.

Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

En la **Tabla III.4.1.1-2**, se describen las principales actividades a realizar durante la obra proyectada, las cuales en conjunto causan diversas alteraciones o beneficios a los componentes ambientales: antes, durante y después del desarrollo de la obra propuesta.

Tabla III.4.1.1-2 Actividades del proyecto

Etapa	Actividad	Descripción
Construcción	Uso de maquinaria y equipo	Además del equipo y herramienta de mano, en esta etapa se pretende el empleo de maquinaria, referente a retroexcavadoras y rotomartillos para las actividades de excavación y cimentación de la edificación; para las actividades de construcción, montaje de estructuras metálicas e instalaciones en general se utilizarán diferentes equipos que funcionan a base de electricidad o algún combustible. Por las particularidades de los diferentes equipos a emplear, se considera que sus efectos pueden ser aditivos.

Tabla III.4.1.1-2 Actividades del proyecto

Etapa	Actividad	Descripción
	Transporte	Para la edificación de la obra proyectada será necesario contar con diversos materiales de construcción, los cuales serán adquiridos en casas materialistas situadas en las inmediaciones de la obra proyectada, o bien de centros especializados en su venta, por lo que dichos traslados deberán ser debidamente programados e identificados a fin de no entorpecer sitios o vialidades.
	Excavación	Debido a que muchas obras dependiendo de las características de las edificaciones, requieren cimentaciones importantes, que involucren afectaciones por debajo del nivel natural del suelo, este aspecto será evaluado en especial, ya que, por los fenómenos asociados de capilaridad y presión, el perfil de los acuíferos también se deforma consecuentemente, el drenaje subterráneo sufre modificaciones también llegan incluso a mostrarse en superficie.
	Almacenaje de material de construcción	Los diversos materiales requeridos en las labores constructivas deberán ocupar un espacio dentro del polígono de afectación o en sitios colindantes previa autorización, estos sitios pueden afectar algunos de los componentes ambientales ya mencionados, en caso de que no se tomen en cuenta las disposiciones adecuadas, como la elección del sitio, que estos permanezcan cubiertos, etc.
	Generación de residuos	Toda obra en proceso constructivo genera diversos residuos de obra y residuos domésticos, los cuales deberán de ser almacenados temporalmente al interior del predio, para su posterior disposición por el promovente o empresas autorizadas para su reciclado o reúso.
Operación y mantenimiento	Uso de agua potable	Los trabajadores de la planta tendrán que satisfacer su necesidad del vital líquido para consumo e higiene.
	Uso de energía	Cada área de la planta tendrá una demanda de electricidad y combustible para funcionamiento de equipos y luminarias.
	Carga de combustibles a los autos-tanque	La circulación de los autos-tanque de la planta para la carga y distribución de combustibles, generará emisiones de gases en el área.
	Generación y manejo de residuos	En esta etapa del proyecto se espera generar residuos sólidos de tipo urbano, los cuales se separan en orgánicos e inorgánicos, a fin de darles un manejo adecuado y evitar la incidencia de fauna nociva al interior de la obra proyecta.
	Generación de agua residuales	Como consecuencia del uso de agua potable, se generará agua residual y por ende se incrementará la aportación de esta localmente.
	Mantenimiento de instalaciones	Las instalaciones deberán contar con mantenimiento preventivo y correctivo tanto en la construcción en general como en cada una de las instalaciones y áreas que la integran, el cual deberá estar programado además de contar con bitácoras a fin de conocer y contar con un historial de posibles fallas detectadas a través del tiempo

Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

Elaboración de las matrices e identificación de impactos

El desarrollo, análisis y uso de una matriz de interacción actividad-ambiente facilita el manejo de las acciones con respecto a los diferentes componentes ambientales del sitio, identificando adecuadamente las interacciones resultantes y por lo tanto, determinando cualitativa y cuantitativamente los impactos ambientales más significativos mediante un análisis de tales interacciones.

Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Descripción de la técnica y los criterios evaluados

La técnica consiste en la interrelación de las acciones (columnas), con los diferentes componentes ambientales (filas), identificando cada una de las interacciones, en el punto de intersección entre ambas, se procede a conceptuar el impacto esperado.

Intensidad. Se refiere al vigor con que se manifiesta el cambio por las acciones del proyecto, basado en una calificación subjetiva se estableció la predicción del cambio neto entre las condiciones con y sin proyecto. El valor numérico de intensidad varía de 1 a 3 dependiendo del grado de cambio sufrido, siendo 3 = valor indicativo de mayor impacto, 2 = muy bajo impacto, se designa el valor 1 a los impactos leves o imperceptibles y/o para impactos inexistentes.

Matriz de Intensidad del Impacto Ambiental

Actividades-Acciones	Componentes Ambientales	Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad del agua	Erodabilidad	Calidad del suelo	Cubierta vegetal	Fauna	Calidad visual	Empleo de mano de obra	Calidad de vida	Derrama económica	Vialidad y tránsito	Peso relativo de actividades
Preparación	Uso de maquinarias y equipo	3	3	1	3	2	0	0	1	2	3	3	3	24
	Excavación	3	2	2	0	0	0	1	1	2	2	2	0	15
	Despalme	2	1	3	3	3	3	2	3	3	3	2	1	29
	Demolición y desmantelamiento	2	2	2	1	0	0	1	2	3	3	3	2	21
Construcción	Transporte de materiales	3	3	2	2	2	0	0	0	3	2	2	3	22
	Almacenaje de material de construcción	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	6
	Cimentación	1	1	1	3	3	3	1	3	3	3	3	0	25
	Instalación de tuberías de proceso	3	2	2	3	3	0	3	3	3	2	2	1	27
	Accesos viales a la planta	3	2	2	3	3	0	1	2	3	2	2	3	26
	Pre-comisionamiento (conexión con ductos existentes)	0	1	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	10
	Concreto hidráulico en áreas internas (vvalidades, diques de tanques de almacenamiento, estacionamientos y patio de maniobras, etc.).	2	1	2	3	3	0	1	0	3	3	3	1	22
	Montaje de llenaderas	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	7
	Montaje de descargaderas	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	7
	Generación de residuos	3	0	3	0	3	0	1	3	0	3	0	2	18
Pre operación	Pruebas sistema contra incendio	0	1	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	10
Operación	Uso de agua potable	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Uso de energía y combustible	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	8
	Carga de combustibles	2	2	0	0	1	0	0	0	2	3	3	3	16
	Descarga de combustibles	2	2	0	0	1	0	0	0	2	3	3	3	16
	Generación de residuos	2	0	2	0	2	0	2	3	1	2	0	2	16
	Generación de agua residual	1	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6
	Mantenimiento	0	1	1	0	0	0	0	0	3	3	3	0	11
Peso relativo componentes ambientales		35	26	32	21	26	6	13	23	43	54	40	26	345

Nota: el valor numérico de intensidad varía de 1 a 3 dependiendo del grado de cambio sufrido, siendo 3=valor indicativo de mayor impacto, 2=muy bajo, 1= impactos leves o imperceptibles y/o impactos inexistentes.

Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

Extensión o influencia espacial. Es la superficie afectada por las acciones del proyecto tanto directa como indirectamente o el alcance global sobre el componente ambienta el valor de la extensión es de 3 para impactos regionales, 2 para impactos locales, 1 para impactos puntuales y/o para impactos inexistentes.

Matriz de Extensión del Impacto Ambiental

Actividades-Acciones	Componentes Ambientales	Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad del agua	Erodabilidad	Calidad del suelo	Cubierta vegetal	Fauna	Calidad visual	Empleo de mano de obra	Calidad de vida	Derrama económica	Vialidad y tránsito	Peso relativo de actividades
Preparación	Uso de maquinarias y equipo	2	1	1	1	1	0	0	1	3	3	3	2	18
	Excavación	1	1	2	0	0	0	1	1	3	3	3	0	15
	Despalme	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	2	19
	Demolición y desmantelamiento	1	1	1	1	0	0	1	1	2	3	3	3	17
Construcción	Transporte de materiales	2	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	14
	Almacenaje de material de construcción	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3
	Cimentación	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	0	18
	Instalación de tuberías de proceso	1	1	2	1	1	0	1	1	2	2	2	1	15
	Accesos viales a la planta	1	1	2	1	1	0	1	1	2	2	2	2	16
	Pre-comisionamiento (conexión con ductos existentes)	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	9
	Concreto hidráulico en áreas internas (vvalidades, diques de tanques de almacenamiento, estacionamientos y patio de maniobras, etc.).	1	1	1	1	1	0	1	0	2	2	2	1	13
	Montaje de llenaderas	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	7
	Montaje de descargaderas	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	7
	Generación de residuos	2	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	2	9
Pre operación	Pruebas sistema contra incendio	0	1	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	7
Operación	Uso de agua potable	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Uso de energía y combustible	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	10
	Carga de combustibles	2	1	0	0	1	0	0	0	3	3	3	3	16
	Descarga de combustibles	2	1	0	0	1	0	0	0	3	3	3	3	16
	Generación de residuos	2	0	0	0	2	0	1	1	3	3	0	2	14
	Generación de agua residual	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6
	Mantenimiento	0	1	1	0	0	0	0	0	3	3	3	0	11
Peso relativo componentes ambientales		25	16	20	8	12	2	9	10	42	49	41	28	262

Nota: el valor de la extensión es de 3 para impactos regionales, 2 para impactos locales, 1 para impactos puntuales y/o para impactos inexistentes.
Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

Duración del cambio. Establece el período de tiempo durante el cual las acciones propuestas involucran cambios ambientales; se utilizó la siguiente pauta: el valor numérico de la duración es de 3 para impactos de largo plazo (más de 10 años), 2 para impactos de mediano plazo (5 a 10 años), 1 para impactos de corto plazo (menos de 5 años) y/o para impactos sin duración.

Matriz de Duración del Impacto Ambiental

Actividades-Acciones	Componentes Ambientales	Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad del agua	Erodabilidad	Calidad del suelo	Cubierta vegetal	Fauna	Calidad visual	Empleo de mano de obra	Calidad de vida	Derrama económica	Vialidad y tránsito	Peso relativo de actividades
Preparación	Uso de maquinarias y equipo	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	10
	Excavación	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	8
	Despalme	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
	Demolición y desmantelamiento	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	10
Construcción	Transporte de materiales	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	9
	Almacenaje de material de construcción	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3
	Cimentación	1	1	1	3	3	1	1	3	1	1	1	0	17
	Instalación de tuberías de proceso	2	1	2	1	3	0	1	1	1	1	1	1	15
	Accesos viales a la planta	1	1	2	1	2	0	1	1	1	1	1	1	13
	Pre-comisionamiento (conexión con ductos existentes)	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
	Concreto hidráulico en áreas internas (vvalidades, diques de tanques de almacenamiento, estacionamientos y patio de maniobras, etc.).	1	1	1	1	3	0	1	0	1	1	1	1	12
	Montaje de llenaderas	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	4
	Montaje de descargaderas	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	4
	Generación de residuos	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	7
Pre operación	Pruebas sistema contra incendio	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
Operación	Uso de agua potable	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Uso de energía y combustible	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	12
	Carga de combustibles	3	3	0	0	3	0	0	0	3	3	3	3	21
	Descarga de combustibles	3	3	0	0	3	0	0	0	3	3	3	3	21
	Generación de residuos	3	0	0	3	3	0	3	3	3	3	0	3	24
	Generación de agua residual	3	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	9
	Mantenimiento	0	1	1	0	0	0	0	0	3	3	3	0	11
Peso relativo componentes ambientales		28	20	20	13	24	2	11	14	25	33	24	21	235

Nota: la duración es de 3 para impactos de largo plazo (más de 10 años), 2 para impactos de mediano plazo (5 a 10 años), 1 para impactos de corto plazo (menos de 5 años) y/o para impactos sin duración.

Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

Signo o carácter del impacto. Se establece si el cambio en relación al estado previo de cada acción del proyecto es positivo (+ benéfico) o negativo (- adverso).

Matriz de Carácter del Impacto Ambiental

Actividades-Acciones	Componentes Ambientales	Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad del agua	Erodabilidad	Calidad del suelo	Cubierta vegetal	Fauna	Calidad visual	Empleo de mano de obra	Calidad de vida	Derrama económica	Vialidad y tránsito
Preparación	Uso de maquinarias y equipo	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	+1	-1	+1	-1
	Excavación	-1	-1	-1	0	0	0	-1	-1	+1	-1	+1	0
	Despalme	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
	Demolición y desmantelamiento	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	+1	+1	+1	+1	-1
Construcción	Transporte de materiales	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	+1	+1	+1	-1
	Almacenaje de material de construcción	-1	0	0	0	0	0	0	+1	0	+1	0	0
	Cimentación	-1	-1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	0
	Instalación de tuberías de proceso	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	+1	+1	+1	-1
	Accesos viales a la planta	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	+1	+1	+1	-1
	Pre-comisionamiento (conexión con ductos existentes)	0	-1	0	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	-1
	Concreto hidráulico en áreas internas (vvalidades, diques de tanques de almacenamiento, estacionamientos y patio de maniobras, etc.).	-1	-1	-1	+1	-1	0	-1	0	+1	+1	+1	+1
	Montaje de llenaderas	0	-1	0	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	0
	Montaje de descargaderas	0	-1	0	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	0
	Generación de residuos	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	0	-1	0	-1
Pre operación	Pruebas sistema contra incendio	0	-1	-1	0	0	0	0	0	+1	+1	0	0
Operación	Uso de agua potable	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uso de energía y combustible	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	+1	-1
	Carga de combustibles en autos tanque	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	+1	+1	+1	-1
	Descarga de combustibles hacia el almacenamiento	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	+1	+1	+1	-1
	Generación de residuos	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	+1	-1	0	-1
	Generación de agua residual	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0
	Mantenimiento	0	-1	-1	0	0	0	0	0	+1	+1	0	-1

Nota: un signo negativo (-1) implica un impacto adverso y un signo positivo (+1) un impacto benéfico, el valor 0 indica que no se produce un impacto.
Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

Magnitud. Es un indicador que sintetiza los criterios arriba descritos: intensidad, duración e influencia espacial; es un criterio integral, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$M_i = \Sigma[(I_i * W_I) + (E_i * W_E) + (D_i * W_D)]$$

Donde:

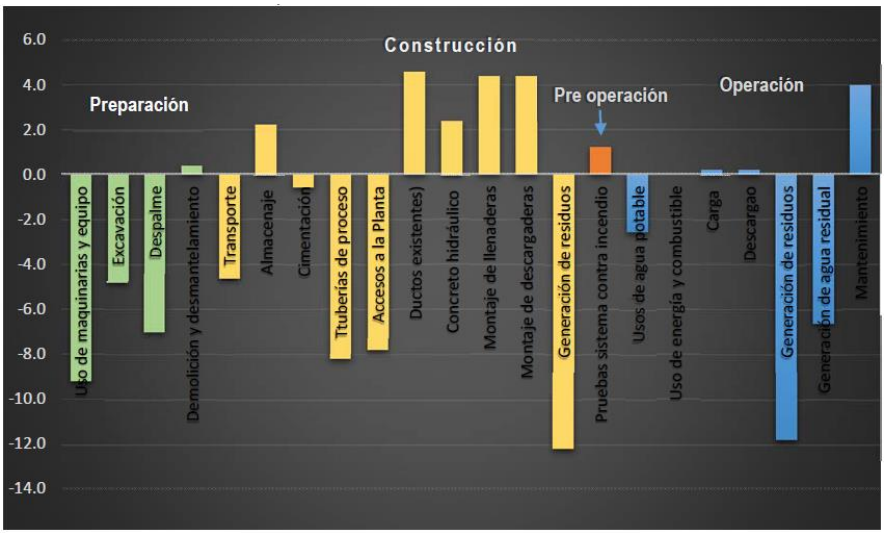
I = intensidad W_I= peso del criterio intensidad
E = extensión W_E= peso del criterio extensión
D = duración W_D= peso del criterio duración
Mi= Índice de Magnitud del efecto i **WI+ WE+ WD= 1**

Matriz de Magnitud del Impacto Ambiental

Actividades-Acciones	Componentes Ambientales	Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad del agua	Erodabilidad	Calidad del suelo	Cubierta vegetal	Fauna	Calidad visual	Empleo de mano de obra	Calidad de vida	Derrama económica	Vialidad y tránsito	Magnitud total del impacto sobre la actividad esperada	Núm. de impactos positivos	Núm. de impactos negativos	Núm. de impactos neutros
Preparación	Uso de maquinarias y equipo	-2.2	-1.8	-1.0	-1.8	-1.4	0	0	-1	2.2	-2.6	2.6	-2.2	-9.2	2	8	2
	Excavación	-1.8	-1.4	-1.8	0	0	0	-1	-1	2.2	-2.2	2.2	0	-4.8	2	6	4
	Despalme	-1.6	-1	-1.8	-1.8	-1.8	-1.4	-1.4	-1.8	2.6	2.6	2.2	-1.4	-7	3	9	0
	Demolición y desmantelamiento	-1.4	-1.4	-1.4	-1	0	0	-1	1.4	2.2	2.6	2.6	-2.2	0.4	4	6	2
Construcción	Transporte	-2.2	-1.8	-1.4	-1.4	-1.4	0	0	0	2.2	1.8	1.8	-2.2	-4.6	3	6	3
	Almacenaje de material de construcción	-1	0	0	0	0	0	0	1.4	0	1.8	0	0	2.2	2	1	9
	Cimentación	-1.4	-1	-1	2.2	-2.2	-1.8	-1	-2.2	2.6	2.6	2.6	0	-0.6	4	7	1
	Instalación de tuberías de proceso	-2	-1.4	-2	-1.8	-2.2	0	-1.8	-1.8	2.2	1.8	1.8	-1	-8.2	3	8	1
	Accesos viales a la planta	-1.8	-1.4	-2	-1.8	-2	0	-1	-1.4	2.2	1.8	1.8	-2.2	-7.8	3	8	1
	Pre-comisionamiento (conexión con ductos existentes)	0	-1	0	0	0	0	0	0	2.2	2.2	2.2	-1	4.6	3	2	7
	Concreto hidráulico en áreas internas (vvalidades, diques de tanques de almacenamiento, estacionamientos y patio de maniobras, etc.).	-1.4	-1	-1.4	1.8	-2.2	0	-1	0	2.2	2.2	2.2	1	2.4	5	5	2
	Montaje de llenaderas	0	-1	0	0	0	0	0	0	1.8	1.8	1.8	0	4.4	3	1	8
	Montaje de descargaderas	0	-1	0	0	0	0	0	0	1.8	1.8	1.8	0	4.4	3	1	8
	Generación de residuos	-2.2	0	-1.8	0	-1.8	0	-1	-1.8	0	-1.8	0	-1.8	-12.2	0	7	5
Pre operación	Pruebas sistema contra incendio	0	-1	-2.2	0	0	0	0	0	2.2	2.2	0	0	1.2	2	2	8
Operación	Uso de agua potable	0	0	-2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2.6	0	1	11
	Uso de energía y combustible	-2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	2.6	-2.6	0	2	2	8
	Carga de combustibles en autos tanque	-2.2	-1.8	0	0	-1.4	0	0	0	2.6	3	3	-3	0.2	3	4	5
	Descarga de combustibles hacia el almacenamiento	-2.2	-1.8	0	0	-1.4	0	0	0	2.6	3	3	-3	0.2	3	4	5
	Generación de residuos	-2.2	0	-0.8	0	-2.2	0	-1.8	-2.2	2.2	-2.6	0	-2.2	-11.8	1	7	4
	Generación de agua residual	-1.8	0	-2.6	0	0	0	0	0	0	2.2	0	0	-6.6	0	3	9
	Mantenimiento	0	-1	-1	0	0	0	0	0	3	3	0	0	4	2	2	8

Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

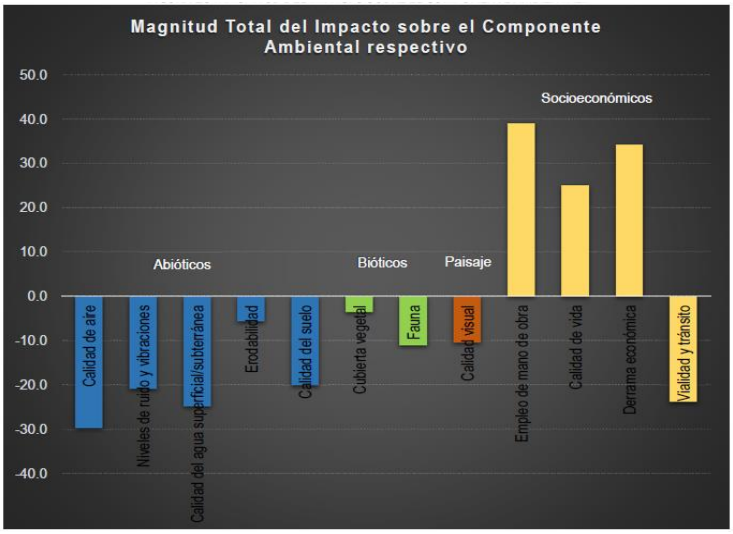
Como resultado del procedimiento se obtuvieron un total de 53 impactos positivos, 100 adversos y 111 impactos neutros, cuya magnitud se representa en la siguiente figura.



Magnitud del impacto ambiental por actividad

- La generación de residuos es la actividad con mayor impacto en la obra a desarrollar en todas las etapas evaluadas.
- Para la etapa de preparación del sitio el uso de maquinaria y despalme, son las actividades de mayor impacto.
- En la etapa de construcción, además de la generación de residuos, la instalación de tuberías son las actividades con mayor magnitud de impacto ambiental.
- Por su parte, en la operación, la actividad de generación de agua residual y el uso de agua potable constituyen otros impactos con mayor magnitud.

En lo que se refiere a la magnitud del impacto ambiental sobre los componentes ambientales, se presenta la siguiente figura.



De acuerdo a la figura anterior, la calidad del aire es el componente ambiental más afectado del componente abiótico, debido principalmente a la generación de emisiones, las cuales de presentarán durante las etapas de preparación y construcción, además que tiene un carácter aditivo debido a que se suman al total de emisiones generadas en la localidad.

En el componente biótico, el factor más afectado es la fauna debido principalmente a la excavación y enfocándose esto principalmente a invertebrados.

En cuanto al componente socioeconómico los subcomponentes con una magnitud positiva mayor son el empleo de mano de obra y la derrama económica consiguiente.

Mención especial merecen el paisaje y la calidad de vida de los habitantes de la zona, ya que van de la mano en virtud de que su afectación radica en la alteración visual, auditiva y de conflictos (por ejemplo, el tráfico) debidas a la implementación de la obra.

Reversibilidad. Capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial.

Categoría	Capacidad de reversibilidad	Valoración
Irreversible	Irrecuperables	3
Recuperables	El impacto puede ser reversible a largo plazo (20 años o más)	2.5
Parcialmente reversible	Impacto reversible a mediano plazo.	2
Reversible	Altamente reversible a corto plazo (10 años).	1
Neutro	Sin impacto	0

Matriz de Reversibilidad del Impacto Ambiental

Actividades-Acciones	Componentes Ambientales	Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad del agua	Erodabilidad	Calidad del suelo	Cubierta vegetal	Fauna	Calidad visual	Empleo de mano de obra	Calidad de vida	Derrama económica	Vialidad y tránsito	Peso relativo de actividades
Preparación	Uso de maquinarias y equipo	2	1	2.5	2.5	2.5	0	0	1	0	1	0	1	13.5
	Excavación	1	1	2	0	0	0	3	1		1		0	9
	Despalme	2	1	2	2.5	2.5	2.5	1	2.5				1	17
	Demolición y desmantelamiento	2	1	2	2	0	0	1					1	9
Construcción	Transporte de materiales	2	1	1	1	2	0	0	0				1	8
	Almacenaje de material de construcción	1	0	0	0	0	0	0		0		0	0	1
	Cimentación	2	1	2		2.5	2	1	1				0	11.5
	Instalación de tuberías de proceso	1	1	2		3	0	1	1				1	10
	Accesos a la planta	1	1	2		2.5	0	1	1				1	9.5
	Pre-comisionamiento (conexión con ductos existentes)	0	1	0	0	0	0	0	0				1	2
	Concreto hidráulico en áreas internas (vvalidades, diques de tanques de almacenamiento, estacionamientos y patio de maniobras, etc.).	1	1	2		2.5	0	1	0				1	8.5
	Montaje de llenaderas	0	1	0	0	0	0	0	0				0	1
	Montaje de descargaderas	0	1	0	0	0	0	0	0				0	1
	Generación de residuos	1	0	2	0	2	0	1		0	1	0	1	8
Pre operación	Pruebas sistema contra incendio	0	1	2	0	0	0	0	0			0	0	3
Operación	Uso de agua potable	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Uso de energía y combustible	1	0	0	0	0	0	0	0	0			1	2
	Carga de combustibles	2	1	0	0	0	0	0	0				2.5	5.5
	Descarga de combustibles	2	1	2	0	0	0	0	0				2.5	7.5
	Generación de residuos	2	0	2.5	0	2	0	2	1		1	0	2	13

Matriz de Reversibilidad del Impacto Ambiental

Actividades-Acciones	Componentes Ambientales	Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad del agua	Erodabilidad	Calidad del suelo	Cubierta vegetal	Fauna	Calidad visual	Empleo de mano de obra	Calidad de vida	Derrama económica	Vialidad y tránsito	Peso relativo de actividades
	Generación de agua residual	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6
	Mantenimiento	0	1	1	0	0	0	0	0				0	2

Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

Riesgo. Se refiere a la probabilidad de ocurrencia del efecto sobre la globalidad del componente, se valora conforme a la siguiente escala.

Probabilidad	Rango	% Valoración
Alta	≥ 50	3
Media	10 – 50	2
Baja	1 - 10	1
Sin ocurrencia	-	0

Matriz de Riesgo del Impacto Ambiental

Actividades-Acciones	Componentes Ambientales	Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad del agua	Erodabilidad	Calidad del suelo	Cubierta vegetal	Fauna	Calidad visual	Empleo de mano de obra	Calidad de vida	Derrama económica	Vialidad y tránsito	Peso relativo de actividades
Preparación	Uso de maquinarias y equipo	3	2	2	1	2	0	0	2	0	2	0	2	16
	Excavación	2	2	1	0	0	0	3	2		1		0	11
	Despalme	3	1	1	1	1	3	1	3				1	15
	Demolición y desmantelamiento	3	2	1	1	0	0	2					1	10
Construcción	Transporte de materiales	3	1	1	1	1	0	0	0				1	8
	Almacenaje de material de construcción	1	0	0	0	0	0	0		0		0	0	1
	Cimentación	2	2	2		3	3	3	3				0	18
	Instalación de tuberías de proceso	2	2	1		3	0	1	2				1	12
	Accesos a la planta	1	1	1		1	0	1	2				2	9
	Pre-comisionamiento (conexión con ductos existentes)	0	2	0	0	0	0	0	0				1	3
	Concreto hidráulico en áreas internas (vvalidades, diques de tanques de almacenamiento, estacionamientos y patio de maniobras, etc.).	2	1	1		3	0	2	0				1	10
	Montaje de llenaderas	0	1	0	0	0	0	0	0				0	1
	Montaje de descargaderas	0	1	0	0	0	0	0	0				0	1
	Generación de residuos	1	0	1	0	1	0	1		0	1	0	1	6
Pre operación	Pruebas sistema contra incendio	0	1	2	0	0	0	0	0			0	0	3
Operación	Uso de agua potable	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Uso de energía y combustible	3	0	0	0	0	0	0	0	0			1	4
	Carga de combustibles	2	2	0	0	0	0	0	0				1	5
	Descarga de combustibles	2	2	1	0	0	0	0	0				1	6
	Generación de residuos	1	0	1	0	1	0	1	1		1	0	1	7

Matriz de Riesgo del Impacto Ambiental

Actividades-Acciones	Componentes Ambientales	Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad del agua	Erodabilidad	Calidad del suelo	Cubierta vegetal	Fauna	Calidad visual	Empleo de mano de obra	Calidad de vida	Derrama económica	Vialidad y tránsito	Peso relativo de actividades
	Generación de agua residual	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5
	Mantenimiento	0	1	1	0	0	0	0	0				0	2
Peso relativo de componentes ambientales		32	24	20	4	16	6	15	15	0	7	0	15	154

Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

Índice de Valoración del Impacto Ambiental (VIA). El desarrollo de este índice se realiza mediante una expresión matemática que integra los criterios anteriormente mencionados, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$VIA_i = \Pi [R_i^{wr} * RG_i^{wrg} * M_i^{wm}]$$

Donde:

R = reversibilidad — wr = peso del criterio reversibilidad

RG = riesgo — wrg = peso del criterio riesgo

M = magnitud — wm = peso del criterio magnitud

VIA = Índice de Impacto para el componente o variable i. Además wr + wrg + wm = 1

Los pesos relativos asignados a cada uno de los criterios corresponden a los siguientes:

^{w}intensidad = 0.40

^{w}extensión = 0.40

^{w}duración = 0.20

^{w}magnitud = 0.61

^{w}reversibilidad = 0,22

^{w}riesgo = 0.17

Matriz de Valoración del Impacto Ambiental

Actividades-Acciones	Componentes Ambientales	Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad del agua	Erodabilidad	Calidad del suelo	Cubierta vegetal	Fauna	Calidad visual	Empleo de mano de obra	Calidad de vida	Derrama económica	Vialidad y tránsito	Total
Preparación	Uso de maquinarias y equipo	2.35	1.69	2.22	1.80	2.22	0	0	1.69	0	1.69	0	1.69	15.34
	Excavación	1.69	1.69	1.69	0	0	0	2.65	1.69		1.37		0	10.77
	Despalme	2.35	1.37	1.69	1.80	1.80	2.51	1.37	2.51				1.37	16.77
	Demolición y desmantelamiento	2.35	1.69	1.69	1.69	0	0	1.69					1.37	10.47
Construcción	Transporte de materiales	2.35	1.37	1.37	1.37	1.69	0	0	0				1.37	9.52
	Almacenaje de material de construcción	1.37	0	0	0	0	0	0		0		0	0	1.37
	Cimentación	2.08	1.69	2.08		2.51	2.35	1.91	1.91				0	14.51
	Instalación de tuberías de proceso	1.69	1.69	1.69		2.65	0	1.37	1.69				1.37	12.14
	Accesos a la planta	1.37	1.37	1.69		1.80	0	1.37	1.69				1.69	10.98
	Pre-comisionamiento (conexión con ductos existentes)	0	1.69	0		0	0	0	0				1.37	3.06
	Concreto hidráulico en áreas internas (vvalidades, diques de tanques de almacenamiento, estacionamientos y patio de maniobras, etc.).	1.69	1.37	1.69		2.51	0	1.69	0				1.37	10.31
	Montaje de llenaderas	0	1.37	0		0	0	0	0				0	1.37
	Montaje de descargaderas	0	1.37	0		0	0	0	0				0	1.37
	Generación de residuos	1.37	0	1.69		1.69	0	1.37	0				1.37	8.86
Pre operación	Pruebas sistema contra incendio	0	1.37	2.08		0	0	0	0				0	3.45
Operación	Uso de agua potable	0	0	1.69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.69
	Uso de energía y combustible	1.91	0	0	0	0	0	0	0	0			1.37	3.28
	Carga de combustibles	2.08	1.69	0	0	0	0	0	0				1.80	5.57
	Descarga de combustibles	2.08	1.69	1.69	0	0	0	0	0				1.80	7.26
	Generación de residuos	1.80	0	1.80	0	1.69	0	1.69	1.37		1.37	0	1.69	11.41
	Generación de agua residual	1.69	0	2.08	0	0	0	0	0	0	2.08	0	0	5.84
	Mantenimiento	0	1.37	1.37	0	0	0	0	0				0	2.74
Total		30.19	24.47	28.19	6.67	18.56	4.86	15.10	12.54	0	7.88	0	19.64	168.09

Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

Significancia. Se refiere a la importancia relativa o al sistema de referencia utilizado para evaluar el impacto. Consiste en clasificar el VIA obtenido, según las siguientes categorías:

Índice	Nivel o significado
> 8,0	MUY ALTO
6,0 - 8,0	ALTO
4,0 - 6,0	MEDIO
2,0 - 4,0	BAJO
< 2,0	MUY BAJO

Matriz de Significancia del Impacto Ambiental

Actividades-Acciones	Componentes Ambientales	Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad del agua	Erodabilidad	Calidad del suelo	Cubierta vegetal	Fauna	Calidad visual	Empleo de mano de obra	Calidad de vida	Derrama económica	Vialidad y tránsito
Preparación	Uso de maquinarias y equipo	A	M	A	M	A	N	N	M	N	M	N	M
	Excavación	M	M	M	N	N	N	A	M	N	M	N	N
	Despalme	A	M	M	M	M	A	M	A	N	N	N	M
	Demolición y desmantelamiento	A	M	M	M	N	N	M	N	N	N	N	M
Construcción	Transporte de materiales	A	M	M	M	M	N	N	N	N	N	N	M
	Almacenaje de material de construcción	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	Cimentación	A	M	A	N	A	A	M	M	N	N	N	N
	Instalación de tuberías de proceso	M	M	M	N	A	N	M	M	N	N	N	M
	Accesos viales a la planta	M	M	M	N	M	N	M	M	N	N	N	M
	Pre-comisionamiento (conexión con ductos existentes)	N	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N	M
	Concreto hidráulico en áreas internas (vvalidades, diques de tanques de almacenamiento, estacionamientos y patio de maniobras, etc.).	M	M	M	N	A	N	M	N	N	N	N	M
	Montaje de llenaderas	N	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	Montaje de descargaderas	N	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	Generación de residuos	M	N	M	N	M	N	M	N	N	M	N	M
Pre operación	Pruebas sistema contra incendio	N	M	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Operación	Uso de agua potable	N	N	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	Uso de energía y combustible	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	M
	Carga de combustibles en autos tanque	A	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N	M
	Descarga de combustibles hacia el almacenamiento	A	M	M	N	N	N	N	N	N	N	N	M
	Generación de residuos	M	N	M	N	M	N	M	M	N	M	N	M
	Generación de agua residual	M	N	A	N	N	N	N	N	N	A	N	N
	Mantenimiento	N	M	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Nota: A=alto, M=medio y N=neutro.

Fuente: Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.

En general, la mayoría de los impactos en todas las etapas del proyecto son de significancia neutra con 167 impactos, siguiendo los de significancia media con 77 y 20 con impactos de significancia alta.

En la *etapa de preparación,* los impactos con significancia media con 21 impactos son los más representados, siguiendo los de significancia neutra con 19 impactos, finalmente 8 en significancia alta. Esto refleja que esta etapa tendrá una significancia de impacto medio; en esta etapa las actividades de despalme y uso de maquinaria son las de mayor impacto.

La mayor significancia en la *etapa de construcción* ocurre en la actividad de cimentación, la cual tendrá impacto alto sobre la calidad del aire, del agua superficial, del suelo y de la cobertura vegetal.

Sin embargo, la significancia general de las *actividades de construcción* es de calificación neutra ya que se obtuvieron 76 impactos neutros, siguiendo los de valor medio con 36 impactos y finalmente los de significancia alta con 7 impactos.

La *etapa de pre operación* será la de menor impacto, registrándose un impacto de significancia alta (agua superficial) y uno de significancia media (niveles de ruido y vibraciones).

En lo que respecta a la *etapa de operación* la significancia mayor será durante la generación de residuos, teniendo 7 impactos de significancia media, por lo que se deduce que la significancia de esta actividad será de nivel medio. Sin embargo, la mayoría de los impactos serán de significancia neutra con 76 impactos, siguiendo los de significancia media con 37 impactos y 7 impactos de significancia alta.

Pronóstico ambiental

Actualmente el predio en evaluación no presenta un escenario ambiental relevante, pues en general el predio se encuentra en desuso, en donde las actividades anteriores eran de tipo industrial, en el cual se encuentran dos naves industriales las cuales actualmente no se ocupan y serán desmanteladas para la construcción del proyecto, adicionalmente se identifican dos construcciones, las cuales serán demolidas en su totalidad.

En el interior del predio no se encuentran áreas relevantes con vegetación que deba conservarse, ya que la vegetación que existente es de tipo inducido, siendo especies indicadoras de perturbación, caracterizada por vegetación que ha crecido por falta de mantenimiento al predio.

Una vez terminada la obra proyectada se espera consolidad el uso de suelo existente en los planes y programas de desarrollo urbano vigentes (información contenida en el Capítulo IV de este estudio) y en acuerdo a la reglamentación y normatividad aplicable.

Por lo cual se desarrolla una obra, la cual tiene como finalidad atender la demanda de combustibles a nivel regional, además de continuar con l avocación industrial que ha tenido la zona donde se ubicará la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman, la construcción de la misma será en concordancia con la dinámica ambiental presente en las inmediaciones del predio, ya que se continuará con el uso industrial prevaleciente.

En cuanto a los componentes ambientales, la mayor parte de los impactos adversos se presentaron en la calidad del aire, del agua, ruido y vibraciones, alcanzando hasta 16 de los 101 impactos adversos registrados. Para contrarrestar estos efectos se procederá a mantener en óptimas condiciones la maquinaria, equipo y vehículos automotores, así como implementar sistemas ahorradores de agua que minimicen las descargas de las mismas.

Por otra parte, las actividades de mayor magnitud de impacto ambiental fueron el uso de maquinaria y equipo, el despalme, la cimentación, la instalación de tuberías de proceso, la construcción de accesos a la Planta y la generación de residuos, ya que en conjunto suman 47 de los 101 impactos adversos registrados; con el objetivo de contrarrestar esto, se mantendrán tanto el equipo como la maquinaria en óptimas condiciones de funcionamiento, se mantendrán cubiertos los materiales pétreos almacenados y transportados y se implementará un correcto manejo de los residuos generados y la revegetación en las áreas verdes.

El proyecto tendrá impactos adversos en el medio donde se insertará, sin embargo, la mayoría de los impactos se darán en las etapas de preparación y construcción, aunque la duración del impacto es de tipo temporal y/o prolongado, por lo que para estos impactos adoptarán medidas de mitigación.

La operación y mantenimiento de la obra proyectada, no representa impactos significativos ambientales que ponga en peligro la estabilidad del ambiente o de las poblaciones presentes en las inmediaciones del predio. Así, la construcción de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman, desde la preparación del sitio hasta su operación y mantenimiento es ambientalmente viable.

CAPÍTULO IV.
INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

Índice

IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL. 1

IV.1. Plan de Desarrollo Municipal de Acolman 2016 - 2018. 1

IV.2. Plan Municipal de Desarrollo Urbano Acolman 3

IV.3. Plan Estatal de Desarrollo Estado de México 2017 - 2023. 3

IV.4. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. 5

IV.5 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas. 8

IV.5.1 Regiones Prioritarias para la Conservación. 9

IV.5.1.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's). 10

IV.5.1.2 Regiones Marinas Prioritarias (RMP's). 11

IV.5.1.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's). 12

IV.5.1.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's). 14

IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

Los planes/programas de desarrollo son el pilar del gobierno que presenta de manera articulada el conjunto de acciones relevantes y estratégicas que, con base en las demandas y necesidades de la ciudadanía, delinea propuestas y alternativas de cara a los grandes retos de un entorno dinámico y complejo, con problemáticas que requieren de respuestas eficaces y socialmente pertinentes.

La integración de la infraestructura para el manejo y procesamiento de hidrocarburos es compatible con las políticas marcadas en el Programa de Desarrollo Municipal, ya que el marco físico artificial con que se conforma la estructura urbana y rural actual del municipio de Acolman, no es alterado por ningún elemento de la infraestructura propia y necesaria para las actividades requeridas.

IV.1. Plan de Desarrollo Municipal de Acolman 2016 - 2018

El Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018 tiene como finalidad ejercer programas operativos anuales de la administración municipal; a través de la promoción de estrategias que fortalezcan la capacidad de gestión local y promuevan la corresponsabilidad de los actores sociales, Acolman enfrenta grandes retos que demandan cada vez más la capacidad de gestión y nuevas técnicas, es por eso necesario mejorar los procesos administrativos y hacer eficientes los recursos públicos con un manejo responsable y óptimo, con transparencia y buscando elevar la calidad de los mismos.

En el Plan de Desarrollo Municipal de Acolman, se identifican nuevas oportunidades de desarrollo desde una perspectiva integral. Se busca apoyar a la ciudadanía con acciones directas que permitan al municipio fortalecer su presencia en el concierto del desarrollo estatal y en el ámbito regional a partir de la promoción del turismo y el desarrollo agropecuario, comercial e industrial.

El Plan de Desarrollo Municipal es un instrumento democrático que, de manera conjunta con la sociedad, sector público, sector privado y medio ambiente, permite obtener resultados para todos los habitantes de este municipio. Estas a través de los pilares fundamentales que soportan este desarrollo (gobierno solidario, municipio progresista y sociedad protegida) ayudados por el financiamiento para el desarrollo y gobierno eficiente que genere resultados que serán los ejes transversales que en conjunto permitirán obtener un gobierno sustentable siempre en pro de los acolmences.

El Plan Desarrollo Municipal Acolman 2016-2018 facilita a la administración pública la dirección integral y efectiva en el proceso de generación de cambios sociales que surgen como respuesta a las necesidades y demandas ciudadanas, asegurando un desempeño óptimo en la consecución de sus objetivos de gobierno basándose en 3 pilares temáticos alineados con los 4 pilares rectores del Plan de Desarrollo del Estado de México y los cinco del Plan Nacional de Desarrollo.

En la **Tabla IV.1-1** se enlistan los pilares y temas estratégicos planteados en el Plan Desarrollo Municipal Acolman.

Tabla IV.1-1 Pilares temáticos del PDM Acolman.

Pilar temático	Tema
3.1. Gobierno Solidario	Núcleo social y calidad de vida. • Educación y cultura. • Cultura física y deporte. • Salud y asistencia social. • Vivienda. • Niños, jóvenes y adultos mayores. • Mujeres. • Población indígena. • Población con discapacidad. Núcleo social y calidad de vida. Grupos vulnerables.
3.2. Municipio Progresista	Estructura y ocupación de la superficie municipal. Actividades económicas del municipio. Empleo. Servicios públicos. • Manejo de residuos sólidos. • Panteones. Infraestructura de comunicación terrestre. Asentamientos humanos. Imagen urbana y turismo. Conservación del medio ambiente. • Protección al ambiente y áreas naturales. • Parques, jardines y su equipamiento. • Recursos forestales. • Contaminación de recursos: aires, agua y suelo.
3.3. Sociedad Protegida	Seguridad pública, tránsito y la función mediación conciliación. Derechos humanos. Protección civil. Reglamento municipal.

Fuente: Plan Desarrollo Municipal Acolman 2016-2018.

Vinculación de los pilares temáticos con el desarrollo del proyecto.

3.2. Pilar temático: Municipio Progresista

El Municipio Progresista promueve el desarrollo económico local para detonar el incremento del bienestar social y generen el ejercicio de una política económica orientada hacia el desarrollo regional y el desarrollo económico con una visión sustentable. El municipio de Acolman se encuentra en la frontera de la expansión urbana fuertemente presionado por los municipios de Ecatepec, Nezahualcóyotl y Texcoco, siendo el primero uno de los que más se ha expandido y sigue expandiendo su urbanización por la dinámica de la Zona Metropolitana del Valle de México. A nivel regional, el municipio de Acolman comparte características físicas, económicas y demográficas muy similares a los municipios del valle de Teotihuacán, todos ellos comunicados a través de la Carretera Federal No. 132.

El municipio de Acolman se considera sitio turístico por la gran cantidad de patrimonio histórico y cultural que posee, principalmente por el Convento Agustino del siglo XVI; lamentablemente este potencial no se ha aprovechado, por lo que no se considera una actividad importante dentro del desarrollo del municipio, el cual ha ido disminuyendo su participación económica en las actividades primarias, para incrementar los índices de población ocupada en actividades secundarias de las cuales se percibe poco más del 80% de las remuneraciones, sin embargo las fuentes de empleo no tienen su ubicación

en Acolman, por lo que depende de los empleos generados en los municipios industrializados en la zona como el Distrito Federal.

Con lo antes planteado el establecimiento de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** generará empleos en la zona y contribuirá en el desarrollo económico e industrial del municipio.

IV.2. Plan Municipal de Desarrollo Urbano Acolman

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Acolman (PMDUA, 2008), se constituye como el instrumento técnico – jurídico -- normativo que en materia de planeación urbana determina los lineamientos aplicables al ámbito municipal, promueve el desarrollo socioeconómico de la población, la preservación y aprovechamiento del patrimonio histórico y los recursos naturales, el crecimiento ordenado del área urbana y prevé los requerimientos en cuestión de usos del suelo y servicios, en coordinación con los esfuerzos federales, estatales y municipales que garanticen un desarrollo sustentable y armónico con el medio urbano, social y natural.

El sitio donde se ubicará la **Terminal de Recibo y Almacenamiento** se ubica en el municipio de Acolman, Estado de México el cual regula su uso de suelo mediante el PMDUA. De acuerdo al plano DB-1 Plano base y localización que contiene el PMDUA, el sitio donde se ubicará la instalación se localiza en el *área urbana actual* del municipio de Acolman (ver **Anexo C2**).

Con respecto al uso de suelo, en el plano E2 Estructura urbana y usos (ver **Anexo C2**), se indica que el tipo de uso de suelo del sitio del proyecto es *industria mediana no contaminante (IMN),* la cual ocupa la mayor proporción del uso industrial en el área. Según lo que se determina en la Tabla usos de suelo (que contiene el PMDUA, 2008), la clasificación del uso de suelo donde se ubicará la instalación es de tipo *bodegas y depósitos múltiples, sin venta directa al público: depósito de productos inflamables y explosivos (gas y combustibles),* lo que es considerado como una actividad permitida en el IMN.

En base a lo anterior el uso que se pretende dar al sitio donde se ubicará la instalación es compatible con lo que determina el Plan Municipal de Desarrollo Urbano Acolman.

IV.3. Plan Estatal de Desarrollo Estado de México 2017 - 2023

En el Plan de Desarrollo se plasman las principales preocupaciones, visiones y aspiraciones de la sociedad en el marco de un diagnóstico general y un análisis objetivo de la capacidad potencial de desarrollo de la entidad que describe en primera instancia el pasado reciente y la situación actual, además de los retos más importantes que hoy enfrenta el Estado de México. Asimismo, contiene los objetivos, las estrategias y las líneas de acción que orientarán la labor gubernamental con una perspectiva de mediano y largo plazo durante el periodo de la administración 2017-2023.

El PDEM 2017-2023 que propone impulsar y consolidar la acción de gobierno a través de los cuatro pilares y tres ejes transversales:

- Pilar Social: Estado de México Socialmente Responsable, Solidario e Incluyente.
- Pilar Económico: Estado de México Competitivo, Productivo e Innovador.
- Pilar Territorial: Estado de México Ordenado, Sustentable y Resiliente.
- Pilar Seguridad: Estado de México con Seguridad y Justicia.
- Ejes Transversales: Igualdad de Género, Gobierno Capaz y Responsable; y Conectividad y Tecnología para el Buen Gobierno.

Como parte relevante del PDEM en cuanto a los pilares para este capítulo se tiene lo siguiente:

2. Pilar Económico: Estado de México Competitivo, Productivo e Innovador.

Crear empleos con base en el impulso a las vocaciones regionales, es el desafío del Pilar Económico. Para diversificar la economía se fortalecerá la competitividad empresarial y la productividad laboral con estímulos a la innovación; se atraerán empresas que renueven el sector industrial y de servicios dando mayor certeza a la inversión; y se continuará impulsando las inversiones en infraestructura, para consolidar el estado como el centro logístico del país.

La Inversión Extranjera Directa (IED) es uno de los principales motores del crecimiento económico, la generación de empleos y el aumento de la productividad. Entre 2011 y 2017, las entidades con los mayores montos captados en IED fueron: la Ciudad de México (35 mil 540 millones de dólares), Estado de México (22 mil 987 millones de dólares), Nuevo León (15 mil 194 millones de dólares) y Jalisco (13 mil 154 millones de dólares).

Entre algunas variables que hacen del Estado de México un lugar favorable para la inversión, se encuentran:

- Su localización estratégica en el centro geográfico de la República Mexicana.
- Su alta conectividad con la capital del país, con las entidades federativas circundantes y con el extranjero a través del Aeropuerto Internacional de Toluca y el Nuevo Aeropuerto Internacional de México (en construcción), situado en territorio mexiquense.
- Es la entidad más poblada del país, con más de 17 millones de habitantes y el mayor mercado de consumo en el ámbito nacional
- Se ubica en la segunda posición en cuanto al número de instituciones de educación superior y centros de investigación.
- Se ha distinguido por la realización de importantes modificaciones a su marco regulatorio, a fin de lograr una mayor simplificación administrativa, incentivar la apertura de empresas en la entidad y promover el desarrollo económico con un enfoque incluyente y sustentable.
- De acuerdo con el INEGI, el Estado de México en conjunto con la Ciudad de México, representa 21.2 por ciento de la población total nacional y 19.7 por ciento del total de las unidades económicas de la República Mexicana

Como estrategias este pilar cuenta con las siguientes:

2.1.2. Estrategia: impulsar y fortalecer el sector comercial y de servicios.

- Impulsar la formalización y el crecimiento de micro, pequeñas y medianas empresas, a fin de minimizar el impacto comercio informal.
- Implementar programas específicos para incentivar la participación de proveedores locales en las adquisiciones o contrataciones del gobierno estatal.
- Fomentar exposiciones y encuentros comerciales que permitan la exhibición y promoción de bienes y servicios que se producen en las diversas regiones del estado.
- Promover a las principales ciudades de la entidad como sedes de eventos deportivos, culturales, educativos y sociales, de talla nacional e internacional, que impacten en la demanda de bienes y servicios locales.
- Generar programas de vinculación con comerciantes y prestadores de servicios nacionales e internacionales, a fin de estimular el intercambio comercial y de experiencias exitosas.
- Estimular el uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación, en los procesos de desarrollo comercial y empresarial.
- Poner en marcha el reordenamiento del comercio informal, en coordinación con los gobiernos municipales.

- Combatir la comercialización de productos de origen ilícito o que infringen los derechos de marca y propiedad industrial.

2.1.5. Estrategia: Fomentar un marco regulatorio que permita la creación y crecimiento empresarial en la entidad.

- Optimizar el uso de estímulos fiscales en inmuebles, instalaciones e infraestructura para atraer inversiones a la entidad y generación de nuevas fuentes de empleo comprobables.
- Analizar las leyes, reglamentos y normatividad aplicables con la finalidad de promover reformas y contar con un marco regulatorio claro que genere certidumbre y confianza.
- Propiciar una regulación clara que reduzca y simplifique los trámites y procesos administrativos, disminuyendo los espacios de discrecionalidad.
- Coadyuvar con las distintas instituciones bancarias para difundir y acercar a las empresas distintas fuentes de financiamiento.
- Crear políticas integrales de atención a las empresas a fin de aumentar su productividad.
- Promover la generación de centros de atención integral al emprendedor y/o a las micro, pequeñas y medianas empresas para otorgar servicios de asesoría, capacitación y opciones de financiamiento.
- Acelerar el crecimiento de las MiPyMEs con alto potencial.
- Impulsar el fortalecimiento y la integración de empresas mexiquenses a cadenas de suministro altamente productivas (clústeres).
- Revisar, reducir y simplificar los requisitos y procesos administrativos que afectan la creación de MiPyMEs.

2.1.7. Estrategia: Incrementar la captación de inversión nacional y extranjera.

- Impulsar nuevos esquemas de incentivos fiscales y no fiscales para inversionistas nacionales e internacionales que hagan más atractivo al Estado de México para el establecimiento de sus empresas.
- Promover un mejor clima de negocios en la entidad con objeto de atraer más inversión nacional y extranjera.
- Promocionar activamente una mayor inversión privada, nacional y extranjera y posicionar a la entidad como una alternativa competitiva para la inversión.
- Organizar ferias y foros para promover la inversión extranjera en el Estado de México.

IV.4. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 es un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal.

El Plan Nacional de Desarrollo considera que la tarea del desarrollo y del crecimiento corresponde a todos los actores, todos los sectores y todas las personas del país.

El Plan expone la ruta que el Gobierno de la República se ha trazado para contribuir, de manera más eficaz, a que todos juntos podamos lograr que México alcance su máximo potencial. Para lograr lo anterior, se establecen como metas nacionales:

- I. Un México en Paz.
- II. Un México Incluyente.
- III. Un México con Educación de Calidad.
- IV. Un México Próspero.

- V. Un México con Responsabilidad Global.

Así mismo, se presentan Estrategias Transversales para Democratizar la Producción, para alcanzar un Gobierno Cercano y Moderno, y para tener una Perspectiva de Género en todos los programas de la Administración Pública Federal. Por último, ofrece una reflexión acerca de las fuentes del desarrollo y articula la estrategia gubernamental para alcanzar las grandes Metas Nacionales, para lograr tal objetivo este PND presenta una serie de estrategias y líneas de acción.

Como una de las metas relevantes del PND para este capítulo se tiene:

IV. Un México Próspero que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo. Esta meta busca proveer condiciones favorables para el desarrollo económico, a través de una regulación que permita una sana competencia entre las empresas y el diseño de una política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos.

Un México Próspero buscará elevar la productividad del país como medio para incrementar el crecimiento potencial de la economía y así el bienestar de las familias. Para ello se implementará una estrategia en diversos ámbitos de acción, con miras a consolidar la estabilidad macroeconómica, promover el uso eficiente de los recursos productivos, fortalecer el ambiente de negocios y establecer políticas sectoriales y regionales para impulsar el desarrollo.

IV.1. Diagnóstico: existe la oportunidad para que seamos más productivos.

Energía.

En materia de hidrocarburos, desde hace más de tres décadas la producción en México ha sido superior a la incorporación de reservas probadas más probables (que se denominan 2P). Aun cuando la actividad exploratoria fue el doble de lo observado en años recientes, los niveles de incorporación de reservas no se han reflejado en volúmenes que permitan tener una reposición de los barriles producidos. El nivel de producción (2.54 millones de barriles diarios) y el volumen de exportaciones de petróleo crudo observados al cierre de 2012 fueron los menores desde 1990.

La capacidad del Estado Mexicano para detonar nuevos proyectos de inversión en campos no convencionales, como los de aguas profundas y los de lutita (*shale*, por su nombre en inglés), ha sido limitada y por tanto se requiere un nuevo marco institucional que permita al Estado aumentar su capacidad para producir energía más barata y de manera más eficiente, a fin de asegurar el abasto para la economía.

Adicionalmente, la capacidad de producción y refinamiento de petrolíferos en el país ha disminuido en los últimos años. En contraste, la demanda nacional de gasolinas y diésel ha aumentado como resultado del incremento del parque vehicular, las necesidades de transporte y los menores precios de las gasolinas respecto de sus referencias internacionales. Lo anterior ha creado un déficit en el abasto de energéticos, que ha sido cubierto con crecientes importaciones. La segmentación de la cadena entre petroquímicos básicos y secundarios ha contribuido al deterioro de esta industria en el país. La mayor parte del mercado de insumos petroquímicos se abastece mediante importaciones.

IV.2. Plan de acción: *eliminar las trabas que limitan el potencial productivo del país.*

Se plantea abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva. Esto implica aumentar la capacidad del Estado para asegurar la provisión de petróleo crudo, gas natural y gasolinas que demanda el país; fortalecer el abastecimiento racional de energía eléctrica; promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas; además de fortalecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología en temas prioritarios para el sector energético.

VI. Objetivos, estrategias y líneas de acción.

Objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.

Estrategia 4.6.1. Asegurar el abastecimiento de petróleo crudo, gas natural u petrolíferos que demanda el país.

Líneas de acción:

- Promover la modificación del marco institucional para ampliar la capacidad del Estado Mexicano en la exploración y producción de hidrocarburos, incluidos los de yacimientos no convencionales como los de lutita.
- Fortalecer la capacidad de ejecución de Petróleos Mexicanos.
- Incrementar las reservas y tasas de restitución de hidrocarburos.
- Elevar el índice de recuperación y la obtención de petróleo crudo y gas natural.
- Fortalecer el mercado de gas natural mediante el incremento de la producción y el robustecimiento en la infraestructura de importación, transporte y distribución, para asegurar el abastecimiento de energía en óptimas condiciones de seguridad, calidad y precio.
- Incrementar la capacidad y rentabilidad de las actividades de refinación, y reforzar la infraestructura para el suministro de petrolíferos en el mercado nacional.
- Promover el desarrollo de una industria petroquímica rentable y eficiente.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto cumple con los lineamientos establecidos en estos planes, en la activación de la economía del país, creación de empleos y ampliación de la infraestructura de la industria a nivel nacional e inyección de inversión en México.

IV.5 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las áreas protegidas. Estas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la ley.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 176 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25,394.779 hectáreas. El Estado de México cuenta con 88 Áreas Naturales Protegidas, es la entidad con el mayor número de ellas en el país; suman un total de 983,984.04 hectáreas., que representan aproximadamente el 43.75 % del territorio estatal (ver **Tabla IV.5-1**). A la fecha se tienen 28 Programas de Conservación y Manejo publicados, los que representan una superficie de 398,115.50 hectáreas, equivalente al 40.45 % de la superficie protegida.

Tabla IV.5-1 Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México

Categoría	Número	Superficie (hectáreas)
Parques Nacionales	9	65,717.95
Parques Estatales	51	581,188.20
Parques Municipales	5	193.73
Reservas Ecológicas Federales	1	17,038.00
Reservas Ecológicas Estatales	11	113,407.11
Área de Protección de Flora y Fauna	2	56,614.62
Área de Protección de Recursos Naturales	1	148,843.04
Parques Urbanos	1	7.97
Parques Sin Decreto	7	883.42
Total	88	983,984.04

Fuente: Áreas naturales protegidas del estado de México, CONACYT, CIBIOGEM. 2014.

El área de localización de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** no se encuentra dentro o cerca de algún Área Natural Protegida, en la **Tabla IV.5-2** y **Figura IV.5-1** se indican las ANP's más cercanas al área del proyecto. Ver **Anexo C1 "Cartografía"**.

Tabla IV.5-1 Áreas Naturales Protegidas cercanas a la zona del proyecto.

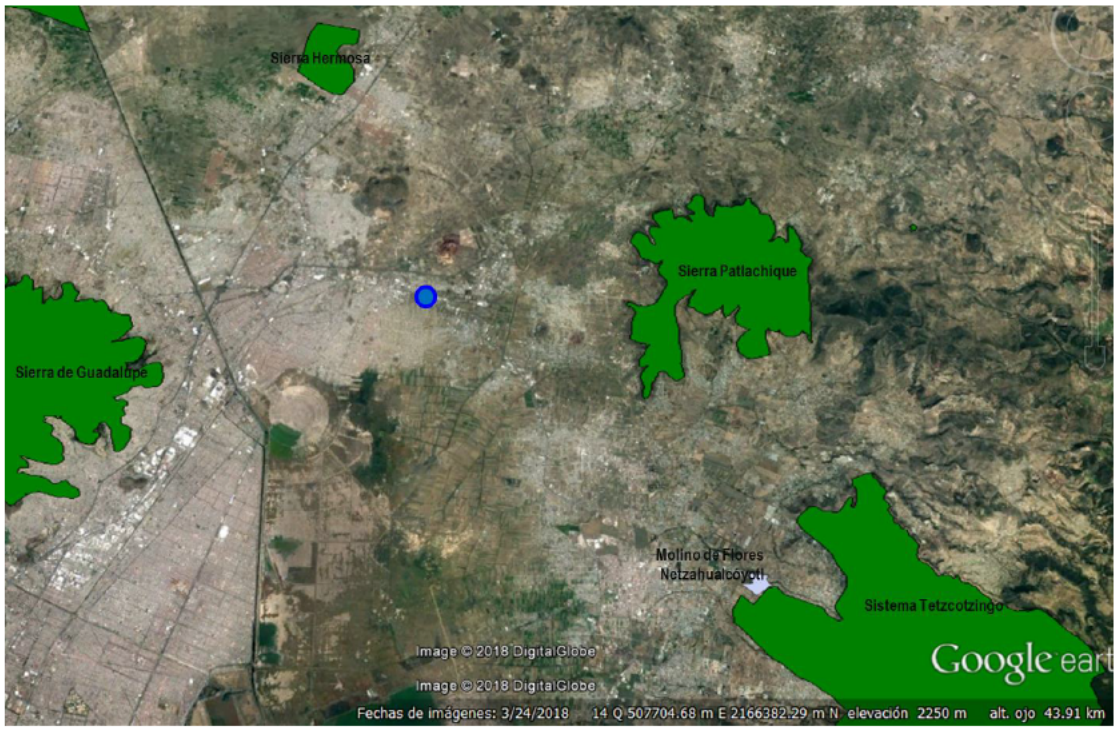
Categoría	Nombre del área	Ubicación	Superficie (ha)	Decreto	Distancia y punto cardinal con respecto al área de localización de la Terminal.
Parque estatal	Cerro Gordo	Axapusco, San Martín de las Pirámides y Temascalapa.	3,027	26-mayo-1977	Noreste a 19 km.
Parque estatal	Sierra Patlachique	Acolman, Chiautla y Tepetlaoxtoc	3,123	16-junio-2000	Este a 7.88 km.
Parque nacional	Molino de Flores Netzahualcóyotl	Texcoco	49	5-noviembre-1937	Sureste a 15.96 km.
Reserva estatal	Sistema Tetzcotzingo	Texcoco	7,810	31-mayo-2001	Sureste a 16.28 km.
Parque estatal	Sierra de Guadalupe	Coacalco, Ecatepec, Tlalnepantla y	7,326.36	9-febrero-1999	Suroeste a 10.49 km.

Tabla IV.5-1 Áreas Naturales Protegidas cercanas a la zona del proyecto.

Categoría	Nombre del área	Ubicación	Superficie (ha)	Decreto	Distancia y punto cardinal con respecto al área de localización de la Terminal.
		Tultitlán			
Parque estatal ecológico, turístico y recreativo	Sierra Hermosa	Tecamac	618	5-abril-1994	Noroeste a 9.39 km,

Fuente: Áreas Naturales Protegidas del Estado de México. 2014. Gobierno del Estado de México, Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF).

Figura IV.5-1 Áreas Naturales Protegidas en la zona del proyecto



Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
Área de localización de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.

IV.5.1 Regiones Prioritarias para la Conservación

Con el fin de optimar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de

conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional, se espera orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

IV.5.1.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's)

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación, actualmente se han identificado 152 regiones prioritarias terrestres que cubren una superficie de 515,558 km^2, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio mexicano.

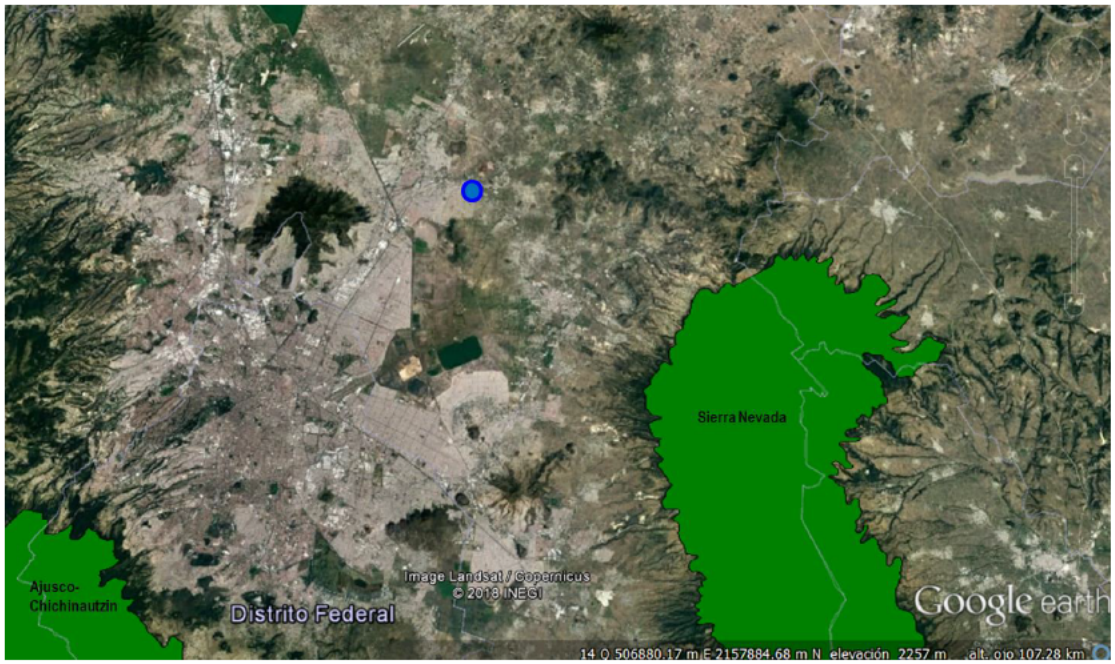
La **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** no se localizará dentro de alguna RTP, su ubicación respecto a las RTP´s más cercanas se señala en la **Tabla IV.5.1.1-1** y en la **Figura IV.5.1.1-1**. Ver **Anexo C1 "Cartografía"**.

Tabla IV.5.1.1-1 Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.

RTP	Distancia respecto al proyecto	Descripción
107. Sierra Nevada	24.475 km al sureste	**Características:** la importancia de esta región radica en que constituye el límite biogeográfico entre las regiones neártica y neotropical. Comprende un gradiente muy marcado de ecosistemas, derivados de la altimetría, que favorece, asimismo, su gran riqueza específica y la presencia de endemismos. El tipo de vegetación que se distribuye con una superficie mayor es el bosque de pino. Dentro de esta región se incluyen las ANP: Izta-Popo y Zoquiapan y Anexas, decretadas en 1948 y 1937, respectivamente. **Estados que abarca**: Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala. **Problemática ambiental:** existe alta presión sobre las praderas naturales por la presencia de ganado vacuno y caprino.
108. Ajusco-Chichinautzin	52.315 km al suroeste	**Características:** comprende un gradiente muy marcado de ecosistemas, derivados de la altimetría que favorece, asimismo, su gran riqueza específica y presencia de endemismos. Es un corredor que asegura la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de la biota de la zona y es, además, una barrera para evitar el avance del proceso de urbanización de la Ciudad de México y Cuernavaca. Comprende dos ANP: Cumbres del Ajusco, decretada en 1947 y el corredor biológico Ajusco-Chichinautzin, decretada en 1988. El tipo de vegetación que se distribuye con una superficie mayor es el bosque de pino. **Estados que abarca**: Distrito Federal, Estado de México y Morelos. **Problemática ambiental:** los principales problemas incluyen la degradación de los hábitats naturales por causa de la urbanización, fragmentación por la construcción de autopistas, agricultura intensiva, pastoreo, quema, deforestación y actividades turísticas

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Figura IV.5.1.1-1 Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.



Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
Área de localización de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.

IV.5.1.2 Regiones Marinas Prioritarias (RMP's)

La CONABIO realizó una clasificación de 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.). La clasificación resultó en diferentes grupos definidos por el patrón de uso de los recursos, el conocimiento sobre biodiversidad y las amenazas que enfrentan.

La **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** no se localizará dentro de ninguna RMP, su ubicación respecto a la RMP más cercana se señala en la **Tabla IV.5.1.2-1** y en la **Figura IV.5.1.2-1**. Ver **Anexo C1 "Cartografía"**.

Tabla IV.5.1.2-1 Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Marinas Prioritarias

RMP	Distancia respecto al proyecto	Descripción
48. Tecolutla	215 km al noreste	**Descripción:** lagunas costeras, playas, marismas, humedales, esteros, dunas, bajos. **Actividad económica principal**: pesquerías de ostión y peces, actividades turísticas. **Modificación del entorno**: desforestación, modificación de la vegetación, desecación de ríos y mantos freáticos. **Contaminación:** agroquímicos, coliformes en estuarios.

Tabla IV.5.1.2-1 Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Marinas Prioritarias

RMP	Distancia respecto al proyecto	Descripción
49. Laguna Verde-Antón Lizardo	274 km al este	**Descripción:** lagunas con vegetación conservada (humedales), zonas oceánicas, marismas, esteros, bahías. **Actividad económica principal**: zona turística importante y hotelera (Puerto de Veracruz, Villa Rica y Chachalacas). Pesca organizada en cooperativas, con explotación de ostión, jaiba y lisa. Actividad petrolera, industrial y urbana. **Modificación del entorno**: tala de manglar, dragado. Alteración de cuencas con cambios hidrológicos e influencias de la planta nucleoeléctrica. **Contaminación:** por petróleo, aguas residuales, agroquímicos, fertilizantes, desechos industriales y aguas negras.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Figura IV.5.1.2-1 Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Marinas Prioritarias.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
Área de localización de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.

IV.5.1.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's)

Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estas conexiones son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, no sólo a niveles local y regional, sino nacional y global. La CONABIO identifica una lista con 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación, dentro

de estas dos categorías 75 presentan algún tipo de amenaza, existen 29 áreas que son importantes biológicamente, pero hay información científica suficiente sobre su biodiversidad.

La **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** se ubicará dentro de la RHP No. 68, en la **Tabla IV.5.1.3-1** se indican las principales características de esta región y en la **Figura IV.5.1.3-1** se indica la ubicación del sitio de estudio. Ver **Anexo C1 "Cartografía"**.

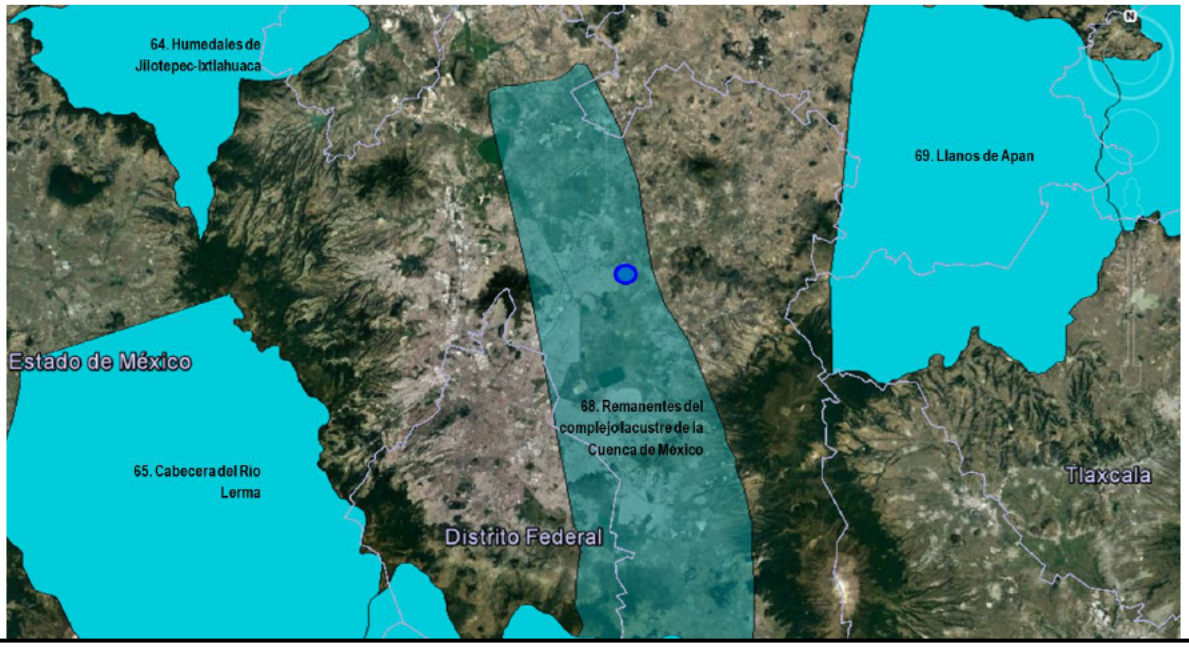
Es importante mencionar que el predio donde se ubicará la instalación no se encuentra cerca de algún cuerpo de agua o escurrimiento que pudiera poner en riesgo a la RHP No. 68.

Tabla IV.5.1.3-1 Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

RHP	Distancia respecto al proyecto	Descripción
68. Remanentes del complejo lacustre de la Cuenca de México	Dentro de la RHP.	**Características:** hay lagos, presas, ríos y arroyos (muy alterados, en proceso de desaparición o remanentes). Vegetación acuática: *Potamogeton* spp, *Myriophyllum* spp, *Utricularia* spp, *Isoetes* spp. Fauna característica: de insectos *Nymphoides fallax,* coleópteros y dípteros (Hidrophilidae, Chironomidae, Sirfidae, Ephydridae); de crustáceos, existen nuevos registros para cladóceros y copépodos, así como un nuevo género de cladócero para esta cuenca; de peces *Chirostoma humboldtianum, Girardinichthys multiradiatus, G. viviparus;* de anfibios *Ambystoma altamirani, A. mexicanum, A. rivularis, A. velasco (*posible extinción) y *Rana tlaloci* (posible extinción). Las aves que se reproducen son las garcetas *Anas acuta, A. americana*, de color café *Anas cyanoptera*, las garcetas de alas azules *Anas discors*, el pato mexicano *Anas platyrhynchos diazi, Asio flammeus, Buteo jamaicensis, Calidris bairdii, C. minutilla, Circus cyaneus, Falco peregrinus*, el pato tepallate *Oxyura jamaicensis, Parabuteo unicinctus, Phalaropus tricolor*. Endemismos de las plantas *Nymphaea gracilis* y *Salix bonplandiana;* sin embargo, en la actualidad el endemismo es bajo debido a la fuerte alteración de los ecosistemas. La mayoría de estas especies se encuentran amenazadas por pérdida de hábitat, introducción de especies exóticas, sobreexplotación de los recursos hídricos y contaminación por materia orgánica e industrial. **Principales poblados:** zona metropolitana Cd. De México, Zumpango de Ocampo, Texcoco de Mora, Xochimilco, Tláhuac, Cd. Netzahualcóyotl, Chalco. Esta región está delimitada al sur: Xochimilco, Tláhuac, Chalco. Este: Texcoco y Chiconautla. Oeste: Cd. de México. Norte: Coyotepec, Tizayuca, Los Reyes. **Problemática ambiental:** Modificación del entorno: desforestación, denudación y erosión de suelos, desecación de lagos, pérdida de hábitats terrestres y acuáticos, sobreexplotación y agotamiento de acuíferos y cambios en el patrón hidrológico. Crecimiento urbano sin planificación. Contaminación: por influencia de la zona urbana-industrial: metales pesados, nitratos y materia orgánica. Hay 5 sitios de confinamiento de desechos sólidos y sitios clandestinos. Entre 50 y 55 m^3/s de aguas residuales domésticas e industriales son exportadas sin tratamiento fuera de la cuenca. Los ríos Tula, Moctezuma y Pánuco reciben aguas residuales y urbanas altamente contaminadas. También existe contaminación por fertilizantes, biocidas, bacterias coliformes totales y coliformes fecales. Uso de recursos: especies terrestres y acuáticas amenazadas. Especies introducidas de carpa común *Cyprinus carpio,* charal prieto *Chirostoma attenuatum,* tilapias azul *Oreochromis aureus* y negra *O. mossambicus,* espada de Valles *Xiphophorus variatus.* Se extraen aproximadamente 45 m^3/s del sistema acuífero del Valle de México causando hundimientos del terreno. Para complementar el abasto se extrae y bombea agua de los ríos Lerma y Cutzamala, afectando cuencas externas.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Figura IV.5.1.3-1 Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.



Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
Área de localización de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.

IV.5.1.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's)

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

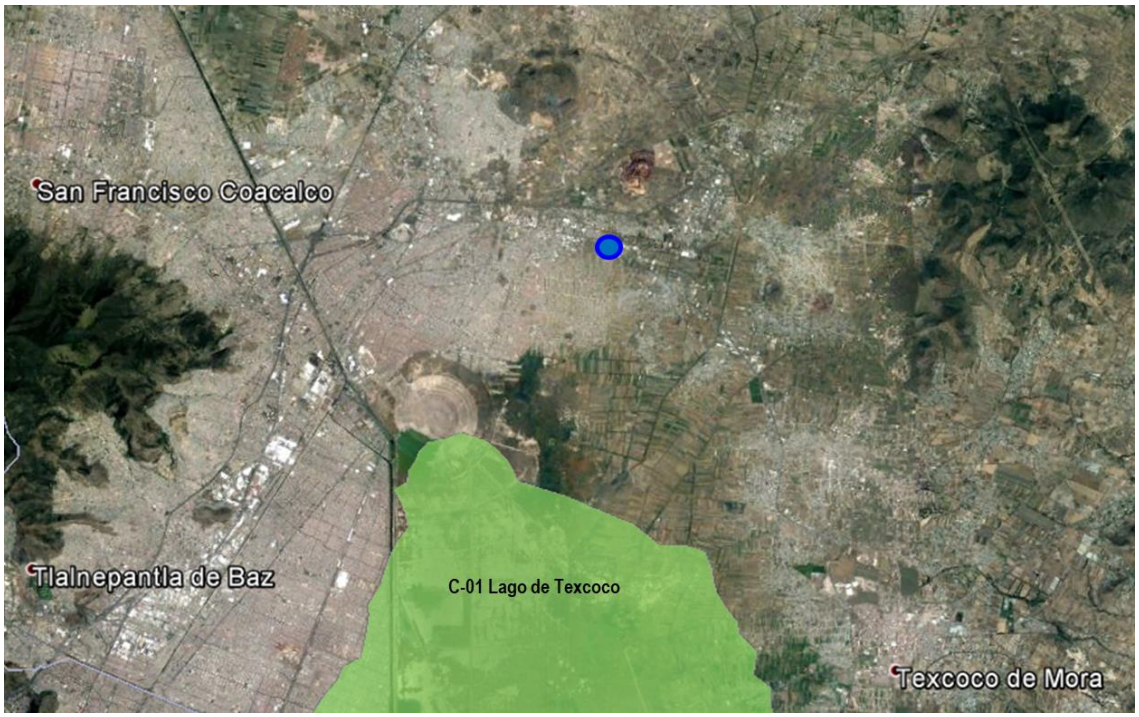
La **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** no se localizará dentro de algún AICA, su ubicación respecto al AICA más cercana se señala en la **Tabla IV.5.1.4-1** y en la **Figura IV.5.1.4-1**. Ver **Anexo C1 "Cartografía"**.

Tabla IV.5.1.4-1 Ubicación del proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

AICA	Distancia respecto al proyecto	Descripción
C-01 Lago de Texcoco	6.7 km al sur-suroeste	**Descripción:** representa un área de 1700 ha de lagos permanentes y 2000 de charcas someras estacionales, lo cual favorece el establecimiento de grandes colonias de anidación y reposo de aves acuáticas. Se constituye por cinco lagos artificiales permanentes con aportes de agua de los ríos Xalapango, Coxcacoaco, Texcoco, San Bernardino y Churubusco, así como por aportes de aguas negras provenientes del dren de la Ciudad de México. Existe un plan de manejo que no contempla de manera formal la conservación de la vida silvestre. **Vegetación:** gramíneas halófitas en una extensión de aproximadamente 5,000 hectáreas. Vegetación acuática.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Figura IV.5.1.4-1 Ubicación del proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.



Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
Área de localización de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.

CAPÍTULO V.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Índice

V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO 1
V.1. Bases de diseño 1
V.1.1 Proyecto civil 3
V.1.2 Proyecto mecánico 6
V.1.3 Proyecto eléctrico 8
V.1.4 Proyecto sistema contra-incendio 9
V.2. Descripción detallada del proceso 10
V.3 Hojas de seguridad 12
V.4 Almacenamiento 12
V.5 Equipos de proceso y auxiliares 13
V.6 Condiciones de operación 13
V.6.1 Balance de materia 13
V.6.2 Temperatura y presiones de diseño y operación 14
V.6.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso 14
V.6.4 Características del régimen operativo de la instalación (continuo por lotes) 14
V.6.5 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI´s) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente 14

V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

V.1. Bases de diseño

1. La terminal se diseñará para poder cargar 60,000 BPD en 20 horas diarias, con 30 minutos para la carga de cada pipa de 20,000 litros. La terminal contará con 14 islas de carga o llenaderas, de las cuales 12 estarán operando y dos serán de relevo, por lo que tiene una capacidad para recibir 40 pipas diarias por llenaderas los 365 días del año.
2. La capacidad de almacenamiento nominal es de 875,000 barriles, de los cuales 865,000 barriles corresponden a almacenamiento de producto y 10,000 barriles a almacenamiento de interfases.
3. Se contará con las técnicas y protocolos más estrictos en materia de seguridad, operación, automatización y protección del medio ambiente, con apego a las normas nacionales e internacionales.
4. Los auto-tanques de los clientes que realizarán la distribución tendrán capacidad de 20,000 litros y a futuro podrán ser de 45,000 litros.
5. Las áreas de rodamiento principales serán de concreto hidráulico; mientras que el resto de las vialidades será de pavimento asfáltico.
6. El suministro de destilados petrolíferos que son gasolina regular, gasolina premium y diésel, a la terminal será de las tres formas siguientes:
    a. A través de dos poliductos existentes de PEMEX que actualmente se encuentran en operación, siendo el poliducto de 12” de diámetro, de Nanacamilpa-Venta de Carpio y el poliducto de 14” de diámetro, de Soapayuca-Azcapotzalco. La operación de los poliductos no será de manera simultánea.
    b. Mediante auto tanques, con lo cual se contarán con 10 posiciones de descarga (islas de descarga), cada una dispondrá de una bomba de descarga y un patín de medición y regulación.
    c. Una isla de descarga a futuro, mediante carro tanques, toda vez que el predio de la terminal en el lado sur colinda con una vía de ferrocarril, con lo que se tendrá disponible una espuela para la transferencia de producto.
7. Los poliductos que abastecerán de combustible a la terminal, contarán con un patín de regulación y medición, que regulará la presión y cuantificará la cantidad de producto recibido, para transferencia de custodia.
8. Se dispondrán de 14 islas de llenaderas de auto tanques para la entrega de producto a clientes.
9. Se aplicará la normatividad nacional e internacional que actualmente regula este tipo de instalaciones, tal como los códigos y estándares NFPA, API, ANSI, ASME, ASTM, ISO, IEC, AISC, NACE, IEEE, MSS, ISA, NEMA, NOM y PEMEX.
10. Para las tuberías utilizadas en el manejo de los productos de Pemex, se cumplirá en el diseño, selección y especificaciones, las cuales estarán apegadas a lo establecido en las normas aplicables, como el ASME B31.3 vigente, y con los requerimientos siguientes:
    a. Cálculo del diámetro de la tubería
    b. Estudio de análisis de flexibilidad
    c. Compatibilidad con el producto a transportar
    d. Posibles movimientos estructurales, sin generación de esfuerzos y transferencia de cargas
    e. Resistencia mecánica y características para que la conexión entre ambos sistemas sea confiable y compatible de acuerdo con las características y condiciones operativas del proceso

f. Válvulas de bloqueo con ubicación conveniente y accesible

g. Medios para el fácil acceso a cualquier válvula del sistema

h. Conexión y puesta a tierra confiable

i. En caso de disponer de conexión con junta aislante de sistema de protección catódica, cumplir con los requerimientos de conexión a tierra para dar continuidad eléctrica y condiciones climatológicas y sismológicas del lugar.

11. Todo el sistema de tuberías contará con brincadores de corriente estática para evitar y estar conectado a la red de tierra física.
12. Las válvulas de compuerta, globo, macho y bola, cumplirán con el ANSI B16.34, API 600, API 602, el ASME B16.10 para dimensiones entre caras, el ASME B16.5, ASME B16.47 serie A para extremos bridados, el ASME B16.11 para dimensiones de caja para soldar, el API 598/API 6D para inspecciones y pruebas y el API-607/6FA vigentes, equivalentes o aquellos que los sustituyan.
13. Las válvulas de relevo de presión y su instalación cumplirán con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas.
14. Toda la tubería será adecuadamente soportada, guiada y anclada, de tal manera que durante su operación no se presenten afectaciones por vibración, deflexión o esfuerzos excesivos sobre la misma línea o equipo al que se conecte. La soportería será acorde a los estudios de análisis de flexibilidad y a los estudios de mecánica de suelos, para solucionar posibles problemas de hundimientos que a futuro podrían provocar esfuerzos en la tubería.
15. Los soportes y muñones de las tuberías serán del mismo material para evitar el fenómeno de par galvánico.
16. Las estructuras de anclaje y los soportes de tuberías se diseñarán para prevenir el desgaste y la corrosión de las tuberías de forma tal que permitan el ajuste del soporte, aplicando los códigos B31.3 y B31.4 de ASME vigentes, equivalentes o aquellos que los sustituyan.
17. En sitios de alta probabilidad de ocurrencia de sismos y/o fenómenos meteorológicos de alto impacto, los recipientes superficiales que almacenen productos irán anclados a la cimentación o al soporte, a fin de evitar la flotación o el desplazamiento.
18. Las estructuras de los soportes de tuberías, se diseñarán para soportar o controlar el movimiento de las tuberías en donde sea apropiado y, por ende, proteger al equipo como: bombas, tanques y válvulas en contra de una carga mecánica excesiva.
19. Los soportes para tuberías se diseñarán considerando el peso muerto de la tubería, el peso del producto transportado, condiciones ambientales y sismológicas del lugar, así como la resistencia del terreno.
20. Los soportes de tuberías y su sistema de aislamiento usados para sostener tuberías cuya estabilidad es esencial para la seguridad de la instalación terrestre de almacenamiento, serán resistentes o estar protegidos contra la exposición al fuego o al escape de líquidos fríos, o a ambos, en caso de estar expuestos a dichos peligros.
21. Los materiales y dimensiones de las conexiones de tuberías y boquillas con bridas para los tanques, serán de cuello soldable y deben tener el mismo diámetro, cédula o espesor que el tubo donde se instala.
22. Las bridas ciegas serán forjadas y de fábrica.
23. Las conexiones bridadas para uniones de tuberías, considerarán bridas soldables clase ANSI/ASME o equivalente, de acuerdo al diseño y a las condiciones de operación.
24. Las conexiones roscadas, no serán utilizadas para diámetros mayores a 2 plg, serán clase ANSI 3000 o 6000, la rosca deberá ser NPT, los tubos de acero al carbón a unir serán cédula 160.

25. Los materiales de las juntas o empaques entre bridas serán diseñados de acuerdo con el fluido a contener y deben satisfacer las propiedades de resistencia al fuego.
26. Los espárragos y las tuercas a utilizar en las conexiones bridadas para tuberías y accesorios, serán de acero al carbón y de fábrica, se evidenciará que estos cumplen con la especificación B18.2.1 de ASME y con las especificaciones A193, A194 o A325 de ASTM vigentes, equivalentes o aquellos que los sustituyan.
27. El diseño para las válvulas seleccionadas para la instalación en tanques y en el sistema de tuberías, se realizará conforme a la norma o código vigente, equivalente o aquel que lo sustituya.
28. Los accesorios se construirán de acero forjado y deben contar con una clasificación de presión mínima de 140.61 kgf/cm^2 (2000 psig) para accesorios roscados y de 210.92 kgf/cm^2 (3000 psig) para accesorios empotrados con soldadura.
29. Los espárragos que se utilicen con juntas bridadas, se prolongarán por completo a través de las tuercas, al menos tres cuerdas.

V.1.1 Proyecto civil

Los criterios y diseño de los trabajos ejecutados por la disciplina de civil planificación tendrán sustento conforme a lo indicado en la siguiente normatividad:

- ASME B31.4-2016 Pipeline Transportation systems for liquid hydrocarbons and other liquids
- NFPA 30 Flammable and Combustible Liquids Code Edition 2015
- NOM-EM-003-ASEA-2016, especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre-Arranque, Operación y Mantenimiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos, excepto para Gas Licuado de Petróleo.
- NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- NOM-012-SCT-2-2014, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, 1991. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Normativa para la infraestructura del transporte. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Manual de Isoyetas de Intensidad, Duración, Frecuencia de la República Mexicana; Dirección General de Proyectos, Servicios Técnicos y Concesiones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Edición 2000.
- Diseño por Sismo: Manual de Diseño Por Sismo, MDOC-DS-CFE-15.
- Diseño por Viento: Manual de Diseño por Viento, MDOC-DV-CFE-08.
- Concreto Reforzado: Building Code Requirements for Structural Concrete and commentary, ACI 318-14.
- Acero Estructural: Steel Construction Manual, Load and Resistance Factor Design LRFD, 2010 14th Edition.
- Perfiles Rolados en Frio: AISI American Iron and Steel Institute Cold Formed Steel Design Manual – 2008.
- Pernos y Tornillos: AISC Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 bolts, 2009.
- Cimentaciones: Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones.
- Soldadura: Structural Welding Code Steel, AWS-D1.1, 2010.

- Cargas vivas: Reglamento de Construcciones para el DF (RCDF-2004).
- Combinaciones de diseño: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures SEI/ASCE 7-10.

A continuación, se describen las áreas con las que contará la Terminal de Almacenamiento y Recibo Acolman.

Cobertizo contra incendio:

- Las tres bombas para agua contra incendio, se instalarán en un cobertizo ubicado en forma estratégica en la terminal.

Subestación eléctrica:

- Este edificio alojará los transformadores, tableros y la planta de emergencia, por lo que deberá diseñarse para la totalidad de los equipos del sistema eléctrico.

Casa de bombas de producto:

- Se contará con una casa de bombas del tamaño necesario para alojar todas las bombas de producto hacia las llenaderas.
- Cada bomba llevará un pedestal y un sardinel para confinar los posibles derrames de producto durante el mantenimiento.

Cobertizo llenaderas de autotanque:

- Se diseñarán para alojar catorce islas de llenado con una posición cada una.
- En cada isla se alojará los patines de medición.
- Se podrán operar unidades con capacidad de 20,000 hasta 45,000 litros.

Cobertizo descargaderas de autotanque:

- Se diseñarán diez islas de descarga con una posición, para descargar simultáneamente diez autotanque. En cada isla se instalará una bomba para descargar los autotanque y su patín de medición correspondiente.
- En el cobertizo se podrán operar unidades con capacidad de 20,000 a 45,000 litros.

Descargaderas de carrotanque (futuro):

- Esta terminal no contará con descargaderas de carrotanque. Solo se deberá considerar el espacio necesario para instalar tres espuelas.

Oficina de ventas:

- La terminal contará con un edificio de Oficinas de Ventas dedicado a los clientes que se les prestará el servicio y esta deberá garantizar el correcto funcionamiento de la misma.
- Consta de 2 niveles:

  Planta Baja: Recepción, Sala de espera, Archivo, Cuarto de Aseo, Sanitario, Telecomunicaciones e Instrumentación, Terrario, 2 Áreas para Contadores, Contador General y Cocineta.

  Planta Alta: Área para Secretaria, Contador General, Sala de Juntas, Terraza y Sanitario.

Torres de control:

- La terminal contará con dos torres de Control que su función principal será la de mantener el control de los Auto-tanques tanto llegada como la salida.

  Torre 1

- Consta de 2 niveles:

  Planta Baja: Vestíbulo, Operador de entrada, 2 Operador de Campo, Cocineta, y un Sanitario.

  Planta Alta: Vestíbulo, Portero checador de Entrada y Jefatura de Operación.

  Torre 2

- Consta de 2 niveles:

  Planta Baja: Vestíbulo, Operador de Salida, Auxiliar, Ingeniero de Línea Cuarto Eléctrico, y un Sanitario.

  Planta Alta: Vestíbulo, Operador de Control, Jefatura de Operación, Cocineta y Sanitario.

Laboratorio:

- La terminal contara con un laboratorio de análisis de productos petrolíferos.
- Consta de una Exclusa, Recepción de Muestras, Regadera de Emergencia, Extractor, Mesa de Trabajo, Sanitario y en la parte externa un área de Cilindros y de Compresor de Aire.

Caseta de vigilancia:

- La terminal contara con una caseta de vigilancia para llevar y tener el control de acceso de las personas a la terminal.
- Consta de un área para un Portero checador y un medio baño.

Estacionamiento para autotanque:

- Se contará espacio suficiente para estacionar siete auto-tanques de los clientes considerando que enviaran unidades de 20,000 a 45,000 Litros.
- El estacionamiento será con pavimento de concreto armado para tránsito pesado.

Estacionamiento exterior para vehículos de empleados y clientes:

- La terminal contara con siete cajones de estacionamiento dedicado a los clientes que se les prestara el servicio.
- El área de rodamiento será a base de una carpeta asfáltica y los cajones estarán delimitados por pintura para tráfico en la carpeta asfáltica.

Estacionamiento interior para vehículos de empleados:

- La terminal contara con un estacionamiento de cuatro cajones asignado al personal administrativo de la terminal dedicado a los clientes que se les prestara el servicio.
- El área será a base de una carpeta asfáltica y los cajones estarán delimitados por pintura de en la carpeta asfáltica.

Diques:

- En base a la aplicación de la normatividad, los tanques de almacenamiento contaran con un dique con la capacidad para confinar el volumen de cualquiera de los tanques que forman un conjunto o de manera individual.
- Los diques serán de mampostería con una altura de 1.8 metros y el piso interior de concreto.

Pavimentos y vialidades:

- Los pavimentos en las vialidades de mayor circulación serán a base de concreto Hidráulico armado para tráfico pesado y de un espesor de acuerdo a la mecánica de suelos.
- Estos se utilizarán en el área de llenaderas, descargaderas y en el acceso de entrada y salida a la terminal.

- Las calles que circundantes a los diques, serán a base de pavimento asfáltico.

Cimentaciones para tanques y equipos:

- La cimentación de cada uno de los elementos que conforma la terminal, se construirán de acuerdo a lo que recomiende la mecánica de suelo.
- Para el caso particular de los tanques de almacenamiento, la cimentación será a base de un anillo de concreto armado respetando los criterios de diseño de establecidos en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, así como del Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE, vigente

Barda perimetral:

- Será diseñada y construida de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, así como del Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE, vigentes.

Patines de regulación y medición:

- Serán diseñados de acuerdo a lo indicado en las normas y códigos aplicables.

En el **Anexo D1** se encuentra la memoria descriptiva del proceso constructivo en la cual se muestran con mayor detalle todos los procesos que se realizaran durante el proyecto civil.

V.1.2 Proyecto mecánico

El diseño, fabricación, pruebas e inspección de los equipos deberán ser conforme a todas las especificaciones, códigos y estándares nacionales e internacionales vigentes que se mencionan a continuación, incluyendo modificaciones, interpretaciones o adiciones a los mismos según aplique.

- API 610 12a Ed. Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries
- API-650 12ª. Ed. Add. 2, 2016, Welded Tanks for Oil Storage.
- API RP 651 4 ª Ed. Cathodic protection of aboveground Petroleum storage tanks.
- API-2000 7 ª Ed. Venting Atmospheric and Low Pressure Storage tanks.
- API-2555 Method for Liquid Calibration of Tanks.
- API 2610 Design, Construction, Operation, Maintenance and Inspection of Terminal & Tank Facilities
- API 682 Shaft Sealing Systems for Rotary Pumps.
- API STD 547 General-Purpose Form-Wound- squirrel cage Induction Motor-250 Horsepower and large
- ASME Sección II parte D Ed. 2015 Materials.
- ASME Sección V Ed. 2015 Nondestructive Examination.
- ASME Sección IX Ed. 2015 Welding, Brazing and Fusing Qualifications.
- ASME B16.5 2013 Pipe Flanges and Flanged Fittings.
- ASME B16.47 2011 Large Diameter Steel Flanges.
- ASME B16.20 Metallic Gaskets for Pipe Flanges - Ring Joint, Spiral- Wound and Jacketed.
- ASME B31.3 Process Piping.

- ASME B31.4 Pipeline Transportations Systems for Liquids and Slurries.
- ASTM A36 / A36M Standard Specification for Carbon Structural Steel.
- ASTM A283/ A283M Standard Specification for Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates
- ASTM A53 Gr B Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, elded and Seamless.
- ASTM A106 Gr B Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature service.
- ASTM A 105/ A-105M Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Applications.
- NOM-008-SCFI-2002 Sistema general de unidades y medidas.
- DISEÑO POR SISMO MDOC. CFE 2015 Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE(Diseño por sismo)
- DISEÑO POR VIENTO MDOC. CFE 2008 Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE (diseño por viento)
- NFPA 22 Standard for water tanks for private fire protection
- NFPA 11-2016 Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam.
- NACE MR0103-2010 Standard material requirements.
- NOM-004-STPS-1999Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- NOM-010-STPS-1999 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
- NOM-011-STPS-2001Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido
- NOM-018-STPS-2000 Sistema para la Identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e Identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- ISO 1940-1:2003Mechanical vibration — Balance quality requirements rotors in a constant (Rigid) State. — Part 1: Specification and verification of balance tolerances (Vibración mecánica – requerimientos de calidad del balanceo de rotores rígidos - parte 1: Especificación y verificación de las tolerancias del balanceo)
- ISO 13709:2009 Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries. (Bombas centrífugas para las industrias del petróleo, petroquímica y gas natural).
- ISO 21049-1:2012 Shaft sealing systems for centrifugal and rotary pumps (Bombas - Sistemas de sello de flechas para Bombas centrífugas y rotatorias).
- ISO 9000 Quality management systems - Fundamentals and vocabulary.
- ISO 9001 Quality management systems – Requirements.
- ISO 9606 Approval testing welders.
- ISO 15607 Specification and qualification of welding procedure for metallic materials.

- ISO 8504-1 Preparation of Steel Substrates Before Application of Paints and Related Products - Surface Preparation Methods SO-12944-1-8 Pinturas y barnices - protección anticorrosiva de estructuras de acero por sistemas de pintura protectores
- ISO-2409 Paints and Varnishes /Cross/Cut Test:
- ISO-4624 Paints and Varnishes / Pull/Off Test for Adhesión.
- ISO 286 Geometrical product specifications.
- NOM-030-SCT4-1996. Condiciones de Seguridad para la Estiba y Trincado de Carga en Embarcaciones sobre Cubierta y en Bodegas.
- NOM-123-SEMARNAT-1998 Que establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COV´s), en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos.
- NOM-EM-003-ASEA-2016 Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre- Arranque, Operación y Mantenimiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos, excepto para Gas Licuado de Petróleo.

En el **Anexo D2**, se presentan los procedimientos operativos que describen las condiciones en las que se realizarán las pruebas hidrostáticas, radiografiado, medición de espesores, protección mecánica y protección anticorrosiva del proyecto.

V.1.3 Proyecto eléctrico

La memoria de cálculo de la instalación eléctrica explica el criterio de diseño para la selección de conductores y conductores de puesta a tierra, además de la canalización y protección contra sobrecorriente de las alimentaciones eléctricas.

Esta terminal contará con una Subestación Eléctrica Principal, un área de llenaderas y descargaderas de autotanques, un cobertizo de bombas, dos torres de control, una central contra incendio, un edificio de ventas, laboratorio y otros edificios requeridos para su correcta operación como, caseta de vigilancia, baños etc.

El suministro de energía eléctrica será proporcionado por CFE en un voltaje de 23000 volts en sus líneas de media tensión por medio de una transición aérea el cual consta de un seccionador y equipo de medición a la entrada de la planta, de este punto y por medio de una línea subterránea se alimentara el transformador principal que dará abasto de energía a toda la planta y estará ubicado en la S.E. Dentro de la subestación, se alojara una subestación compacta con tres secciones servicio interior nema 1, clase 25 kv, sección 1, acometida con cuchillas de paso, servicio interior nema 1, clase 25 kv; sección 2, seccionador sin fusibles con interior nema 1, clase 25 kv; sección 3, seccionador con fusibles con acoplamiento lateral a transformador servicio interior nema 1, clase 25 kv; estos gabinetes son autosoportados, dos centros de control de motores para alimentación de las áreas de descargaderas y llenaderas, que serán operadas en un nivel de tensión de 480 vca, 3 fases, 60 hz, un tablero general de distribución de baja tensión, de montaje autosoportado , con medición e interruptor electromagnético tipo electrónico, una planta de emergencia con capacidad de 600 kw para el abastecimiento al 100% de la planta y principalmente un transformador trifásico de 750KVA, sumergido en aceite mineral para operación a una altura de 2640 m.s.n.m. con 4 derivaciones de 2.5 % , 27 ºc elev. temp., conexión delta- estrella, impedancia no garantizada, enfriamiento tipo OA con devanados de cobre en el primario y secundario, recibiendo en el primario (delta) 23000 volts transformándolo del lado secundario (estrella) 480 volts - 277 volts.

En una de las secciones de la acometida tendremos una derivación en media tensión para el alimentador del transformador trifásico de 750 KVA con las mismas características que el anterior pero con relación de, en el primario (delta) 23000 volts transformándolo del lado secundario (estrella) 4160 volts - que estará ubicado en la Central contra Incendio para dar abasto eléctrico a una bomba de 500 CP. Para el sistema de contra incendio.

Toda la distribución eléctrica de la planta sea alimentadores principales y alumbrado se llevarán a cabo por medio de ductos subterráneos con tuberías de PVC pared gruesa, y en todo el exterior y a la salida de los ductos tendremos tubería conduit de acero galvanizado pared gruesa.

Se realizaron cálculos de alimentadores, con la filosofía de contar con una eficiencia óptima cuidando el costo-beneficio, equilibrando el diseño para no sobredimensionar la instalación y encarecerla, para la caída de tensión se consideró un 5%, el cual está dividido en 0.5% en alimentadores generales, 1.5 en sub generales y 3% en circuitos derivados, se consideraron factores de agrupamiento, temperatura, para el diseño, la temperatura media anual que se consideró, fue de 30 °c.

V.1.4 Proyecto sistema contra-incendio

El sistema contra incendio se diseñará y construirá en apego a las normas NFPA, última edición.

El sistema de agua contra incendio tendrá un tanque de agua de 42,000 bls., a revisar durante la ingeniería de detalle. La capacidad de almacenamiento de agua cubrirá invariablemente el riesgo mayor de la terminal; para el cual se realizó la reconfiguración del sistema contra incendios considerando el aumento en la capacidad de almacenamiento a un total de 875 MBls de petrolíferos (Gasolina Pemex Magna, Gasolina Pemex Premium, Diésel e Interfaces de poliductos (ver **Anexo D3**).

Los elementos principales del sistema contra incendio son los siguientes:

a. Sistema de bombeo con una bomba principal accionada por motor eléctrico y una bomba de relevo (auxiliar) accionada por motor de combustión interna.

b. Bomba jockey accionada por motor eléctrico la cual tendrá la función de mantener la presión en la red.

El tanque de almacenamiento de agua contra incendio será de la capacidad necesaria para cubrir ocho horas de operación continua para combatir el riesgo mayor de la instalación.

Se contará con un sistema mecánico de presión balanceada de generación de espuma para mitigar el fuego en la superficie del combustible en los tanques de almacenamiento de producto o en las llenaderas. Los sistemas de enfriamiento, espuma y presión balanceada serán automáticos, con estaciones manuales, locales y remotas (en el cuarto de control a través de HMI), para abrir o cerrar válvulas de diluvio.

Los tanques de producto tendrán un sistema de enfriamiento con dos anillos.

En la red de agua contra incendio se tendrán hidrantes y monitores. Adicional a ello se contará con tomas siamesas para integración de carros contra incendio.

Los sistemas de bombeo contra incendio tendrán arranque automático de acuerdo a NFPA 20 y tendrán estaciones manuales, locales para arranque y paro.

Además, se contará con un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) enfocado a los equipos principales, con monitores en las torres de control, oficinas de contra incendio y de vigilancia.

Como parte de la infraestructura de protección contra incendio se tendrá un cobertizo para ubicar el paquete mecánico de presión balanceada de espuma, la oficina para el personal de seguridad, la bodega para los equipos de seguridad, materiales y accesorios de protección contra incendio y el comando de control de las válvulas automáticas de contra incendio (VOES), es decir válvulas de diluvio y válvulas de control del sistema mecánico de presión balanceada.

Como protección integral en las áreas de maniobras y estacionamiento de autotanques, se incluirá a la red un conjunto de hidrantes y monitores.

La presión de descarga de las bombas debe ser suficiente para la operación de los equipos y dispositivos de seguridad, que cubran el riesgo mayor a una presión no menor a 100 psi (7 kg/cm^2).

V.2. Descripción detallada del proceso

La Terminal recibirá el producto de tres fuentes de suministro diferentes que son:

1. Por dos poliductos existentes de la red de PEMEX
    a. Poliducto de 12"de diámetro Nanacamilpa – Venta de Carpio
    b. Poliducto de 14" de diámetro Soapayuca – Azcapotzalco

    Los disparos de los poliductos a la entrada de la terminal, contarán con un patín de regulación de presión y medición de flujo, con transferencia de custodia.

    Las interconexiones con los dos poliductos existentes de PEMEX se harán mediante HotTapping en cada uno de ellos toda vez que los poliductos de Pemex, se encuentran en operación. Las distancias aproximadas entre los puntos de interconexión de los ductos y los patines de regulación y medición localizados en la terminal HST son los siguientes:

    Para el poliducto de 12" de diámetro --------- 1,080 m

    Para el poliducto de 14" de diámetro --------- 3,700 m

2. Por auto tanques

    Los productos llegarán y se descargarán a través de auto tanques de hasta 45,000 litros, para ello se instalarán diez descargaderas con todos sus elementos de medición. Los cuales operarán a un flujo de diseño de 500 gal / min

3. Por ferrocarril (futuro)

    Se dejará el espacio necesario para en un futuro poder recibir producto a través de carros de ferrocarril. El terreno de la terminal colinda, en su lado sur, con la vía de ferrocarril de la zona centro; la cual tiene un lado cercano a la terminal. Previendo la posibilidad de que, en un futuro, alguna otra empresa solicite descargar combustibles desde carrotanques; la HST dejará el espacio necesario, para instalar un ladero y una espuela.

Tanques de almacenamiento

El diseño y construcción de los tanques, será de acuerdo al estándar API 650, última edición.

Los tanques de almacenamiento para gasolina regular, gasolina premium y diésel serán de acero al carbón, los tanques de gasolina contarán con membrana interna flotante de aluminio sobre la superficie del líquido, para evitar vaporizaciones y contarán con acceso para mantenimiento y válvulas de presión-vacío para una operación confiable y correcta durante el llenado y vaciado de producto.

1. El tanque de almacenamiento de interfases (contaminados) también tendrá una membrana interna flotante y el techo será de acero al carbón.
2. El almacenamiento de productos dispondrá de un sistema de tele-medición, constituido básicamente por medidores de nivel, temperatura y sistemas redundantes de alarmas, sonoras y luminosas.
3. Como parte de las instalaciones de protección contra incendio, los tanques de almacenamiento de producto e interfases contarán con anillos para enfriamiento en caso de incendio.
4. Adicional a la protección con anillos de enfriamiento, los tanques de almacenamiento de producto y de interfases contarán con cámaras de espuma para mitigar incendios.

La capacidad máxima de almacenamiento será de 875,000 bls., distribuidos como se muestra en la tabla V.2-1.

Tabla V.2-1 Distribución de la capacidad de almacenamiento		
Tanque	**Capacidad (bls)**	**Producto**
TV-01	100 000	Gasolina regular
TV-02	100 000	Gasolina regular
TV-03	100 000	Gasolina regular
TV-04	100 000	Gasolina regular
TV-05	100 000	Gasolina regular
TV-06	100 000	Gasolina regular
TV-07	70 000	Gasolina premium
TV-08	55 000	Gasolina premium
TV-09	70 000	Diésel
TV-10	70 000	Diésel
TV-11	10 000	Interfases

Fuente: Memoria Técnica Descriptiva de diseño. 17/11/17

Entrega de productos

La entrega de productos se hará mediante autotanques propiedad de otras empresas; HST únicamente prestará el servicio de llenado, para lo cual se instalarán 14 llenaderas, en las islas de carga, que operarán con bombas de 500 gal/min cada una.

Características de las llenaderas:

El llenado de auto tanques se realizará por medio de garzas articuladas con movimiento vertical y horizontal, para hacer el llenado por el fondo del autotanque.

a. En cada posición de llenado y previo a la garza de llenado, se instalará un patín de medición y regulación con una unidad de control local.
b. Las bombas que darán servicio a cada garza, serán del tipo centrífugas verticales tipo lata, con una capacidad de 500 gal / min cada una.
c. Las llenaderas de autotanques se diseñarán para atender unidades con capacidad de 20,000 litros y a futuro podrán ser de 45,000 litros.
d. En el área de llenaderas se instalará un cobertizo de estructura metálica y techo con lámina acanalada metálica.
e. En el área de llenaderas se instalarán detectores de mezclas explosivas y detectores de fuego.
f. Se contará con un sistema de rociadores con espuma con tubería de acero al carbón y conectada al sistema mecánico de presión balanceada e hidrantes con mangueras de la red de agua contra incendio como apoyo.

Sistema de drenaje aceitoso

La terminal contará con un sistema de drenaje aceitoso donde se captarán los efluentes de los tanques, descargaderas y llenaderas, para tales efectos, se diseñará un sistema para recuperar los productos y ser reenviados al tanque de interfases, este sistema será independiente de los drenajes pluviales.

En el **Anexo D4** "DFP" se muestra el diagrama de flujo de proceso y el diagrama de balance de destilados A-20 de acuerdo a la descripción de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**.

En la **Tabla V.2-2** se señalan las materias primas, productos y subproductos, haciendo mención de aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, especificando: Sustancia, cantidad máxima de

almacenamiento en kg, flujo en m^3/h o millones de pies cúbicos por día (MMPCD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.

Tabla V.2-2 Sustancias involucradas en el proceso

Sustancia	Materia prima/ producto/ Subproducto	¿Se encuentra en listados de actividades altamente riesgosas?	Cantidad máxima de almacenamiento	Flujo	Concentración (% vol)	Capacidad máxima de producción	Tipo de almacenamiento
Gasolina regular	Producto	Para el compuesto Hexano: En el segundo listado con cantidad de reporte de 20,000 kg.	600000 barriles	No aplica	Gasolina 100% vol. Aromáticos 35 % vol. máx. Olefinas 12.5 % vol. máx. Benceno 1.0 % vol. máx. Oxigeno 1.0 – 2.7 % vol. máx.	No aplica	Tanques de almacenamiento atmosférico
Gasolina premium	Producto	Para el compuesto Hexano: En el segundo listado con cantidad de reporte de 20,000 kg.	125000 barriles	No aplica	Gasolina 100% vol. Aromáticos 25 % vol. máx. Olefinas 10.0 % vol. máx. Benceno 1.0 % vol. máx. Oxigeno 1.0 – 2.7 % vol. máx.	No aplica	Tanques de almacenamiento atmosférico
Diésel	Producto	Para el compuesto Hexano: En el segundo listado con cantidad de reporte de 20,000 kg.	140000 barriles	No aplica	Diésel 100% vol. Aromáticos 30 % vol. máx.	No aplica	Tanques de almacenamiento atmosférico

Fuente: La concentración se tomó de la hoja de datos de seguridad de la sustancia.

V.3 Hojas de seguridad

El grado de riesgo como: inflamabilidad, daño a la salud, reactividad (explosividad), propiedades físico químicas de las sustancias procesadas en la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**, se presentan en las "hojas de datos de seguridad de las sustancias (HDSS)" del **Anexo D5** Hojas de seguridad de las sustancias, así como se mencionan los tipos de riesgo potenciales, los medios y procedimientos de extinción, datos de reactividad, riesgos para la salud, etc.

V.4 Almacenamiento

Tabla V.4.1 Tipo de recipientes y envases de almacenamiento

TAG	Nombre	Capacidad (bls)	Producto
TV-01	Tanque de almacenamiento 01	100 000	Gasolina regular
TV-02	Tanque de almacenamiento 02	100 000	Gasolina regular
TV-03	Tanque de almacenamiento 03	100 000	Gasolina regular
TV-04	Tanque de almacenamiento 04	100 000	Gasolina regular

Tabla V.4.1 Tipo de recipientes y envases de almacenamiento			
TAG	**Nombre**	**Capacidad (bls)**	**Producto**
TV-05	Tanque de almacenamiento 05	100 000	Gasolina regular
TV-06	Tanque de almacenamiento 06	100 000	Gasolina regular
TV-07	Tanque de almacenamiento 07	70 000	Gasolina premium
TV-08	Tanque de almacenamiento 08	55 000	Gasolina premium
TV-09	Tanque de almacenamiento 09	70 000	Diésel
TV-10	Tanque de almacenamiento 10	70 000	Diésel
TV-11	Tanque de almacenamiento 11	10 000	Interfases

Fuente: Memoria Técnica Descriptiva de diseño. 17/11/17

V.5 Equipos de proceso y auxiliares

En la Tabla **V.5-1** se muestran las características de los Equipos de Proceso y auxiliares de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**.

Tabla V.5-1 Motobombas de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman

Cant	Nomenclatura del equipo (Tag)	Tipo de equipo	Descripción	Características y capacidad	Especificaciones	Vida útil (indicada por el fabricante)	Tiempo estimado de uso
8	BA-101A/B/C/D/E/F/G/H	Motobombas	Bombas de gasolina regular	Cap: 113.6 m³/hora	Potencia: 22.4 kW ΔP= 4.0 kg/cm²	No disponible	No disponible
2	BA – 11A/11B	Motobombas	Bombas de gasolina premium	Cap: 113.6 m³/hora	Potencia: 22.4 kW ΔP= 4.0 kg/cm²	No disponible	No disponible
4	BA-12A/B/C/D	Motobombas	Bombas de diésel	Cap: 113.6 m³/hora	Potencia: 22.4 kW ΔP= 4.6 kg/cm²	No disponible	No disponible

En el **Anexo D6** se presenta **Plano de localización general** de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**, en donde se muestra la distribución de los Equipos de Proceso y Auxiliares.

V.6 Condiciones de operación

La operación del proyecto será relativamente sencilla, ya que en ella no se tiene proyectado algún proceso de transformación de materiales, ni reacciones químicas de algún tipo. Los combustibles serán trasvasados de un contenedor a otro para su transporte y distribución, es decir, se recibirán los combustibles por medio de autos tanque y dos ductos de PEMEX. Los poliductos que abastecerán de combustible la Terminal, contarán con un patín de regulación y medición, que regulará la presión y cuantificará la cantidad de producto recibido, posteriormente se almacenarán para su consiguiente distribución en autos tanque de 20,000 L, o en un futuro en remolques-tanque de 45,000 L, propiedad de terceros a estaciones de servicio o cualquier otro cliente (usuario), previo contrato de servicios.

V.6.1 Balance de materia

En el **Anexo D4** "DFP" se muestra el diagrama de flujo de proceso y el diagrama de balance de destilados A-20 de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**.

V.6.2 Temperatura y presiones de diseño y operación

En el **Anexo D4** "DFP" se muestra el diagrama de flujo de proceso y el diagrama de balance de destilados A-20 de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**, donde se muestra las condiciones de temperatura y presión de las corrientes de proceso que hay en la instalación.

En la **Tabla V.6.2-1** se mencionan las condiciones de operación de la salida de las corrientes de proceso.

Tabla V.6.2-1. Condiciones de operación y diseño.

Corriente de proceso	Condiciones de diseño		Estado físico
	Presión (kg/cm^2)	Temperatura (°C)	
Salida de llenaderas magna	23.5	20 - 32	Líquido
Salida de llenaderas premium	23.5	20 - 32	Líquido
Salida de llenaderas diésel	23.8	20 - 32	Líquido

Fuente: Diagramas Flujo de Proceso.

V.6.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso

En la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** el estado físico de las corrientes que ingresan a la instalación es líquido.

V.6.4 Características del régimen operativo de la instalación (continuo por lotes)

El régimen operativo de **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** es continuo, las 24 horas al día los 365 días del año.

V.6.5 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI´s) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente

Se consideró toda la instrumentación necesaria en los diferentes equipos o líneas de procesos de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**, estos se encuentran ubicados en la instalación de acuerdo a las condiciones de operación

En la **Tabla V.6.5-1** se muestra el listado de diagramas de tubería e instrumentación con los que cuenta la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**.

Tabla V.6.5-1 Lista de Diagramas de Tubería e Instrumentación.

No de Plano	Nombre de Plano	Revisión
A-400	Área de recibo y medición de poliducto de 12" Nanacamilpa – Venta de Carpio.	C
A-401	Área de recibo y medición de poliducto de 14" Soapayucan – Atzcapotzalco.	C
A-404	Diagrama de tubería e instrumentación almacenamiento de magna.	C
A-404A	Diagrama de tubería e instrumentación almacenamiento de magna.	C
A-405	Diagrama de tubería e instrumentación almacenamiento de Premium.	C
A-406	Diagrama de tubería e instrumentación almacenamiento de diésel.	C
A-407	Diagrama de tubería e instrumentación BA-10A, BA-10B, BA-10C, BA-10D, BA-10E, BA-10F, BA-10G, BA-10-H.	C
A-407A	Diagrama de tubería e instrumentación islas de llenaderas gasolina regular.	1

Tabla V.6.5-1 Lista de Diagramas de Tubería e Instrumentación.

No de Plano	Nombre de Plano	Revisión
A-408	Diagrama de tubería e instrumentación BA-11A, BA-11B, BA-12A, BA-12B, BA-12C, BA-12D, BA-12E.	1
A-408A	Diagrama de tubería e instrumentación islas de llenaderas gasolina Premium y diésel.	1

Fuente: *DTI´s proporcionados por HST*

En el **Anexo D7** se incluyen los "Diagramas de Tuberías e Instrumentación" correspondientes a la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**.

CAPÍTULO VI.
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Índice

VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS 3
VI.1. Antecedentes de accidentes e incidentes 3
VI.2 Metodologías de identificación y jerarquización 3
VI.2.1 Identificación de peligros 4
VI.2.1.1 Análisis histórico de accidentes 4
VI.2.1.2 Lista de verificación 5
VI.2.1.3 Identificación de peligros y operabilidad (HazOp) 5
VI.2.2 Análisis y evaluación de riesgo 6
VI.2.2.1 Matriz consecuencia/probabilidad (jerarquización de riesgos) 6
VI.2.2.2 Análisis de frecuencias 9
VI.2.2.3 Análisis de consecuencias 9
VI.2.3 Resultados de las Metodologías seleccionadas para la identificación de los peligros, análisis y evaluación de riesgos 10
VI.2.3.1 Análisis histórico de accidentes 10
VI.2.3.2 Lista de Verificación 12
VI.2.3.3 Análisis HazOp 12
VI.2.3.4 Relación de escenarios de riesgo de acuerdo a su magnitud de riesgos 15
VI.2.3.5 Matriz e histogramas de riesgos identificados 20
VI.2.3.6 Análisis de frecuencias 22
VI.2.3.6.1 Estimación y revisión de frecuencias 22
VI.2.3.6.2 Consideraciones para la modelación del árbol de fallos 24
VI.2.3.6.3 Resultados del árbol de fallos 25
VI.2.3.7 Análisis de consecuencias 25
VI.2.3.7.1 Consideraciones particulares para cada escenario 26
VI.2.3.7.2 Consideraciones generales 27
VI.2.3.7.3 Resultados de eventos por radiación térmica y ondas de sobrepresión 27
VI.3 Radios potenciales de afectación 28
VI.4 Interacciones de riesgo 30
VI.5 Recomendaciones técnico - operativas 35
VI.5.1 Sistemas de seguridad y medidas preventivas 36
VI.5.1.1 Sistema contra incendio 36
VI.5.1.2 Sistema de detección de gas combustible 36
VI.5.1.3 Sistema de detección de flama 37
VI.5.1.4 Sistema de paro de emergencia 37
VI.5.1.5 Sistemas de tierras 38

VI.5.1.6 Sistema de pararrayos 38
VI.6 Residuos, descargas y emisiones generadas durante la operación del proyecto 39
VI.6.1 Caracterización 39
VI.6.1.1 Residuos sólidos no peligrosos 39
VI.6.1.2 Residuos sólidos peligrosos 39
VI.6.1.3 Residuos líquidos 40
VI.6.1.4 Emisiones a la atmósfera 40
VI.6.1.5 Ruido 40
VI.6.1.6 Olores 40
VI.6.3 Disposición 41

VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

El presente capítulo se desarrolló tomando como fuente el **Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).**

El **Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida)** se realizó con el objetivo de identificar los peligros y evaluar los riesgos de las especificaciones generales, relativas al diseño y tecnologías que fueron seleccionadas, así como sus posibles efectos sobre las personas, el medio ambiente, y los bienes con el fin de estimar la magnitud de los daños.

Las substancias utilizadas en la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** están dentro de la clasificación de "peligrosas", incluidas en los listados de "Actividades altamente riesgosas", publicadas en el Diario Oficial de la Federación del 28 de marzo de 1990 y 4 de mayo de 1992. Conforme a lo que se establece en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), capítulo V, Artículo 147, quienes realicen actividades altamente riesgosas deberán presentar los estudios de análisis de Riesgo correspondientes a su procesamiento y manejo en general.

VI.1. Antecedentes de accidentes e incidentes

Por su naturaleza, las operaciones petroleras son susceptibles de generar riesgos de salud y seguridad a sus trabajadores, instalaciones y al entorno, es por ello que la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**

Se realizó un análisis histórico de accidentes en el análisis de riesgo de procesos tomando como referencia el artículo “A study of storage tank accidents” (Un estudio de accidentes de tanques de almacenamiento) publicado en el Diario de Prevención de Pérdidas en las industrias de procesos (Journal of Loss Prevention in the process industries) en enero de 2006. En el cual se hace un análisis de accidentes de tanques de almacenamiento ocurridos en instalaciones industriales en los últimos 40 años a nivel mundial; también muestra que la mayoría de los accidentes ocurrieron en refinerías de petróleo, terminales de petróleo o almacenamiento.

El análisis histórico de accidentes tomó en consideración los 242 accidentes relacionados con tanques de almacenamiento, de ellos solo se reportan 6 en México, lo que representa el 2.5% del total de accidentes reportados. La gasolina se encuentra dentro de las tres principales sustancias involucradas en estos accidentes en tanques. Es importante señalar que solo 6 de los 242 accidentes están relacionados con tanques de almacenamiento de gasolina con techo flotante interno.

A pesar de que, por su naturaleza, las operaciones petroleras son susceptibles de generar riesgos a la salud y seguridad de los trabajadores, instalaciones y al entorno, los resultados de este análisis histórico de accidentes, en instalaciones de almacenamiento de hidrocarburos, indican una muy baja probabilidad de ocurrencia de desastres en instalaciones similares a la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.** No obstante, la gerencia de la instalación se compromete a administrar esos riesgos para proteger la seguridad de sus empleados, de la instalación y de las comunidades cercanas a su instalación, procurando ser un miembro responsable y confiable en la comunidad; y en todo momento tener la capacidad de respuesta efectiva para atender los accidentes y emergencias que pudieran ocurrir en la instalación.

VI.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Premisas y consideraciones hechas para la selección de las metodologías aplicadas.

La selección de las metodologías para la identificación de peligros, el análisis de los riesgos y la evaluación de los riesgos que se aplicarán durante el desarrollo del estudio a la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman es de acuerdo a lo estipulado en el documento P.02 “Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos” versión 00 de mayo de 2018 del Sistema

de Administración de Riesgos HST S.A.P.I de C.V.; en el cual se presenta información de las metodologías recomendadas por tipo de actividad. Los elementos que influyen sobre la selección de las metodologías a emplear son:

- Normatividad aplicable o compromisos contractuales,
- Los objetivos del estudio (si se desea identificar desviaciones respecto a determinada normatividad o prácticas recomendadas, una lista de verificación puede ser suficiente),
- La fase del desarrollo del sistema (fases tempranas requieren análisis menos detallados, pues no se cuenta con toda la información técnica requerida para aplicar otro tipo de evaluación),
- El tipo de sistema y peligro analizado (algunos sistemas implican un grado de complejidad que pueden exceder las capacidades de algunas metodologías),
- El nivel potencial de severidad (escenarios con niveles de severidad de consecuencias altos, requieren de metodologías más detalladas),
- Los requisitos de experiencia, entrenamiento y horas dedicadas (una metodología un poco más sencilla bien aplicada puede dar origen a mejores resultados que una metodología más compleja deficientemente aplicada, siempre y cuando cumpla con el objetivo del estudio),
- La disponibilidad de información (algunas metodologías requieren de mayor cantidad de datos),
- La necesidad de modificación – actualización de los análisis (algunas metodologías permiten una actualización o modificación más sencilla que otras).

Las técnicas a aplicar para la identificación de peligros en este análisis de riesgos, serán las de lista de verificación (Check list) y análisis de peligros y operación (HazOp), para el análisis y evaluación de los riesgos mediante la técnica de matriz consecuencia/probabilidad, árbol de fallas (FTA) para el análisis de frecuencias y análisis de consecuencias.

En la etapa previa al desarrollo de las metodologías, la información disponible de las instalaciones fue recopilada para su estudio, entre las que se encuentran (sin ser limitativa):

- Descripción de procesos
- Diagramas de tubería e instrumentación
- Diagramas de flujo de proceso
- Condiciones de operación
- Hojas de seguridad de las sustancias manejadas
- Memoria descriptiva y de cálculo de la reconfiguración del sistema contra incendios, etc.

VI.2.1 Identificación de peligros

VI.2.1.1 Análisis histórico de accidentes

El análisis histórico permite tener un conocimiento real de los hechos ocurridos que han afectado o que tienen un alto potencial de afectar al proceso y conducir a situaciones anormales ocurridas en instalaciones semejantes, hecho que ayuda al planteamiento de situaciones accidentales factibles. El análisis de los accidentes o incidentes ocurridos en el pasado, permite visualizar el riesgo potencial de las diferentes actividades llevadas a cabo en instalaciones.

Esta es una técnica relativamente poco costosa dentro del campo del análisis de riesgo. El proceso consta de la consulta a la fuente o fuentes de información seleccionadas y posteriormente un trabajo de selección y elaboración estadística de los resultados obtenidos.

A pesar de las limitaciones dadas por el número finito de casos a analizar, que no siempre se dispone de toda la información que te permita valorar las causas y que las propias fuentes no presenten el mismo grado de confiabilidad; es una técnica que, al analizar accidentes ya ocurridos, logra una mayor sensibilidad en la gerencia. Además, es un método muy valioso para la verificación de modelos de consecuencias.

Si se toma como base o referencia las definiciones más aceptadas universalmente de los conceptos de accidente, accidente tecnológico con sustancias peligrosas e incidente o avería, se llega a la consideración de que todos los eventos reportados clasifican en la categoría de incidentes o averías, tal como se indican o clasifican en los informes presentados por SSPA (Sistema de Seguridad y Protección Ambiental).

En general se define como accidente a la "ocurrencia de un suceso o evento inesperado y no deseado, que interrumpe o interfiere el desarrollo normal de una actividad y genera lesiones personales, daños materiales y /o daños al medio ambiente".

Accidente tecnológico: cualquier suceso tal como la fuga o escape (gases); vertido o derrame (líquidos) de sustancias inflamables y/o tóxicas; explosión o incendio, que sea consecuencia del desarrollo incontrolado de una actividad industrial o de servicios, dentro o fuera de la entidad, que exponga a los trabajadores; la instalación; al medio ambiente y/o a la comunidad a un peligro grave, inmediato o diferido, creando por tanto una situación de emergencia.

Incidente o Avería: mal funcionamiento de un sistema o proceso que produce afectaciones o daños materiales y/o pérdida de tiempo, pero que no produce situaciones amenazantes para las personas y el medio ambiente. Suele ser el aviso de un futuro accidente, de lo que se infiere la conveniencia de adoptar a tiempo las medidas de corrección pertinentes. Desde el punto de vista estadístico, es aquel similar a un accidente pero que no causa lesiones o daños a personas. Tiene un potencial de lesión que no se produjo, pero a mayor número de incidentes va a haber una mayor probabilidad de accidentes capaces de producir afectaciones a las personas, a la instalación y/o ambientales.

VI.2.1.2 Lista de verificación

Se basa en el desarrollo de una lista de puntos de un estándar o procedimiento para verificar el estado con el que debe contar un sistema para un funcionamiento y operación segura. Es sencilla, rápida y fácil de aplicar, no se requiere personal con mucha experiencia.

Para la elaboración de la lista de verificación, se debe delimitar el alcance del estudio, de acuerdo a la etapa correspondiente de la misma:

- Diseño de la instalación,
- Construcción,
- Revisión del proceso,
- Ampliación o
- Cambios en la tecnología.

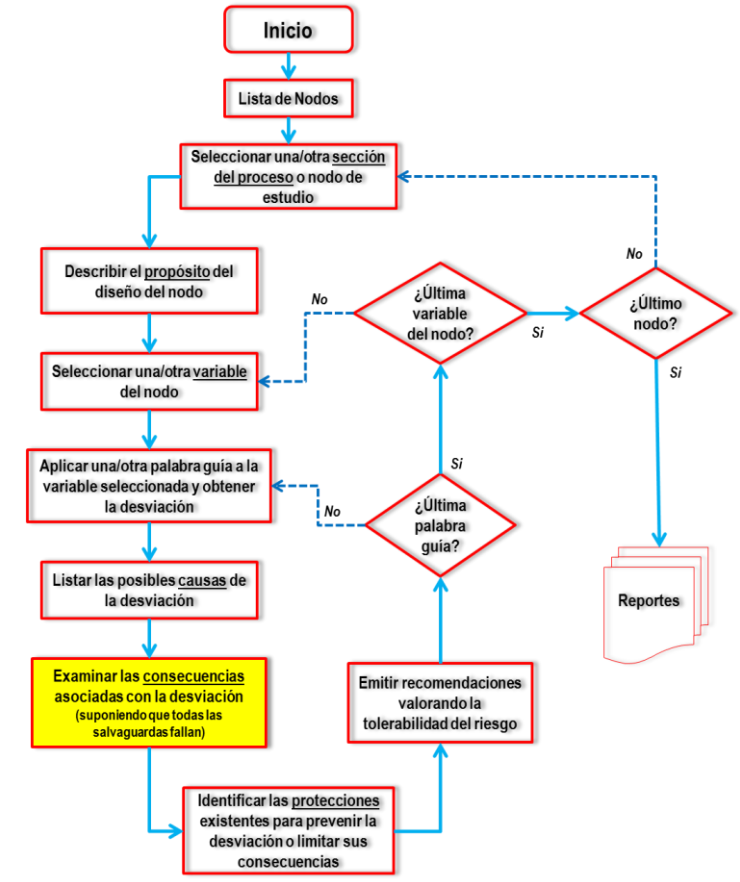
VI.2.1.3 Identificación de peligros y operabilidad (HazOp)

La metodología HazOp considera la formación de un grupo interdisciplinario de análisis de riesgos (GIAR) para la aplicación y evaluación sistemática - estructurada a una sección de proceso o instalación sujeta a estudio (nodo) identificando desviaciones respecto a la intención de su diseño, cómo éstas pueden ocurrir, medidas de seguridad con las que se cuenta en la instalación y realizando propuestas de nuevas medidas preventivas o de mitigación para reforzar la seguridad. Sin ser limitante, el GIAR está conformado por:

- Líder de HazOp
- Auxiliar de HazOp
- Ingeniero de proceso
- Ingeniero de mantenimiento
- Personal de operación
- Ingeniero de instrumentos
- Ingeniero de seguridad

El análisis debe desarrollarse en un clima de pensamiento creativo (lluvia de ideas), positivo y que permita discusiones que lleven a resultados constructivos. En la Figura VI.2.1.3-1, se muestra el diagrama de bloques que describe la secuencia de actividades que será aplicada durante el desarrollo del Análisis HazOp:

Figura VI.2.1.3-1 Protocolo de análisis para realizar HazOp



Fuente: Documento P.02 Rev. 00

VI.2.2 Análisis y evaluación de riesgo

VI.2.2.1 Matriz consecuencia/probabilidad (jerarquización de riesgos)

El riesgo tiene dos componentes: la frecuencia de ocurrencia de un evento indeseado y la magnitud de las consecuencias de ese evento. Contar con una metodología para valorar los niveles de riesgo es importante cuando el conjunto de riesgos identificados es amplio y los recursos para su administración son limitados. El valorar los niveles de riesgo y asignar prioridades a la atención de las recomendaciones que los prevengan o los mitiguen, permite una administración adecuada de los recursos.

Para el análisis y evaluación de los riesgos se tomará la metodología por matriz consecuencia/probabilidad. Una matriz consecuencia/probabilidad está compuesta por una escala de valores de riesgo diseñada para contar con una medida de comparación entre diversos riesgos. Aunque un sistema de este tipo puede ser relativamente simple, la escala debe representar valores que tengan un significado para la organización y que puedan apoyar la toma de decisiones. Esa escala debe de cumplir con las siguientes características:

- Ser simple de entender y fácil de usar,
- Incluir todo el espectro de frecuencia de ocurrencia de escenarios de riesgos potenciales,
- Describir detalladamente las consecuencias en cada categoría (personal, población, medio ambiente, etc.),
- Definir claramente los niveles de riesgo no tolerable, indeseable, aceptable con controles y tolerables.

La matriz de riesgos normalmente se emplea para calificar el nivel de riesgo y podría ser la primera etapa dentro de un análisis cuantitativo. La matriz de riesgos es una gráfica en dos dimensiones en cuyos ejes se presentan la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias sobre el personal, la población, el medio ambiente, la producción y las instalaciones. La matriz está dividida en regiones que representan los riesgos no tolerables, indeseables, aceptables con controles y tolerables. En este caso la matriz propuesta representa las frecuencias de ocurrencia en el eje Y o eje de ordenadas, mientras que las consecuencias aparecen en el eje X o eje de las abscisas. Se van a representar 4 posibles matrices que serán usadas en función del tipo de receptor de riesgo, es decir, considerando si las consecuencias son sobre el personal, la población, el medio ambiente o sobre la producción y/o las instalaciones.

Figura VI.2.2.1-1 Matriz de jerarquización de Riesgos (Personal, Población, Medio Ambiente, y Producción e Instalación)

FRECUENCIA \ CONSECUENCIA	1	2	3	4	5	6
6	C	B	A	A	A	A
5	C	C	B	B	A	A
4	D	C	C	B	B	A
3	D	C	C	C	B	A
2	D	D	C	C	C	B
1	D	D	D	D	C	C

Fuente: Documento P.02 Rev. 00

El significado de cada letra va a indicar el grado de premura con que se deben de gestionar los riesgos analizados. Se transcriben a continuación el significado de cada magnitud de riesgo.

Riesgo No Tolerable (tipo A). - El riesgo requiere la implementación inmediata de acciones permanentes, tales como el establecimiento de controles de ingeniería y/o factores humanos, con la finalidad de reducir el nivel de riesgo hasta reducirlo a un nivel de riesgo C y en el mejor de los casos, hasta un nivel de riesgo D.

Riesgo Indeseable (tipo B). - El riesgo requiere la implementación inmediata de acciones, tales como el establecimiento de controles de ingeniería y/o factores humanos, con la finalidad de reducir el nivel de riesgo hasta reducirlo a un nivel de riesgo C y, en el mejor de los casos, hasta un nivel de riesgo D.

Riesgo Aceptable (tipo C). - El riesgo es importante, pero permite se implementen acciones correctivas y/o preventivas a través de la gestión de los mismos. Este nivel de riesgo es aceptable siempre y cuando se establezcan controles permanentes.

Riesgo Tolerable (tipo D). - El riesgo no requiere de acciones inmediatas, es de bajo impacto y puede programarse su atención y reducción conjuntamente con otras actividades.

Las frecuencias son estimadas según los valores mostrados en la tabla VI.2.2.1-1.

Tabla VI.2.2.1-1 Clasificación por categorías de frecuencias

Clasificación	Tipo	Descripción de frecuencia de ocurrencia
6	Muy Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un año
5	Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años
4	Poco Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años
3	Raro	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 10 años
2	Muy Raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación
1	Extremadamente Raro	Es posible que ocurra, pero a la fecha no existe ningún registro

Fuente: Documento P.02 Rev. 00

Las consecuencias son estimadas según los valores mostrados en la tabla VI.2.2.1-2.

Tabla VI.2.2.1-2 Clasificación por categorías de consecuencias

Categoría de consecuencia	Daños al personal	Efecto en la población	Daño al medio ambiente
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o 1 fatalidad	Lesiones o daños físicos mayores que generan de 1 a 5 fatalidades. Evento que requiere hospitalización	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones hasta en 24 horas
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica y generar 1 incapacidad	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía, se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de las instalaciones. El control es inmediato.
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos	No se esperan fugas y/o derrames por arriba de los límites establecidos

VI.2.2.2 Análisis de frecuencias

El análisis de frecuencias será desarrollado mediante el análisis de árboles de fallos (FTA), el análisis de árboles de fallos es una metodología deductiva y sistemática para analizar la seguridad de sistemas complejos durante sus etapas de diseño, construcción y operación. El fundamento del FTA es representar fallos en sistemas mediante diagramas lógicos o árboles de fallos. Con un árbol de fallos se describen todas las combinaciones "creíbles" de fallos o eventos normales que causan un evento indeseado (denominado evento tope). Los fallos que se incluyen en un árbol de fallos pueden ser originados por:

- Errores humanos.
- Fallas en el equipo.
- Eventos de otra índole (condiciones climatológicas, energía eléctrica, etc.)

Las fallas de equipos se clasifican, a su vez, en tres categorías:

- Fallo primario: involucra el fallo de un componente operando bajo las condiciones normales de diseño u operación.
- Fallo secundario: involucra el fallo de un componente operando fuera de las condiciones normales de diseño u operación.
- Fallo de comando: involucra la operación inadecuada del componente, esto es, fuera de lugar o del tiempo de operación normal. Se debe interpretar como el fallo del comando que controla la operación del componente.

Al construir el árbol de fallos es importante hacer una clara determinación de las interrelaciones entre eventos. Para este fin, es de particular utilidad tener presentes los siguientes conceptos:

- Efectos del fallo: son las consecuencias que originan el fallo de un componente.
- Modos de fallo: son los que especifican el "cómo" un equipo deja de cumplir su función.
- Mecanismos de fallo: consideran la forma en que un modo de fallo puede ocurrir, es decir, especifica el "por qué" del fallo.

VI.2.2.3 Análisis de consecuencias

Se entiende por análisis de consecuencias la evaluación cuantitativa de la evolución espacial y temporal de las variables físicas representativas de los fenómenos peligrosos en los que intervienen sustancias peligrosas y sus posibles efectos sobre las personas, medio ambiente y bienes, con el fin de estimar la naturaleza y magnitud del daño.

El análisis de consecuencias para incendios y explosiones es una metodología de análisis de riesgos que permite estimar la medida de los efectos esperados de la ocurrencia de un evento potencialmente peligroso. El análisis de consecuencias permite estimar los posibles daños debido a la pérdida de control sobre sustancias peligrosas.

Los diversos tipos de accidentes graves a considerar en las instalaciones en las que haya sustancias peligrosas, pueden producir determinados fenómenos peligrosos para las personas, medio ambiente y bienes materiales:

- Fenómenos de tipo mecánico: ondas de sobrepresión y proyectiles,
- Fenómenos de tipo térmico: radiación térmica, y
- Fenómenos de tipo químico: fugas o derrames incontrolados de sustancias tóxicas o contaminantes.

VI.2.3 Resultados de las Metodologías seleccionadas para la identificación de los peligros, análisis y evaluación de riesgos

VI.2.3.1 Análisis histórico de accidentes

Como parte del análisis preliminar de peligros se realizó el análisis histórico de accidentes a la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman tomando como referencia el artículo "A study of storage tank accidents" (Un estudio de accidentes de tanques de almacenamiento) publicado en el Diario de Prevención de Pérdidas en las industrias de procesos (Journal of Loss Prevention in the process industries) en enero de 2006. En el cual se hace un análisis de accidentes de tanques de almacenamiento ocurridos en instalaciones industriales en los últimos 40 años. El artículo muestra que la mayoría de los accidentes ocurrieron en refinerías de petróleo, terminales de petróleo o almacenamiento, así como, que la mayor parte de los accidentes están representados por incendio y explosión.

En la Tabla VI.2.3.1-1 se muestran los tipos de complejos en los que han ocurrido accidentes relacionados con tanques.

Tabla VI.2.3.1-1 Tipos de complejos donde ocurrieron accidentes en tanques

Años	Refinería	Terminal / Almacenamiento	Plantas Químicas	Campo petrolero	Misceláneos
1960 - 1969	10	5	1	0	1
1970 - 1979	22	11	0	0	3
1980 - 1989	25	17	5	2	4
1990 - 1999	41	22	16	1	5
2000 - 2003	18	9	9	3	12
Total	116	64	31	6	25

Fuente: Artículo "A study of storage tank accidents", Diario de Prevención de Pérdidas en las industrias de procesos, Enero 2006

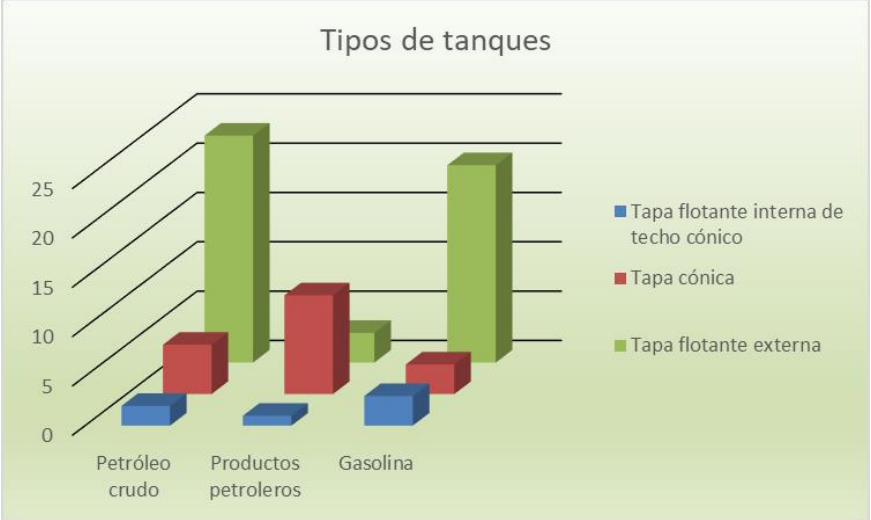
Entre los años 1960 y 2003 se analizaron un total de 242 accidentes relacionados con tanques de almacenamiento. De ellos se reportan 114 accidentes en Norte América siendo 105 en Estados Unidos, 6 en México y 3 en Canadá. En la figura VI.2.3.1-1 se observa una gráfica que muestra los principales contenidos de los tanques analizados en el artículo.

Figura VI.2.3.1-1 Principales contenidos en los accidentes de tanques

Fuente: Artículo "A study of storage tank accidents", Diario de Prevención de Pérdidas en las industrias de procesos, Enero 2006

Las tres principales sustancias involucradas en estos accidentes en tanques son petróleo crudo, productos petroleros y gasolina / Nafta. En la figura VI.2.3.1-2 se muestra la relación de estas tres sustancias respecto al tipo de tanque en la cual se encontraban almacenadas, se puede observar que para la gasolina los tanques con techo flotante interno son los de menor aparición.

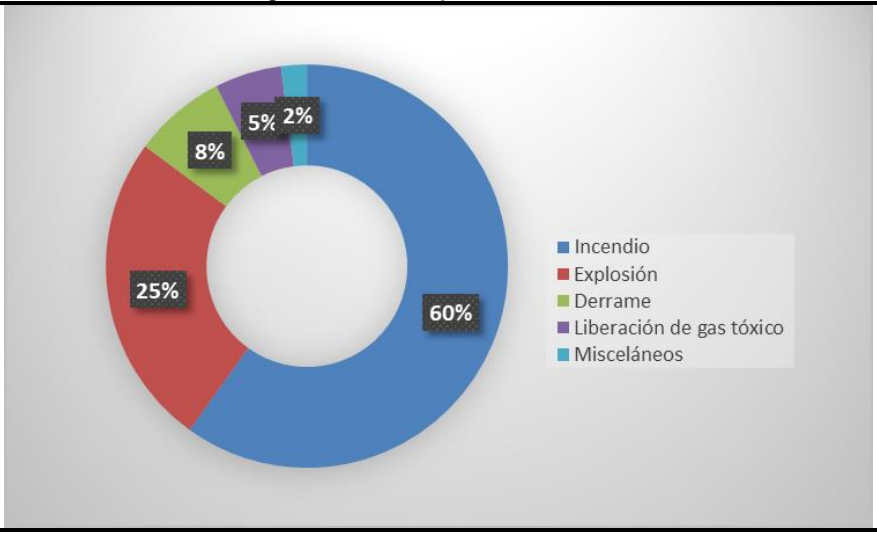
Figura VI.2.3.1-2 Relación de contenidos y tipos de tanque



Fuente: Artículo "A study of storage tank accidents", Diario de Prevención de Pérdidas en las industrias de procesos, Enero 2006

De los accidentes en tanques analizados el incendio fue el evento más frecuente observado seguido por explosión, juntos suman el 85% de los casos. Esta relación puede verse representada en la gráfica de la figura VI.2.3.1-3.

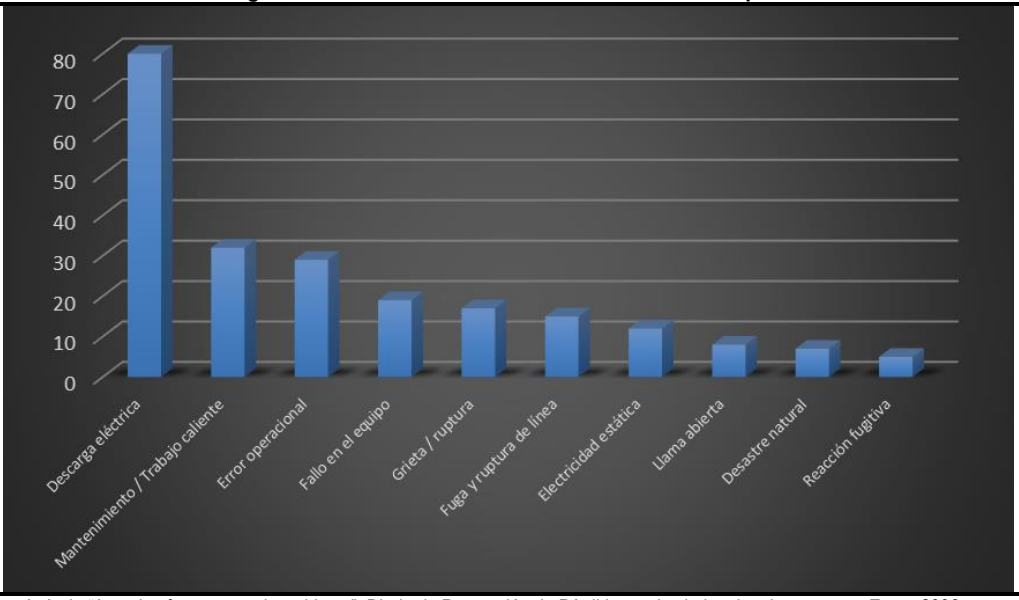
Figura VI.2.3.1-3 Tipos de accidentes



Fuente: Artículo "A study of storage tank accidents", Diario de Prevención de Pérdidas en las industrias de procesos, Enero 2006

En cuanto a las causas de los accidentes en tanques, se observó que la causa más frecuente es debido a una descarga eléctrica y la segunda causa más frecuente es debido a un error en trabajos de Mantenimiento o durante trabajos calientes; el resto de las causas fueron error operacional, fallo en el equipo, grieta / ruptura, fuga y ruptura de línea, electricidad estática, etc. (Ver figura VI.2.3.1-4).

Figura VI.2.3.1-4 Causas de los accidentes en tanques



Fuente: Artículo "A study of storage tank accidents", Diario de Prevención de Pérdidas en las industrias de procesos, Enero 2006

VI.2.3.2 Lista de Verificación

La identificación de peligros mediante la metodología de lista de verificación (check list) realizada a la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman fue basada en la norma oficial mexicana de emergencia NOM-EM-003-ASEA-2016 "Especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, pre-arranque, operación y mantenimiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos, excepto para gas licuado de petróleo", en sus puntos 5, 6, 7, 8 y 9; llegando a los siguientes comentarios y/u observaciones:

- Los puntos de la norma que fueron aplicados son los correspondientes a la etapa del ciclo de vida en que se encuentra la instalación. La información pendiente será generada en etapas posteriores. Al respecto y cada vez que aplique se realiza, en la lista de verificación, el comentario pertinente.

En el **Anexo E1** "Listas de verificación", se puede consultar el documento correspondiente a la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman,** las cuales fueron realizadas en el Análisis de Riesgo de Procesos de la instalación, y se usan como insumo para el presente estudio.

VI.2.3.3 Análisis HazOp

Para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman se obtuvieron 17 nodos operativos a los cuales mediante la metodología de HazOp se les aplicaron las palabras guía a las variables de proceso resultando 130 desviaciones. En la Tabla VI.2.3.3-1 se muestran las desviaciones resultantes por cada nodo evaluado. En el **Anexo E2** "Nodos de Estudio" se encuentran los diagramas de tubería e instrumentación nodalizados, en el **Anexo E3** "Listas de asistencias y actas de reuniones" y en el **Anexo E4** "Reporte HazOp" se presentan las hojas de trabajo del análisis HazOp. Dichos anexos corresponden al Análisis de Riesgo de Procesos de la instalación, y se usan como insumo para el presente estudio.

Tabla VI.2.3.3-1 Lista de escenarios por nodo de estudio

Nodo	Descripción	Desviaciones	No. Plano
01	Llegada por poliducto de 12" Ø Nanacamilpa - Venta de Carpio y medición de petrolíferos.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-400
02	Llegada por poliducto de 14" Ø Soapayuca - Azcapotzalco y medición de petrolíferos.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-401
03	Descarga por autotanque de gasolina regular.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-404 A-404A
04	Tanque de almacenamiento de gasolina regular.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura Alto nivel Bajo nivel No contención Pérdida de especificaciones	A-400 A-401 A-404 A-404A A-407
05	Bomba de gasolina regular a llenaderas.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-407 A-407A A-404
06	Llenaderas de autotanques de gasolina regular.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-407A

Tabla VI.2.3.3-1 Lista de escenarios por nodo de estudio

Nodo	Descripción	Desviaciones	No. Plano
07	Descarga por autotanque de gasolina premium.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-405
08	Tanque de almacenamiento de gasolina premium.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura Alto nivel Bajo nivel No contención Pérdida de especificaciones	A-400 A-401 A-405 A-408
09	Bomba de gasolina premium a llenaderas.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-408 A-408A A-405
10	Llenaderas de autotanques de premium.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-408A
11	Descarga por autotanque de diésel.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-406
12	Tanque de almacenamiento de diésel.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura Alto nivel Bajo nivel No contención Pérdida de especificaciones	A-400 A-401 A-406 A-408

Tabla VI.2.3.3-1 Lista de escenarios por nodo de estudio

Nodo	Descripción	Desviaciones	No. Plano
13	Bomba de diésel a llenaderas.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-408 A-408A A-406
14	Llenaderas de autotanques de diésel.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-408A
15	Tanque de recuperados.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura Alto nivel Bajo nivel No contención	A-400 A-401 A-406
16	Bombeo de recuperados.	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-406
17	Sistema de drenajes	Alta Presión Baja Presión Mas Flujo Menos flujo Alta Temperatura Baja Temperatura No contención	A-400 A-401

Fuente: Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).

VI.2.3.4 Relación de escenarios de riesgo de acuerdo a su magnitud de riesgos.

En la tabla VI.2.3.4-1 se muestran los resultados de la magnitud de riesgo calculada para todos los escenarios de riesgos evaluados para la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**.

Tabla VI.2.3.4-1 Clasificación de escenario por su MR

Número Nodo	Nodo de Estudio	Desviación	Escenario	Personal		Población		Impacto		Producción	
				F	C_{pe}	F	C_{po}	F	C_{ma}	F	C_{pr}
01	Llegada por poliducto de 12" Ø Nanacamilpa - Venta de Carpio y medición de petrolíferos.	Alta Presión	01.1.1	1	1	1	1	1	1	1	1
01	Llegada por poliducto de 12" Ø Nanacamilpa - Venta de Carpio y medición de petrolíferos.	Alta Presión	01.1.2	1	1	1	1	1	1	1	1
01	Llegada por poliducto de 12" Ø Nanacamilpa - Venta de Carpio y medición de petrolíferos.	Alta Presión	01.1.3	3	1	3	1	3	1	3	1
01	Llegada por poliducto de 12" Ø Nanacamilpa - Venta de Carpio y medición de petrolíferos.	Alta Presión	01.1.4	4	1	4	1	4	1	4	1
01	Llegada por poliducto de 12" Ø Nanacamilpa - Venta de Carpio y medición de petrolíferos.	Alta Presión	01.1.5	4	1	4	1	4	1	4	1
01	Llegada por poliducto de 12" Ø Nanacamilpa - Venta de Carpio y medición de petrolíferos.	No Contención	01.7.1	1	2	1	1	1	2	1	2
01	Llegada por poliducto de 12" Ø Nanacamilpa - Venta de Carpio y medición de petrolíferos.	No Contención	01.7.2	3	2	3	1	3	2	3	2
01	Llegada por poliducto de 12" Ø Nanacamilpa - Venta de Carpio y medición de petrolíferos.	No Contención	01.7.3	3	2	3	1	3	2	3	2
02	Llegada por poliducto de 14" Ø Soapayuca - Azcapotzalco y medición de petrolíferos.	Alta Presión	02.1.1	1	1	1	1	1	1	1	1
02	Llegada por poliducto de 14" Ø Soapayuca - Azcapotzalco y medición de petrolíferos.	Alta Presión	02.1.2	1	1	1	1	1	1	1	1
02	Llegada por poliducto de 14" Ø Soapayuca - Azcapotzalco y medición de petrolíferos.	Alta Presión	02.1.3	3	1	3	1	3	1	3	1
02	Llegada por poliducto de 14" Ø Soapayuca - Azcapotzalco y medición de petrolíferos.	Alta Presión	02.1.4	4	1	4	1	4	1	4	1
02	Llegada por poliducto de 14" Ø Soapayuca - Azcapotzalco y medición de petrolíferos.	Alta Presión	02.1.5	4	1	4	1	4	1	4	1
02	Llegada por poliducto de 14" Ø Soapayuca - Azcapotzalco y medición de petrolíferos.	No Contención	02.7.1	1	2	1	1	1	2	1	2
02	Llegada por poliducto de 14" Ø Soapayuca - Azcapotzalco y medición de petrolíferos.	No Contención	02.7.2	3	2	3	1	3	2	3	2
02	Llegada por poliducto de 14" Ø Soapayuca - Azcapotzalco y medición de petrolíferos.	No Contención	02.7.3	3	2	3	1	3	2	3	2
03	Descarga por autotanque de gasolina regular.	Bajo Flujo	03.2.1	4	1	4	1	4	1	4	1
03	Descarga por autotanque de gasolina regular.	Alta Presión	03.3.1	5	1	5	1	5	1	5	1

Tabla VI.2.3.4-1 Clasificación de escenario por su MR

Número Nodo	Nodo de Estudio	Desviación	Escenario	Personal		Población		Impacto		Producción	
				F	C_{pe}	F	C_{po}	F	C_{ma}	F	C_{pr}
03	Descarga por autotanque de gasolina regular.	Alta Temperatura	03.5.1	4	1	4	1	4	1	4	1
03	Descarga por autotanque de gasolina regular.	No Contención	03.7.1	1	2	1	1	1	2	1	2
03	Descarga por autotanque de gasolina regular.	No Contención	03.7.2	2	2	2	1	2	2	2	2
03	Descarga por autotanque de gasolina regular.	No Contención	03.7.3	3	2	3	1	3	2	3	2
04	Tanque de almacenamiento de gasolina regular.	Alta Presión	04.1.1	3	1	3	1	3	1	3	3
04	Tanque de almacenamiento de gasolina regular.	Alta Temperatura	04.5.1	3	1	3	1	3	1	3	1
04	Tanque de almacenamiento de gasolina regular.	Alto Nivel	04.7.1	4	1	4	1	4	1	4	1
04	Tanque de almacenamiento de gasolina regular.	Bajo Nivel	04.8.1	4	1	4	1	4	1	4	1
04	Tanque de almacenamiento de gasolina regular.	No Contención	04.9.1	3	2	3	2	3	2	3	3
04	Tanque de almacenamiento de gasolina regular.	No Contención	04.9.2	4	2	4	2	4	2	4	3
04	Tanque de almacenamiento de gasolina regular.	No Contención	04.9.3	3	2	3	2	3	2	3	3
04	Tanque de almacenamiento de gasolina regular.	Pérdida Especificaciones	04.10.1	4	1	4	1	4	1	4	2
05	Bomba de gasolina regular a llenaderas.	Bajo Flujo	05.2.1	4	1	4	1	4	1	4	1
05	Bomba de gasolina regular a llenaderas.	Bajo Flujo	05.2.2	4	1	4	1	4	1	4	1
05	Bomba de gasolina regular a llenaderas.	No Contención	05.7.1	3	2	3	1	3	2	3	2
05	Bomba de gasolina regular a llenaderas.	No Contención	05.7.2	3	2	3	1	3	2	3	2
06	Llenaderas de autotanques de gasolina regular.	Alto Flujo	06.1.1	4	1	4	1	4	1	4	1
06	Llenaderas de autotanques de gasolina regular.	Bajo Flujo	06.2.1	4	1	4	1	4	1	4	1
06	Llenaderas de autotanques de gasolina regular.	Bajo Flujo	06.2.2	4	1	4	1	4	1	4	1
06	Llenaderas de autotanques de gasolina regular.	Alta Presión	06.3.1	2	2	2	1	2	2	2	1
06	Llenaderas de autotanques de gasolina regular.	No Contención	06.7.1	2	2	2	1	2	2	2	2
06	Llenaderas de autotanques de gasolina regular.	No Contención	06.7.2	2	2	2	1	2	2	2	2

Tabla VI.2.3.4-1 Clasificación de escenario por su MR

Número Nodo	Nodo de Estudio	Desviación	Escenario	Personal		Población		Impacto		Producción	
				F	C_{pe}	F	C_{po}	F	C_{ma}	F	C_{pr}
06	Llenaderas de autotanques de gasolina regular.	No Contención	06.7.3	2	2	2	1	2	2	2	3
06	Llenaderas de autotanques de gasolina regular.	No Contención	06.7.6	2	2	2	1	2	2	2	1
07	Descarga por autotanque de gasolina premium.	Bajo Flujo	07.2.1	4	1	4	1	4	1	4	1
07	Descarga por autotanque de gasolina premium.	Alta Presión	07.3.1	5	1	5	1	5	1	5	1
07	Descarga por autotanque de gasolina premium.	Alta Temperatura	07.5.1	4	1	4	1	4	1	4	1
07	Descarga por autotanque de gasolina premium.	No Contención	07.7.1	1	2	1	1	1	2	1	2
07	Descarga por autotanque de gasolina premium.	No Contención	07.7.2	2	2	2	1	2	2	2	2
07	Descarga por autotanque de gasolina premium.	No Contención	07.7.3	3	2	3	1	3	2	3	2
08	Tanque de almacenamiento de gasolina premium.	Alta Presión	08.1.1	3	1	3	1	3	1	3	3
08	Tanque de almacenamiento de gasolina premium.	Alta Temperatura	08.5.1	3	1	3	1	3	1	3	1
08	Tanque de almacenamiento de gasolina premium.	Alto Nivel	08.7.1	4	1	4	1	4	1	4	1
08	Tanque de almacenamiento de gasolina premium.	Bajo Nivel	08.8.1	4	1	4	1	4	1	4	1
08	Tanque de almacenamiento de gasolina premium.	No Contención	08.9.1	3	2	3	2	3	2	3	3
08	Tanque de almacenamiento de gasolina premium.	No Contención	08.9.2	4	2	4	2	4	2	4	3
08	Tanque de almacenamiento de gasolina premium.	No Contención	08.9.3	3	2	3	2	3	2	3	3
08	Tanque de almacenamiento de gasolina premium.	Pérdida Especificaciones	08.10.1	4	1	4	1	4	1	4	2
09	Bomba de gasolina premium a llenaderas.	Bajo Flujo	09.2.1	4	1	4	1	4	1	4	1
09	Bomba de gasolina premium a llenaderas.	Bajo Flujo	09.2.2	4	1	4	1	4	1	4	1
09	Bomba de gasolina premium a llenaderas.	No Contención	09.7.1	3	2	3	1	3	2	3	2
09	Bomba de gasolina premium a llenaderas.	No Contención	09.7.2	3	2	3	1	3	2	3	2
10	Llenaderas de autotanques de premium.	Alto Flujo	10.1.1	4	1	4	1	4	1	4	1
10	Llenaderas de autotanques de premium.	Bajo Flujo	10.2.1	4	1	4	1	4	1	4	1
10	Llenaderas de autotanques de premium.	Bajo Flujo	10.2.2	4	1	4	1	4	1	4	1
10	Llenaderas de autotanques de premium.	Alta Presión	10.3.1	2	2	2	1	2	2	2	1
10	Llenaderas de autotanques de premium.	No Contención	10.7.1	2	2	2	1	2	2	2	2

Tabla VI.2.3.4-1 Clasificación de escenario por su MR

Número Nodo	Nodo de Estudio	Desviación	Escenario	Personal		Población		Impacto		Producción	
				F	C_{pe}	F	C_{po}	F	C_{ma}	F	C_{pr}
10	Llenaderas de autotanques de premium.	No Contención	10.7.2	2	2	2	1	2	2	2	2
10	Llenaderas de autotanques de premium.	No Contención	10.7.3	2	2	2	1	2	2	2	3
10	Llenaderas de autotanques de premium.	No Contención	10.7.6	2	2	2	1	2	2	2	1
11	Descarga por autotanque de diésel.	Bajo Flujo	11.2.1	4	1	4	1	4	1	4	1
11	Descarga por autotanque de diésel.	Alta Presión	11.3.1	5	1	5	1	5	1	5	1
11	Descarga por autotanque de diésel.	Alta Temperatura	11.5.1	4	1	4	1	4	1	4	1
11	Descarga por autotanque de diésel.	No Contención	11.7.1	1	2	1	1	1	2	1	2
11	Descarga por autotanque de diésel.	No Contención	11.7.2	2	2	2	1	2	2	2	2
11	Descarga por autotanque de diésel.	No Contención	11.7.3	2	2	2	1	2	2	2	2
12	Tanque de almacenamiento de diésel.	Alta Presión	12.1.1	3	1	3	1	3	1	3	3
12	Tanque de almacenamiento de diésel.	Alta Temperatura	12.5.1	3	1	3	1	3	1	3	1
12	Tanque de almacenamiento de diésel.	Alto Nivel	12.7.1	4	1	4	1	4	1	4	1
12	Tanque de almacenamiento de diésel.	Bajo Nivel	12.8.1	4	1	4	1	4	1	4	1
12	Tanque de almacenamiento de diésel.	No Contención	12.9.1	2	2	2	2	2	2	2	3
12	Tanque de almacenamiento de diésel.	No Contención	12.9.2	3	2	3	2	3	2	3	3
12	Tanque de almacenamiento de diésel.	No Contención	12.9.3	2	2	2	2	2	2	2	3
12	Tanque de almacenamiento de diésel.	Pérdida Especificaciones	12.10.1	4	1	4	1	4	1	4	2
13	Bomba de diésel a llenaderas.	Bajo Flujo	13.2.1	4	1	4	1	4	1	4	1
13	Bomba de diésel a llenaderas.	Bajo Flujo	13.2.2	4	1	4	1	4	1	4	1
13	Bomba de diésel a llenaderas.	No Contención	13.7.1	2	2	2	1	2	2	2	2
13	Bomba de diésel a llenaderas.	No Contención	13.7.2	2	2	2	1	2	2	2	2
14	Llenaderas de autotanques de diésel.	Alto Flujo	14.1.1	4	1	4	1	4	1	4	1
14	Llenaderas de autotanques de diésel.	Bajo Flujo	14.2.1	4	1	4	1	4	1	4	1
14	Llenaderas de autotanques de diésel.	Bajo Flujo	14.2.2	4	1	4	1	4	1	4	1
14	Llenaderas de autotanques de diésel.	Alta Presión	14.3.1	2	2	2	1	2	2	2	1
14	Llenaderas de autotanques de diésel.	No Contención	14.7.1	2	2	2	1	2	2	2	2
14	Llenaderas de autotanques de diésel.	No Contención	14.7.2	2	2	2	1	2	2	2	2
14	Llenaderas de autotanques de diésel.	No Contención	14.7.3	2	2	2	1	2	2	2	3
14	Llenaderas de autotanques de diésel.	No Contención	14.7.6	2	2	2	1	2	2	2	1
15	Tanque de recuperados.	Alta Presión	15.1.1	3	1	3	1	3	1	3	1
15	Tanque de recuperados.	No Contención	15.9.1	3	2	3	2	3	2	3	3
15	Tanque de recuperados.	No Contención	15.9.2	4	2	4	1	4	2	4	3
15	Tanque de recuperados.	No Contención	15.9.3	3	2	3	1	3	2	3	3
16	Bombeo de recuperados.	Bajo Flujo	16.2.1	4	1	4	1	4	1	4	1

Tabla VI.2.3.4-1 Clasificación de escenario por su MR

Número Nodo	Nodo de Estudio	Desviación	Escenario	Personal		Población		Impacto		Producción	
				F	C_{pe}	F	C_{po}	F	C_{ma}	F	C_{pr}
16	Bombeo de recuperados.	Bajo Flujo	16.2.2	4	1	4	1	4	1	4	1
16	Bombeo de recuperados.	No Contención	16.7.1	3	2	3	1	3	2	3	2
16	Bombeo de recuperados.	No Contención	16.7.2	3	2	3	1	3	2	3	2
17	Sistema de drenajes	Alto Nivel	17.1.1	2	1	2	1	2	2	2	1
17	Sistema de drenajes	Alto Nivel	17.1.2	2	1	2	1	2	2	2	1
17	Sistema de drenajes	Alto Nivel	17.1.3	2	1	2	1	2	2	2	1

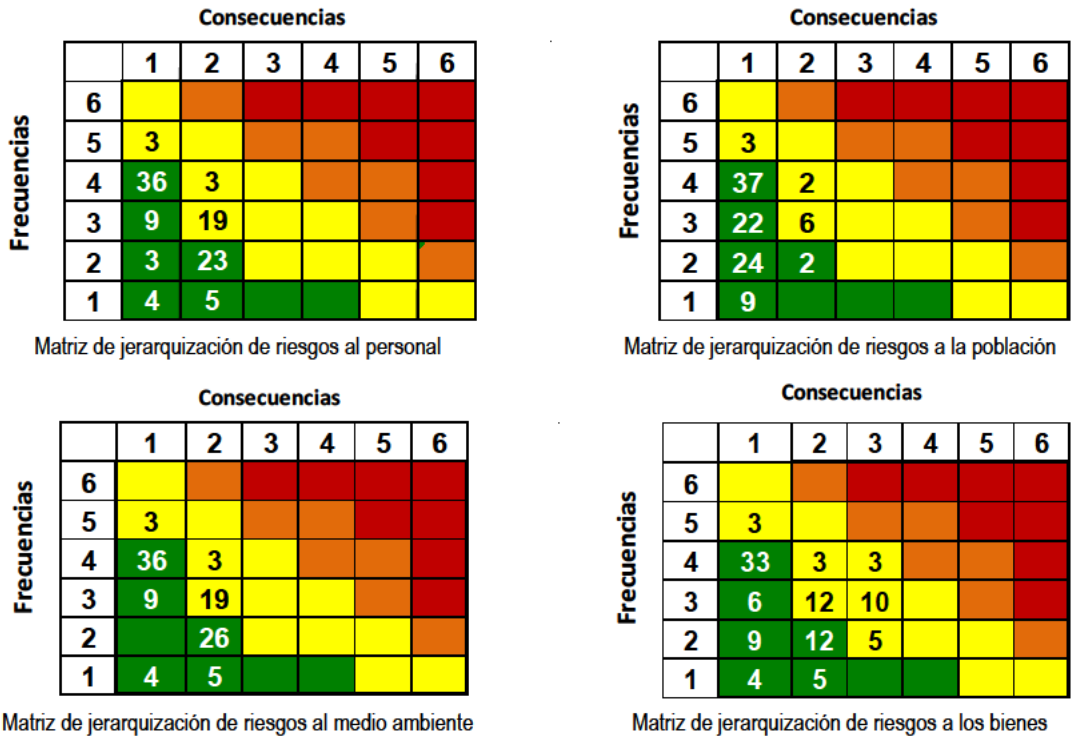
Fuente: Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).

Análisis y evaluación de riesgos

VI.2.3.5 Matriz e histogramas de riesgos identificados

Mediante la aplicación del análisis HAZOP a la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman, se evaluaron en total 105 escenarios de riesgos, los cuales contemplan tanto el daño al personal, daño a la población circundante, daño al medio ambiente como los daños a los bienes. En la Figura VI.2.3.5-1 se muestran las matrices de riesgos para los diferentes receptores.

Figura VI.2.3.5-1 Matrices de riesgo



Fuente: Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).

Como se observa, ninguno de los riesgos evaluados se categoriza en las zonas de riesgo no tolerable "Tipo A" ni riesgo indeseable "Tipo B". Todos los riesgos están ubicados en las zonas de riesgos aceptables "Tipo C" y riesgos tolerables "Tipo D"; con una distribución de 97 riesgos lo que representa un 23% de todos los riesgos evaluados para tipo C y el 77% de riesgos tipo D.

Se analizaron 105 escenarios de riesgos para cada receptor de riesgo. Como no se obtuvieron riesgos tipo "A" ni "B", el análisis se realiza para los riesgos aceptables tipo "C". Para el caso del receptor "Personal" se clasificaron como tipo "C" 25 riesgos lo que representa un 24%, para el receptor "Población" se obtuvieron sólo 11 riesgos equivalente al 10%, para el receptor "Medio Ambiente" obtuvo una distribución igual a la del receptor "Personal" y, por último, para el receptor "Bienes" se tuvo un total de 36 escenarios (34%). Como puede observase, en todos los casos la proporción de riesgos tolerables es mayor al 60%.

Tabla VI.2.3.5-1 Clasificación de escenario por su MR

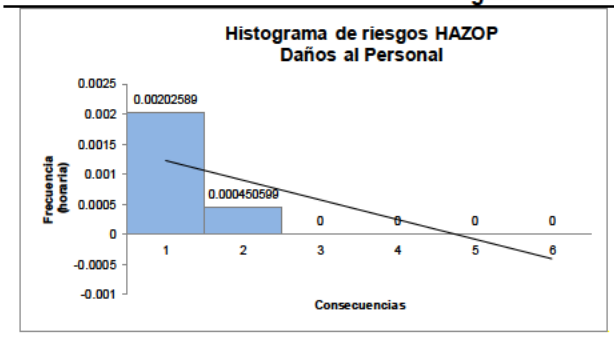
Tipo de Riesgo	Riesgos
Riesgo Tolerable	323
Riesgo Aceptable	97
Riesgo Indeseable	0
Riesgo No Tolerable	0
Total de desviaciones:	**420**

Fuente: Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).

Como se muestra en la tabla VI.2.3.5-1, en el estudio solo se obtuvieron escenarios tipo "C", es decir, dentro de la región ALARP (Tan bajo como razonablemente sea práctico) y tipo "D" que son riesgos tolerables y representan el 72% de los riesgos evaluados.

En la figura VI.2.3.5-2 se muestran los histogramas de riesgos obtenidos a partir de la jerarquización de los escenarios de riesgos evaluados en el estudio HazOp.

Figura VI.2.3.5-2 Histogramas de riesgos



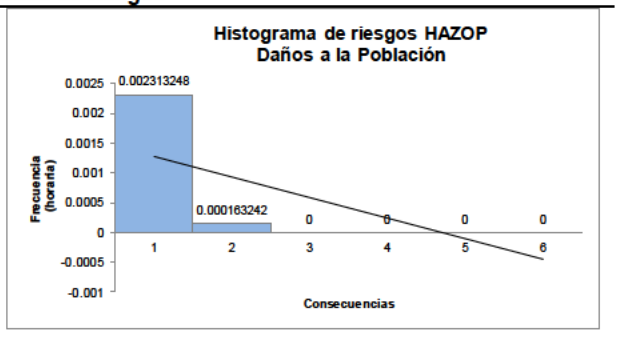
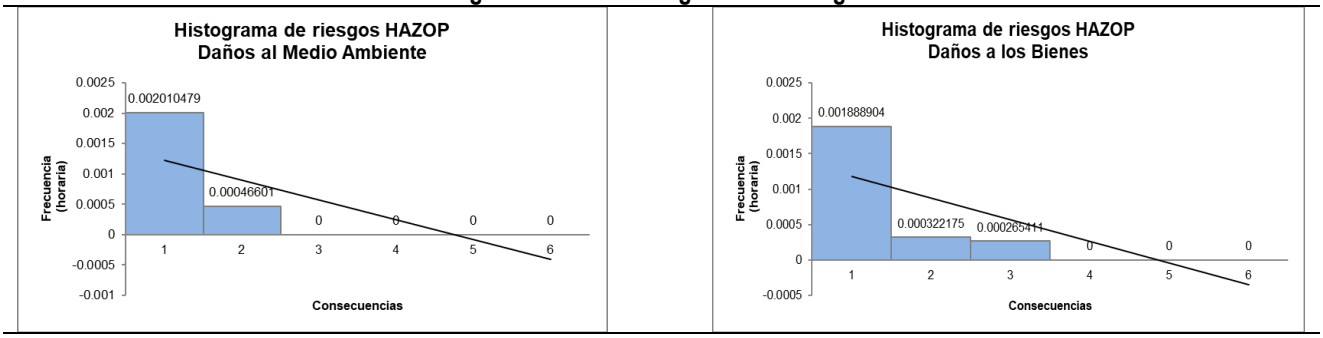


Figura VI.2.3.5-2 Histogramas de riesgos



Fuente: Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).

La recta con pendiente negativa indica buena tendencia, lo que significa que los escenarios de riesgos con altas consecuencias tienen una baja frecuencia de ocurrencia y, así, para aquellos escenarios de riesgos con altas frecuencias, las consecuencias asociadas son poco significativas y carecen de importancia. Cumpliendo de esta forma la instalación con el principio de seguridad técnica esperada. Histogramas con tendencias similares se obtuvieron con respecto a la seguridad del personal, la población, medio ambiente y a los bienes.

Los gráficos en general muestran:

- Alta densidad de escenarios de riesgos en la parte izquierda de la gráfica donde se reflejan las consecuencias de menor categoría que ocasionan menores daños, por lo que se puede decir que existe mayor cantidad de escenarios de riesgos con consecuencias menores.
- Baja densidad de riesgos en la parte derecha de la gráfica donde se reflejan las consecuencias de mayor categoría las cuales ocasionan mayores daños asociadas a las menores frecuencias, por lo que se puede decir que existe menor cantidad de escenarios de riesgos con consecuencias mayores.

Las matrices e histogramas por cada receptor de riesgo y para niveles de riesgo totales generados para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman durante este análisis se incluyen en el **Anexo E7**.

VI.2.3.6 Análisis de frecuencias

Generalmente se realiza un análisis de las frecuencias cuando se considera que la jerarquización de los escenarios de riesgos, identificados en el HAZOP, fueron sobrestimados o subestimados por el GIAR. En este caso se realiza el análisis de las frecuencias para corroborar o refutar las frecuencias dadas a eventos de fuga y/o incendios. Para lograr este objetivo, se realiza una comparación de las frecuencias estimadas contra los datos recogidos en bases de datos reconocidas. Además, para contribuir al análisis se aplicó un de árbol de fallos que considera todas las causas que puedan llevar al evento fuga incorporando la actuación de las protecciones previstas para prevenir la ocurrencia del evento y para mitigar sus consecuencias.

VI.2.3.6.1 Estimación y revisión de frecuencias

Se realiza el análisis de frecuencias para los escenarios de riesgos identificados en el HAZOP correspondientes a fugas/derrames de productos en tanques con posibilidad de explosión y/o incendio. En la tabla VII.2.3.6.1-1 se presentan los escenarios de riesgos para los cuales se revisará la frecuencia estimada por el GIAR en los talleres de HAZOP.

Tabla VII.2.3.6.1-1 Escenarios de riesgo para el análisis de frecuencias

Número Nodo	Escenario	Descripción del escenario Desviación	Personal		Población		Impacto		Producción	
			F	C_{pe}	F	C_{po}	F	C_{ma}	F	C_{pr}
04	04.9.1	Derrame de gasolina regular por alto nivel en el tanque con posibilidad de explosión y/o incendio	3	2	3	2	3	2	3	3
04	04.9.2	Fuga de gasolina regular debido a corrosión en el tanque con posibilidad de incendio	4	2	4	2	4	2	4	3
	04.9.3	Derrame de gasolina regular en el tanque con posibilidad de explosión y/o incendio debido a sismo	3	2	3	2	3	2	3	3
08	08.9.1	Derrame de gasolina premium por alto nivel en el tanque con posibilidad de explosión y/o incendio	3	2	3	2	3	2	3	3
	08.9.2	Fuga de gasolina premium debido a corrosión en el tanque con posibilidad de incendio	4	2	4	2	4	2	4	3
	08.9.3	Derrame de gasolina premium en el tanque con posibilidad de explosión y/o incendio debido a sismo	3	2	3	2	3	2	3	3
12	12.9.1	Derrame de diésel por alto nivel en el tanque con posibilidad de incendio	2	2	2	2	2	2	2	3
	12.9.2	Fuga de diésel debido a corrosión en el tanque con posibilidad de incendio	3	2	3	2	3	2	3	3
	12.9.3	Derrame de diésel en el tanque con posibilidad de incendio debido a sismo	2	2	2	2	2	2	2	3
15	15.9.1	Derrame por alto nivel en el tanque de recuperados con posibilidad de explosión y/o incendio	3	2	3	2	3	2	3	3
	15.9.2	Fuga debido a corrosión en el tanque de recuperados con posibilidad de incendio	4	2	4	1	4	2	4	3
	15.9.3	Derrame en el tanque de recuperados con posibilidad de explosión y/o incendio debido a sismo	3	2	3	1	3	2	3	3

Como se observa en la tabla anterior, las frecuencias estimadas para estos escenarios van desde 2 hasta 4. En la matriz de riesgos estos valores representan valores de frecuencias de fallos anuales (Ver tabla VI.2.2.1-1). En la tabla VII.2.3.6.1-2 se presentan las frecuencias en tasas de fallos anuales.

Tabla VII.2.3.6.1-2 Correspondencia de valores de frecuencia de la P-02 2018 a valores de tasas de fallos anuales

Categoría de Frecuencia	Frecuencia de fallo anual, λ (y-1)	Consideraciones
2	4.0E-02	Se considera un tiempo de vida útil de 25 años
3	1.0E-01	Se consideró 1 ocurrencia en 10 años
4	1.3E-01	Se consideró una ocurrencia en 7.5 años

La comparación se realiza a partir de las frecuencias de la base de datos: OGP-434-3: "Storage incident frequencies. Risk Assessment Data Directory. International Association of Oil & Gas Producers. March 2010.

En la base de datos se establecen frecuencias anuales para fugas de tanques con techo flotante y techos fijos, así como para incendios por fugas en tanques. En la tabla VII.2.3.6.1-3 se muestran las frecuencias de la base datos de la OGP que aplican para los escenarios analizados.

Tabla VII.2.3.6.1-3 Comparación de las frecuencias de los escenarios según OGP y la estimada por el GIAR

No.	Descripción	Frecuencia de fallo anual, λ (y^{-1}) del OGP
1.	Derrame por el techo en tanque de techo flotante	1.6E-03
2.	Ruptura catastrófica en tanques	3.0E-06
3.	Fuga/derrame fuera del tanque	2.8E-03
4.	Incendio de una fuga pequeña	9.0E-05
5.	Incendio de una fuga grande	6.0E-05

En la tabla VII.2.3.6.1-4 se muestra la frecuencia que le correspondería a cada escenario analizado según la base de datos de la OGP. Además, aparece la comparación con el valor de frecuencia estimado por el GIAR.

La comparación se realiza considerando las frecuencias de fuga y las frecuencias de incendio que aporta la base de datos. Se considera que los derrames en techos producen un gran volumen de producto derramado.

Tabla VII.2.3.6.1-4 Comparación de las frecuencias de los escenarios según OGP y la estimada por el GIAR

Escenario	Frecuencia de fallo anual, λ (y^{-1}) del OGP (Fuga/Incendio)	Comparación con frecuencia estimada por GIAR
04.9.1	1.6E-03/9.0E-05	1.6E-03/9.0E-05 < 1.0E-01
04.9.2	2.8E-03/9.0E-05	2.8E-03/9.0E-05 < 1.3E-01
04.9.3	3.0E-06/6.0E-05	3.0E-06/6.0E-05 < 1.0E-01
08.9.1	1.6E-03/9.0E-05	1.6E-03/9.0E-05 < 1.0E-01
08.9.2	2.8E-03/9.0E-05	2.8E-03/9.0E-05 < 1.3E-01
08.9.3	3.0E-06/6.0E-05	3.0E-06/6.0E-05 < 1.0E-01
12.9.1	0	0 < 4.0E-02
12.9.2	2.8E-03/9.0E-05	2.8E-03/9.0E-05 < 1.0E-01
12.9.3	3.0E-06/6.0E-05	3.0E-06/6.0E-05 < 4.0E-02
15.9.1	1.6E-03/9.0E-05	1.6E-03/9.0E-05 < 1.0E-01
15.9.2	2.8E-03/9.0E-05	2.8E-03/9.0E-05< 1.3E-01
15.9.3	3.0E-06/6.0E-05	3.0E-06/6.0E-05 < 1.0E-01

Para todos los casos, tanto la frecuencia de fuga como la frecuencia de ocurrencia de incendio es inferior a la estimada por el GIAR en los talleres de HAZOP. A pesar de que se dará como válida la frecuencia estimada para la jerarquización en el análisis de los riesgos, se realiza la aplicación de un árbol de fallos para revisar de manera exhaustiva la frecuencia estimada por el GIAR.

VI.2.3.6.2 Consideraciones para la modelación del árbol de fallos

1. El evento tope es: Incendio/explosión por el derrame o fuga de gasolina desde un tanque de almacenamiento.
2. Se considerarán como causas contribuyentes a la fuga todas las causas propuestas por el GIAR.
3. Las frecuencias de ocurrencia de las causas contribuyentes son las consideradas por el GIAR.

4. Para la posibilidad de incendio/explosión se considera la presencia de una fuente de ignición.
5. No se considerará como capa de protección la actuación directa del operador. Solo se considera su contribución en la actuación del paro de emergencia donde el valor de probabilidad de su fallo considera, de manera implícita, la actuación humana.
6. Solo se considera la contribución de las barreras físicas para la mitigación de las consecuencias para derrame o fuga en área de almacenamiento: sistema de agua-espuma contra incendio y sistema de paro por emergencia.
7. Los valores de frecuencias considerados para las barreras son las propuestas por el Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, AIChE.

En el **Anexo E5** "Árboles de fallos" se muestra el árbol de fallos construido y otras consideraciones asumidas para su desarrollo y solución cualitativa y cuantitativa. El anexo se obtuvo del Análisis de Riesgo de Procesos de la instalación, y se usa como insumo para el presente estudio.

VI.2.3.6.3 Resultados del árbol de fallos

La frecuencia con que se va a producir, en un año, el evento tope "posible incendio/explosión de gasolina en áreas de almacenamiento" considerando el no funcionamiento de las protecciones contra incendio será de: 3.80E-08, valor que se corresponde con frecuencia 1 "Evento que es posible que ocurra, pero a la fecha no existe ningún registro", según el P-02.

VI.2.3.7 Análisis de consecuencias

Con base en los resultados del análisis HAZOP, no se presentaron escenarios con nivel de riesgo "Indeseable" o "No Tolerable" por lo que no se obtuvieron escenarios que requieran un análisis de consecuencias en la categoría de Caso Más Probable (CMP); sin embargo, se obtuvieron escenarios con nivel de riesgo "Aceptable" (tipo C) de los cuales se seleccionaron un Peor Caso (PC) y tres Casos Alternos (CA). En la selección de los escenarios se consideró lo siguiente: el nivel de riesgo, el mayor inventario y criterios/experiencia del GIAR. Para el escenario PC se consideró el mayor inventario y para los CA se consideraron escenarios que involucran todas las sustancias manejadas y las diferentes áreas de la instalación.

El listado de escenarios que serán evaluados de forma cuantitativa para conocer los daños por escenarios de fuga y/o derrame se muestran en la Tabla VI.2.3.7-1.

Tabla VI.2.3.7-1 Catálogo de escenarios

Tag Escenario	Descripción	Escenario
01 TRAA N02 CA	Fuga de 2" Ø en el patín de medición de la interconexión con el poliducto, con suministro de gasolina premium, con posible incendio y/o explosión en caso de encontrar una fuente de ignición.	Caso Alterno (Desviación 02.7.2 y 02.7.3)
02 TRAA N04 PC	Derrame del 50 % inventario total (50000 bbl) del tanque de almacenamiento de gasolina regular, TV-01 hacia el dique de contención por rotura total de la línea de salida de 14" debido a eventos naturales (sismo).	Peor Caso (Desviación 04.9.3)
03 TRAA N06 CA	Derrame por sobrellenado, 10% del autotanque de gasolina regular.	Caso Alterno (Desviación 06.7.3)
04 TRAA N12 CA	Fuga de 17 bbl de diésel del tanque de almacenamiento TV-09 hacia el dique de contención debido a corrosión por un orificio de 1/8".	Caso Alterno (Desviación 12.9.2)

Fuente: Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).

Una vez obtenida la lista de escenarios para la elaboración del análisis de consecuencias, estos serán complementados con la información requerida en el Apéndice 2. "Análisis de Frecuencias y Consecuencias" del documento "P-02. Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos", como es: Inventario de fuga, condiciones operativas, tiempos de detección y cierre, condiciones meteorológicas, valores de alto riesgo y amortiguamiento, etc.

VI.2.3.7.1 Consideraciones particulares para cada escenario

Escenario 01 TRAA N02 CA

- El tiempo de fuga depende del tiempo de respuesta del sistema de seguridad y, en este caso, se estima un tiempo de 300 s, el cual considera los tiempos para la detección de la fuga, cierre de la válvula y el tiempo para que el inventario que quedó entrampado se libere.
- El Inventario a utilizar para el simulador será de 4,489.95 kg, producto del flujo másico calculado para el escenario de 13.74 kg/s por el tiempo de fuga más el volumen que quedará atrapado en la tubería utilizando el valor de la densidad absoluta (726 kg/m^3) de la gasolina premium para obtener el valor representado en masa.
- Se espera una presión y temperatura de operación de 196.133 kPa (2 kg/cm^2g) y una temperatura de 11.5°C.
- La altura a la que se encuentra el punto de fuga, es de 1 m.
- La dirección de la fuga se toma hacia abajo con impacto al suelo.
- Se considera que la fuga no se extenderá más allá de la contención secundaria del patín de medición.

Escenario 02 TRAA N04 PC

- El tiempo del evento, fue tomado de los resultados reportados de eventos similares (Buncefield, Londres 2005 y Bayamón, Puerto Rico 2009), donde el tiempo estimado es de 60 min.
- El inventario a utilizar para el simulador será de 50,000 bbl, correspondiente a la mitad de la capacidad del tanque.
- Se espera una presión y temperatura de operación de 101.325 kPa (1.033 kg/cm^2g) y una temperatura de 11.5°C.
- La altura a la que se encuentra el punto de fuga es de 1 m.
- La dirección de la fuga se considera horizontal.
- Se considera el dique de contención del tanque (1.8 m x 53.7 m x 52.7 m) el cual tiene la capacidad para contener el derrame propuesto en este escenario.

Escenario 03 TRAA N06 CA

- El inventario a utilizar para el simulador será de 2 m^3 (equivalente al 10% del autotanque de 20,000 l)
- Se considera que el derrame no se extenderá más allá de la contención secundaria de las llenaderas.

Escenario 04 TRAA N12 CA

- El tiempo del evento fue estimado en 60 min.
- El inventario a utilizar para el simulador será de 17 bbl.
- Se espera una presión de operación de 101.325 kPa (1.033 kg/cm^2g).
- Se considera una temperatura de 43.2°C por ser la mínima aceptada por el software para esta mezcla (diésel).
- La altura a la que se encuentra el punto de fuga, es de 1 m.

- La dirección de la fuga se considera horizontal.

VI.2.3.7.2 Consideraciones generales

- La gasolina premium y la gasolina regular son una mezcla de hidrocarburos ligeros, por lo que su simulación en PHAST se considera como el n-Octano.
- El diésel se consideró con la siguiente composición (% mol): tetradecano 2%, hexadecano 10%, octadecano 12%, eicosano 15%, docosano 20%, tetracosano 20%, hexacosano 10%, octacosano 8% y triacontano 5%.
- Condiciones meteorológicas: Para la simulación de noche referente a la condición 1.5F se toma una temperatura mínima promedio de -6°C. Para la simulación de día referente a la condición 3D se considera una temperatura media promedio de 11.5°C. Para ambos casos la humedad relativa es de 49%.
- Al momento del evento, se considera que las condiciones ambientales son las más adversas para la dispersión del producto: velocidad del viento de 1.5 m/s y condición de estabilidad atmosférica de Pasquill F- Estable (Noche con nublado moderado y vientos ligeros a moderados).
- Asimismo, se considera que las condiciones ambientales y meteorológicas permanecen constantes, durante el tiempo del evento.
- Los valores de radiación térmica a usar para los efectos físicos sugeridos por ASEA son: 1.4, 5.0 y 37.5 kW/m^2.
- Los valores de ondas de sobrepresión a usar para los efectos físicos sugeridos por ASEA son: 0.5, 1.0 y 12 psi.

VI.2.3.7.3 Resultados de eventos por radiación térmica y ondas de sobrepresión

Los resultados obtenidos apoyados en los radios que definen la zona de alto riesgo basados en los efectos ocasionados a los diferentes niveles (radiación térmica y sobrepresión) para la condición atmosférica 1.5 F se describen en la Tabla VI.2.3.7.3-1 a continuación.

Tabla VI.2.3.7.3-1 Resultados de eventos por radiación térmica y ondas de sobrepresión

Escenario	Zona de Amortiguamiento		Zona de Alto Riesgo		Zona de daño a Equipos	
	Radiación Térmica **(1.4 kW/m^2)**	Sobrepresión **(0.035 bar)** [0.5 psi]	Radiación Térmica **(5.0 kW/m^2)**	Sobrepresión **(0.07 bar)** [1.0 psi]	Radiación Térmica **(37.5 kW/m^2)**	Sobrepresión **(0.8273 bar)** [37.5 psi]
01 TRAA N02 CA	**CHAF1:** 53.5698	-----	**CHAF1:** 30.5696	-----	**CHAF1:** 7.5000	-----
02 TRAA N04 PC	**CHOF:** 31.4474 **CHAF1:** 130.9870 **CHAF2:** 130.9870	**UVCE:** 13.1132	**CHOF:** 22.0204 **CHAF1:** 67.8538 **CHAF2:** 67.8538	**UVCE:** 11.6839	**CHOF:** 14.5913 **CHAF1:** NA **CHAF2:** NA	**UVCE:** 10.3339
03 TRAA N06 CA	**CHAF1:** 39.9215	-----	**CHAF1:** 23.0207	-----	**CHAF1:** 5.11369	-----
04 TRAA N12 CA	**CHOF:** NA **CHAF1:** 14.9788 **CHAF2:** 39.2794	-----	**CHOF:** NA **CHAF1:** 9.91972 **CHAF2:** 24.0181	-----	**CHOF:** NA **CHAF1:** 5.34753 **CHAF2:** 8.31177	-----

Fuente: Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).
* Los valores para los radios de posible afectación son en metros
CHOF: Dardo de Fuego. **CHAF1:** Charco de Fuego Temprano. **CHAF2:** Charco de Fuego Tardío. **UVCE:** Ignición Tardía. **NA:** No se Alcanza

VI.3 Radios potenciales de afectación

Escenario 01 TRAA N02 CA (Caso Alterno)

Al presentarse la fuga en el patín de medición del poliducto de 14", se estima que escaparían 13.74 kg/s de gasolina premium; esta fuga formaría un charco de líquido de 13 m de diámetro. Si la tasa de derrame del charco es igual a la tasa de quemado posterior a su ignición, se generaría el evento de radiación térmica de charco de fuego temprano, el charco de fuego tendría una altura de llama de 20.354 m y un ángulo de 27.5°; la zona de alto riesgo (5.0 kW/m^2) alcanza un radio de 30.5696 m generando quemaduras de primer grado a personas que se expongan 20 s sin protección, son improbables la formación de ampollas. Sin embargo, si se exponen por más de 40 s son probables las quemaduras de segundo grado (generación de ampollas en la piel), a este nivel de radiación no habría letalidad. Para la zona de daño a equipos de proceso (recipientes y/o tuberías) por fragilización y del colapso de estructuras con una alta probabilidad de presentarse un efecto dominó (37.5 kW/m^2) se tendría dentro de un radio de 7.5 m, si las personas se exponen a este nivel de radiación se tiene un 60% de probabilidades de muerte para una exposición de un tiempo de 10 s, la probabilidad se incrementa hasta 90% si la exposición es durante 20 s. El nivel de radiación referente a la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m^2) inicia a partir de un radio de 53.5698 m, a este nivel la radiación térmica puede tolerarse en largos periodos de exposición sin sensación de incomodidad o molestias.

El evento resultante del escenario de fuga de gasolina premium, se puede verificar de manera gráfica en el diagrama de posible afectación: 01 TRAA N02 CA (CHAF) para charco de fuego temprano.

Escenario 02 TRAA N04 PC (Peor Caso)

Como resultado de la pérdida de contención se escaparía gasolina regular y se formaría un dardo de gasolina, que aunado con un punto de ignición cercano (ignición inmediata) se generaría una flama de 13.3035 m del evento de radiación térmica conocido como dardo de fuego. El dardo de fuego formado tendría un poder emisivo de 66.305 kW/m^2. Teniendo que para la zona de alto riesgo de 5 kW/m^2 se forma un radio de 22.0204 m donde son posibles las quemaduras de hasta segundo grado (ampollas en la piel) a las personas que se expongan 40 s sin protección y/o de quemaduras de primer grado por exponerse 20 s en el área de tanques; con este nivel de radiación se tiene menos del 1% probabilidad de muerte. La posibilidad de un efecto dominó por la incidencia de ondas de calor a otros equipos cercanos al evento estaría dada por un nivel de radiación de 37.5 kW/m^2, así como el daño inmediato a los equipos de proceso, tuberías e instrumentos dentro de un radio de 14.5913 m, dentro de este nivel de radiación la probabilidad de muerte hacia las personas se incrementa conforme se eleva el tiempo de exposición, teniendo que en un tiempo de 10 s la probabilidad es del 60%, si el tiempo se incrementa alrededor de los 20 s la probabilidad sube hasta un 90%. Además, se generó un radio de 31.4474 m a partir del cual inicia la zona de amortiguamiento con una radiación térmica de 1.4 kW/m^2.

Otro evento de radiación térmica que se puede presentar es el evento de charco de fuego. Los vapores desprendidos y mezclados con el oxígeno del aire reaccionan generando que el charco de líquido formado con un diámetro de 60.0444 m se prenda. Se forma una llama con una altura de 58.9519 m con un ángulo de 18.83°; considerando que el derrame quedará contenido en el dique del tanque se puede presentar el evento de charco de fuego temprano (tasa de derrame del charco es igual a la tasa de quemado) o charco de fuego tardío (tasa de quemado es desproporcional a la tasa de derrame), donde la zona de alto riesgo (5.0 kW/m^2) para ambos eventos alcanza un radio de 67.8538 m generando quemaduras de primer grado a las personas que se expongan 20 s sin protección, no son probables las formaciones de ampollas, sin embargo, si se exponen por más de 40 s son probables las quemaduras de segundo grado (generación de ampollas en la piel), a este nivel de radiación no habría letalidad. El nivel de 37.5 kW/m^2 el cual puede causar daño a los equipos de la instalación por fragilización debido a la exposición no se alcanzó. La zona de amortiguamiento (1.4 kW/m^2) donde las personas pueden estar sin sufrir molestias obtuvo un radio de 130.987 m.

Además, se pudiera presentar otro evento conocido como inflamabilidad o flash fire, el cual se refiere a un tipo de incendio de duración muy rápida con una gran intensidad de calor (radiación térmica) que se origina por un movimiento lento del frente de llama posterior a la ignición de una sustancia inflamable suspendida en el aire mezclada con el oxígeno. El flash fire está ligado con los límites de inflamabilidad, para la gasolina regular se tiene que el LFL (límite inferior de inflamabilidad) tiene un radio de 8.30145 m de longitud y para LFL(frac) (50% del límite inferior de inflamabilidad) de 9.67984 m. Es decir, que se tiene que desde los 8.30145 y hasta los 9.67984 m, posterior a la fuga al ambiente de los vapores y al mezclado con el oxígeno, la masa suspendida en el aire tiene un 100% de probabilidad de inflamarse si encuentra un punto de ignición, los daños hacia el personal que se encuentre en esta área serían del 100% de letalidad debido al contacto con la llama y a la sofocación.

Si los vapores desprendidos tienen un tiempo de mezclado con el oxígeno del aire, que permita llegar a la concentración mínima requerida para formar una mezcla explosiva, se generarían radios de posible afectación por ondas de sobrepresión, donde el nivel de daño por ondas equivalente a 1.0 psi (zona de alto riesgo), son capaces de causar daño al 1% de las personas por ruptura de tímpanos o daños por proyectiles por encontrarse dentro de un radio de 11.6839 m; para la zona de afectación de equipos equivalente a 12 psi se obtuvo un radio de 10.3339 m viéndose afectados líneas y accesorios propios del tanque. De presentarse, cabe hacer la mención que dentro de estos radios de posible afectación se encuentra la distancia que recorre la nube (10 m) hasta encontrar el punto de ignición y la distancia posterior a la ignición (zona efectiva de afectación). Es importante señalar que, de acuerdo al tipo de material manejado en la terminal, es muy poco probable que se presente un evento de sobrepresión.

Los eventos resultantes del escenario de derrame de gasolina regular, se pueden verificar en los diagramas de posible afectación: 02 TRAA N04 PC (CHOF) para dardo de fuego, 03 TRAA N04 PC (CHAF) para charco de fuego temprano, 04 TRAA N04 PC (CHAF) para charco de fuego tardío, 05 TRAA N04 PC (FLA) para inflamabilidad y 06 TRAA N04 PC (UVCE) para ignición tardía.

Escenario 03 TRAA N06 CA (Caso Alterno)

Al ocurrir el sobrellenado del autotanque, se estimó un derrame de 2 m^3 de gasolina regular en el área de llenaderas el cual formaría un charco de 7.048 m de diámetro, la transferencia de calor del suelo de concreto hacia el charco iniciaría la vaporización del charco (esto si la temperatura del suelo está por encima de la temperatura de inflamación de la sustancia). A estas condiciones existe ya una masa de hidrocarburo vaporizado que tiene altas posibilidades de inflamarse si encuentra un punto de ignición; de suceder se formaría una llama de 13.3001 m de longitud con un poder emisivo de 71.49 kW/m^2 y un ángulo de 31.3611° con afectaciones a diferentes niveles de radiación térmica por el evento de charco de fuego temprano donde la zona de alto riesgo equivalente a 5 kW/m^2 adquiere un radio de 23.0207 m con daños hacia las personas, si la incidencia es de 20 a 40 s con ropa de algodón habrían quemaduras de primer grado, pero si rebasan los 40 s empezarían a formarse ampollas en la piel dando paso a quemaduras de segundo grado, a este nivel de radiación la probabilidad de fatalidades es muy baja. La posibilidad de un efecto dominó por la incidencia de ondas de calor a otros equipos cercanos al evento estaría dada por un nivel de radiación de 37.5 kW/m^2, así como el daño inmediato a los equipos de proceso se tendrían a todos aquellos equipos e instrumentos dentro de un radio de 5.11369 m, dentro de este nivel de radiación la probabilidad de muerte hacia las personas se incrementa conforme se eleva el tiempo de exposición, teniendo que en un tiempo de 10 s la probabilidad es del 60%, si el tiempo se incrementa alrededor de los 20 s la probabilidad sube hasta un 90%.

El evento resultante del escenario, se puede verificar de manera gráfica en el diagrama de posible afectación: 07 TRAA N06 CA (CHAF) para charco de fuego temprano.

Escenario 04 TRAA N12 CA (Caso Alterno)

Al presentarse la pérdida de contención, traería como consecuencia un derrame de diésel formando un charco de 1.7062 m de diámetro donde, si la tasa de derrame del charco es igual a la tasa de quemado posterior a su ignición, se formaría el evento de radiación térmica de charco de fuego temprano, el charco de fuego tendría una altura de llama de 3.14297 m y un ángulo de 40.48°; la zona de alto riesgo (5.0 kW/m^2) alcanza un radio de 9.91972 m generando quemaduras de primer grado a personas que se expongan 20 s sin protección, son improbables las formaciones de ampollas, sin embargo si se exponen por más de 40 s son probables las quemaduras de segundo grado (generación de ampollas en la piel), a este nivel de radiación no habría letalidad. La zona que define el daño a equipos de proceso, el posible desencadenamiento de un efecto dominó; así como la fatalidad a las personas está dado por el valor de 37.5 kW/m^2 la cual alcanzo un radio de 5.34753 m, de encontrarse personas dentro de este nivel de radiación térmica la probabilidad de muerte es de un 60% si se exponen por 10 s.

Si existe una ignición tardía del charco, se formaría un charco con 9.15225 m de diámetro, al prenderse genera el evento de charco de fuego tardío cuya altura de la flama sería de 10.1004 m con un ángulo de 29.7° y un poder emisivo de 59.99 kW/m^2; produciéndose radios de radiación térmica, la zona de alto riesgo perteneciente a 5 kW/m^2 se verían afectados toda aquella persona que estén dentro de un radio 24.0181 m del lugar del evento por quemaduras de primer grado con 20 s de exposición y de segundo grado si la exposición es mayor a 40 s. La zona que define el daño inmediato a equipos y la muerte de las personas está dada por un valor de 37 kW/m^2 alcanzando un radio de 8.31177 m, la probabilidad de muerte por tiempo de exposición de 10 s es del 60% y si el tiempo es de 20 s la probabilidad incrementa hasta un 90%. La zona de amortiguamiento (1.4 kW/m^2) donde las personas puedes estar sin sufrir molestias obtuvo un radio de 39.2794 m.

Los eventos resultantes del escenario, se pueden verificar de manera gráfica en los diagramas de posible afectación: 08 TRAA N12 CA (CHAF) para charco de fuego temprano y 09 TRAA N12 CA (CHAF) para charco de fuego tardío.

VI.4 Interacciones de riesgo

En la tabla VI.4-1 se muestran las interacciones de riesgo con respecto a sitios de interés externos a la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman, tales como hospitales, escuelas, etc.

Tabla VI.4-1 Interacciones de riesgo externas por radiación térmica y ondas de sobrepresión

Escenario de riesgo	Equipo o sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Nombre del material o sustancia peligrosa involucrada	Puntos de interés para evaluar las consecuencias			
			Sitios, instalaciones o equipos/distancias		Efectos alcanzados en el sitio, instalación o equipo por:	
			Sitios de interés que pueden ser afectados	Distancias de los sitios de interés a la instalación	Sobrepresión (psi)	Radiación térmica (kW/m^2)
01 TRAA N02 CA	Patín de medición de la interconexión con el poliducto de 14".	Gasolina Premium	Hospitales:			
			Hospital Psiquiátrico Dr. Rodolfo Nieto Padrón.	244 m	------	------
			Hospital Psiquiátrico José Sayago.	800 m	------	------
			Escuelas:			
			Jardín de Niños Miguel Ángel Bounarrotti.	477 m	------	------
			Escuela primaria Anáhuac.	580 m	------	------
			Escuela telesecundaria Miguel de Cervantes Saavedra.	647 m	------	------
			CBT No. 2 Octavio Paz, Acolman.	417 m	------	------
			Telesecundaria Sor Juana Inés de la Cruz.	430 m	------	------
			Kinder Guillermo Martínez.	560 m	------	------
			Escuela primaria federal José Gómez Vallejo/ Emiliano Zapata en Totolcingo, Acolman	670 m	------	------
			Parques:			
			Unidad Deportiva Mario Vázquez Raña, Tepexpan, Acolman.	130 m	------	------
			Campo de futbol Totolcingo.	447 m	------	------

Tabla VI.4-1 Interacciones de riesgo externas por radiación térmica y ondas de sobrepresión

Escenario de riesgo	Equipo o sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Nombre del material o sustancia peligrosa involucrada	Puntos de interés para evaluar las consecuencias			
			Sitios, instalaciones o equipos/distancias		Efectos alcanzados en el sitio, instalación o equipo por:	
			Sitios de interés que pueden ser afectados	Distancias de los sitios de interés a la instalación	Sobrepresión (psi)	Radiación térmica (kW/m²)
			Centros religiosos:			
			Iglesia Sagrado Corazón en Tepexpan.	550 m	------	------
			Capilla San Juan Bautista en el ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca.	140 m	------	------
			Iglesia pastoral en el ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca	360 m	------	------
			Carreteras:			
			Carretera México-Texcoco (tramo Lechería-Texcoco).	10 m	------	------
			Calles de Tepexpan, Acolman.	295 m	------	------
			Carretera México – Cuota.	732 m	------	------
			Carretera tramo Lechería-Texcoco.	250	------	------
			Vía de ferrocarril Veracruz.	15 m	------	ZAM (1.4) ZAR (5.0)
			Calles del ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca	53 m	------	------
			Calles de Tepexpan, Acolman.	20	------	------
			Asentamientos Humanos:			
			Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman (Norte).	307 m	------	------
			Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman (Noreste).	444 m	------	------
			Asentamientos humanos del ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca (Sur).	80 m		
			Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman (Oeste).	10 m	------	------
			Instalaciones industriales:			
			Síntesis y formulaciones de Alta Tecnología S. A. de C. V.	43 m	------	------
			PQ Servicios Logísticos.	77 m	------	------
			Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana Sec. XV.	100 m	------	------
			Verificación Vehicular (VerifiCentro AC991).	145 m	------	------
			Productores Agropecuarios Tepexpan.	330 m	------	------
			Gasolinera.	750 m	------	------
			Muelles Tractosuspensiones y Soldaduras.	10 m	------	------
			Otros:			
			Museo Tepexpan.	850 m	------	------
			Caseta de cobro Ecatepec-Pirámides Entronque Tepexpan.	905 m	------	------
			Aviario – granja de La Abuela – Paraje El Faro, Acolman – SEMARNAT.	600 m	------	------
02 TRAA N04 PC	Tanque de almacenamiento de gasolina regular, TV-01.	Gasolina magna	Hospitales:			
			Hospital Psiquiátrico Dr. Rodolfo Nieto Padrón.	244 m	------	------
			Hospital Psiquiátrico José Sayago.	800 m	------	------
			Escuelas:			
			Jardín de Niños Miguel Ángel Bounarrotti.	477 m	------	------
			Escuela primaria Anáhuac.	580 m	------	------
			Escuela telesecundaria Miguel de Cervantes Saavedra.	647 m	------	------
			CBT No. 2 Octavio Paz, Acolman.	417 m	------	------
			Telesecundaria Sor Juana Inés de la Cruz.	430 m	------	------
			Kinder Guillermo Martínez.	560 m	------	------
			Escuela primaria federal José Gómez Vallejo / Emiliano Zapata en Totolcingo, Acolman	670 m	------	------
			Parques:			
			Unidad Deportiva Mario Vázquez Raña, Tepexpan, Acolman.	130 m	------	------
			Campo de futbol Totolcingo.	447 m	------	------

Tabla VI.4-1 Interacciones de riesgo externas por radiación térmica y ondas de sobrepresión

Escenario de riesgo	Equipo o sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Nombre del material o sustancia peligrosa involucrada	Puntos de interés para evaluar las consecuencias			
			Sitios, instalaciones o equipos/distancias		Efectos alcanzados en el sitio, instalación o equipo por:	
			Sitios de interés que pueden ser afectados	Distancias de los sitios de interés a la instalación	Sobrepresión (psi)	Radiación térmica (kW/m²)
			Centros religiosos:			
			Iglesia Sagrado Corazón en Tepexpan.	550 m	------	------
			Capilla San Juan Bautista en el ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca.	140 m	------	------
			Iglesia pastoral en el ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca	360 m	------	------
			Carreteras:			
			Carretera México-Texcoco (tramo Lechería-Texcoco).	10 m	------	------
			Calles de Tepexpan, Acolman.	295 m	------	------
			Carretera México – Cuota.	732 m	------	------
			Carretera tramo Lechería-Texcoco.	250	------	------
			Vía de ferrocarril Veracruz.	15 m	------	------
			Calles del ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca	53 m	------	------
			Calles de Tepexpan, Acolman.	20	------	ZAM (1.4)
			Asentamientos Humanos:			
			Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman (Norte).	307 m	------	------
			Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman (Noreste).	444 m	------	------
			Asentamientos humanos del ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca (Sur).	80 m	------	------
			Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman (Oeste).	10 m	------	ZAM (1.4)
			Instalaciones industriales:			
			Síntesis y formulaciones de Alta Tecnología S. A. de C. V.	43 m	------	------
			PQ Servicios Logísticos.	77 m	------	------
			Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana Sec. XV.	100 m	------	------
			Verificación Vehicular (VerifiCentro AC991).	145 m	------	------
			Productores Agropecuarios Tepexpan.	330 m	------	------
			Gasolinera.	750 m	------	------
			Muelles Tractosuspensiones y Soldaduras.	10 m	------	------
			Otros:			
			Museo Tepexpan.	850 m	------	------
			Caseta de cobro Ecatepec-Pirámides Entronque Tepexpan.	905 m	------	------
			Aviario – granja de La Abuela – Paraje El Faro, Acolman – SEMARNAT.	600 m	------	------
03 TRAA N06 CA	Llenaderas de gasolina magna a autotanques	Gasolina magna	Hospitales:			
			Hospital Psiquiátrico Dr. Rodolfo Nieto Padrón.	244 m	------	------
			Hospital Psiquiátrico José Sayago.	800 m	------	------
			Escuelas:			
			Jardín de Niños Miguel Ángel Bounarrotti.	477 m	------	------
			Escuela primaria Anáhuac.	580 m	------	------
			Escuela telesecundaria Miguel de Cervantes Saavedra.	647 m	------	------
			CBT No. 2 Octavio Paz, Acolman.	417 m	------	------
			Telesecundaria Sor Juana Inés de la Cruz.	430 m	------	------
			Kinder Guillermo Martínez.	560 m	------	------
			Escuela primaria federal José Gómez Vallejo / Emiliano Zapata en Totolcingo, Acolman	670 m	------	------
			Parques:			
			Unidad Deportiva Mario Vázquez Raña, Tepexpan, Acolman.	130 m	------	------
			Campo de futbol Totolcingo.	447 m	------	------

Tabla VI.4-1 Interacciones de riesgo externas por radiación térmica y ondas de sobrepresión

Escenario de riesgo	Equipo o sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Nombre del material o sustancia peligrosa involucrada	Puntos de interés para evaluar las consecuencias			
			Sitios, instalaciones o equipos/distancias		Efectos alcanzados en el sitio, instalación o equipo por:	
			Sitios de interés que pueden ser afectados	Distancias de los sitios de interés a la instalación	Sobrepresión (psi)	Radiación térmica (kW/m²)
			Centros religiosos:			
			Iglesia Sagrado Corazón en Tepexpan.	550 m	------	------
			Capilla San Juan Bautista en el ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca.	140 m	------	------
			Iglesia pastoral en el ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca	360 m	------	------
			Carreteras:			
			Carretera México-Texcoco (tramo Lechería-Texcoco).	10 m	------	------
			Calles de Tepexpan, Acolman.	295 m	------	------
			Carretera México – Cuota.	732 m	------	------
			Carretera tramo Lechería-Texcoco.	250	------	------
			Vía de ferrocarril Veracruz.	15 m	------	------
			Calles del ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca	53 m	------	------
			Calles de Tepexpan, Acolman.	20	------	------
			Asentamientos:			
			Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman (Norte).	307 m	------	------
			Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman (Noreste).	444 m	------	------
			Asentamientos humanos del ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca (Sur).	80 m	------	------
			Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman (Oeste).	10 m	------	------
			Instalaciones industriales:			
			Síntesis y formulaciones de Alta Tecnología S. A. de C. V.	43 m	------	------
			PQ Servicios Logísticos.	77 m	------	------
			Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana Sec. XV.	100 m	------	------
			Verificación Vehicular (VerifiCentro AC991).	145 m	------	------
			Productores Agropecuarios Tepexpan.	330 m	------	------
			Gasolinera.	750 m	------	------
			Muelles Tractosuspensiones y Soldaduras.	10 m	------	------
			Otros:			
			Museo Tepexpan.	850 m	------	------
			Caseta de cobro Ecatepec-Pirámides Entronque Tepexpan.	905 m	------	------
			Aviario – granja de La Abuela – Paraje El Faro, Acolman – SEMARNAT.	600 m	------	------
04 TRAA N12 CA	Tanque de almacenamiento de diésel, TV-09	Gasolina Premium	Hospitales:			
			Hospital Psiquiátrico Dr. Rodolfo Nieto Padrón.	244 m	------	------
			Hospital Psiquiátrico José Sayago.	800 m	------	------
			Escuelas:			
			Jardín de Niños Miguel Ángel Bounarrotti.	477 m	------	------
			Escuela primaria Anáhuac.	580 m	------	------
			Escuela telesecundaria Miguel de Cervantes Saavedra.	647 m	------	------
			CBT No. 2 Octavio Paz, Acolman.	417 m	------	------
			Telesecundaria Sor Juana Inés de la Cruz.	430 m	------	------
			Kinder Guillermo Martínez.	560 m	------	------
			Escuela primaria federal José Gómez Vallejo / Emiliano Zapata en Totolcingo, Acolman	670 m	------	------

Tabla VI.4-1 Interacciones de riesgo externas por radiación térmica y ondas de sobrepresión

Escenario de riesgo	Equipo o sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Nombre del material o sustancia peligrosa involucrada	Puntos de interés para evaluar las consecuencias			
			Sitios, instalaciones o equipos/distancias		Efectos alcanzados en el sitio, instalación o equipo por:	
			Sitios de interés que pueden ser afectados	Distancias de los sitios de interés a la instalación	Sobrepresión (psi)	Radiación térmica (kW/m²)
			Parques:			
			Unidad Deportiva Mario Vázquez Raña, Tepexpan, Acolman.	130 m	------	------
			Campo de futbol Totolcingo.	447 m	------	------
			Centros religiosos:			
			Iglesia Sagrado Corazón en Tepexpan.	550 m	------	------
			Capilla San Juan Bautista en el ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca.	140 m	------	------
			Iglesia pastoral en el ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca	360 m	------	------
			Carreteras:			
			Carretera México-Texcoco (tramo Lechería-Texcoco).	10 m	------	------
			Calles de Tepexpan, Acolman.	295 m	------	------
			Carretera México – Cuota.	732 m	------	------
			Carretera tramo Lechería-Texcoco.	250	------	------
			Vía de ferrocarril Veracruz.	15 m	------	------
			Calles del ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca	53 m	------	------
			Calles de Tepexpan, Acolman.	20	------	------
			Asentamientos Humanos:			
			Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman (Norte).	307 m	------	------
			Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman (Noreste).	444 m	------	------
			Asentamientos humanos del ejido Tequisistlán Primero, Tezoyuca (Sur).	80 m	------	------
			Asentamientos humanos de Tepexpan, Acolman (Oeste).	10 m	------	------
			Instalaciones industriales:			
			Síntesis y formulaciones de Alta Tecnología S. A. de C. V.	43 m	------	------
			PQ Servicios Logísticos.	77 m	------	------
			Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana Sec. XV.	100 m	------	------
			Verificación Vehicular (VerifiCentro AC991).	145 m	------	------
			Productores Agropecuarios Tepexpan.	330 m	------	------
			Gasolinera.	750 m	------	------
			Muelles Tractosuspensiones y Soldaduras.	10 m	------	------
			Otros:			
			Museo Tepexpan.	850 m	------	------
			Caseta de cobro Ecatepec-Pirámides Entronque Tepexpan.	905 m	------	------
			Aviario – granja de La Abuela – Paraje El Faro, Acolman – SEMARNAT.	600 m	------	------

ZAM: Zona de Amortiguamiento. **ZAR:** Zona de Alto Riesgo. **ZDE:** Zona de Daño a Equipo.
Fuente: Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).

En los **Anexo E6** "Análisis de consecuencias" se encuentran todas las hojas de caracterización, resultados, radios de afectación y la memoria numérica, correspondientes al análisis de consecuencias simulado con el PHAST professional versión 8.11. Dichos anexos corresponden al Análisis de Riesgo de Procesos de la instalación, y se usan como insumo para el presente estudio.

VI.5 Recomendaciones técnico - operativas

Las recomendaciones se obtuvieron del Análisis de Riesgo de Procesos de la instalación, las cuales fueron generadas de acuerdo a la percepción y experiencia del grupo interdisciplinario de análisis de riesgo, que participó en la identificación de peligros, existen ciertas acciones o medidas que deben ser tomadas en cuenta para el desarrollo de la ingeniería de detalle; las cuales tienen la intención de reducir el riesgo. Estas medidas están relacionadas a peligros que pueden resultar en eventos de fuga, incendio y/o explosión, dichas medidas están enfocadas hacia la protección del personal, población, medio ambiente, población y a los bienes. Por lo cual el grupo interdisciplinario generó las recomendaciones que considera necesarias para prevenir, reducir o mitigar las consecuencias de cada desviación probable en la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman, ver Tabla VI.5-1:

Tabla VI.5-1 Recomendaciones técnicas-operativas

Núm. Recom	Desviación	Código	Descripción
Identificación de Peligros (HazOp)			
01	01.1.1	TRAA-001-2018	Añadir alarma de alta presión a ITP-205 y ITP-206.
02	01.1.1	TRAA-002-2018	Establecer los protocolos de comunicación con el propietario del poliducto.
03	01.7.2	TRAA-003-2018	Elaborar los procedimientos de operación, mantenimiento y emergencia de la TRAA antes de la puesta en operación.
04	01.1.4	TRAA-004-2018	Colocar una válvula PSV de expansión térmica entre la VOE-212 y las VOE-213/214.
05	01.7.2	TRAA-005-2018	Elaborar el programa de control de corrosión antes de la puesta en operación.
06	01.7.2	TRAA-006-2018	Asegurar la posibilidad de limpieza e inspección del ducto que conecta el poliducto con la instalación.
07	02.1.3	TRAA-007-2018	Añadir alarma de alta presión a ITP-200 y ITP-201.
08	02.1.4	TRAA-008-2018	Colocar una válvula PSV de expansión térmica entre la VOE-200 y las VOE-201/204.
09	03.3.1	TRAA-009-2018	Completar el DTI de las descargaderas de autotanques.
10	04.1.1	TRAA-010-2018	Con la finalidad de evitar el llenado de un tanque simultáneamente a través de los dos poliductos implementar un permisivo que permita solo la apertura de una válvula de entrada (MOV).
11	04.5.1	TRAA-011-2018	Analizar el número de PSV para la protección por expansión térmica del colector de entrada y del colector de salida (el GIAR considera que con una sola válvula por cabezal es suficiente).
12	04.9.1	TRAA-012-2018	Considerar dos indicadores de nivel independientes en los tanques.
13	04.8.1	TRAA-013-2018	Instalar el interruptor por baja presión en cada succión de bombas a llenaderas.
14	06.2.1	TRAA-014-2018	Incluir alarma por bajo flujo en el panel de control de todas las llenaderas.
15	06.7.6	TRAA-015-2018	Completar el análisis cuando se adquiera la URV.
16	15.9.1	TRAA-016-2018	Completar el DTI del sistema de recuperados.
17	17.1.1	TRAA-017-2018	Completar el DTI del sistema de drenaje aceitoso.

Fuente: Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).
* La estructura del código de las recomendaciones es: (Clave del Centro de Trabajo)-((Número de la recomendación)-(Año del Estudio).

VI.5.1 Sistemas de seguridad y medidas preventivas

VI.5.1.1 Sistema contra incendio

El sistema contra incendio se diseñará y construirá en apego a las normas NFPA, última edición.

El sistema de agua contra incendio tendrá un tanque de agua de 42,000 bls., a revisar durante la ingeniería de detalle. La capacidad de almacenamiento de agua cubrirá invariablemente el riesgo mayor de la terminal; para el cual se realizó la reconfiguración del sistema contra incendios considerando el aumento en la capacidad de almacenamiento a un total de 875 MBls de petrolíferos (Gasolina Pemex Magna, Gasolina Pemex Premium, Diésel e Interfaces de poliductos (ver **Anexo D1**).

Los elementos principales del sistema contra incendio son los siguientes:

a. Sistema de bombeo con una bomba principal accionada por motor eléctrico y una bomba de relevo (auxiliar) accionada por motor de combustión interna.

b. Bomba jockey accionada por motor eléctrico la cual tendrá la función de mantener la presión en la red.

El tanque de almacenamiento de agua contra incendio será de la capacidad necesaria para cubrir ocho horas de operación continua para combatir el riesgo mayor de la instalación.

Se contará con un sistema mecánico de presión balanceada de generación de espuma para mitigar el fuego en la superficie del combustible en los tanques de almacenamiento de producto o en las llenaderas. Los sistemas de enfriamiento, espuma y presión balanceada serán automáticos, con estaciones manuales, locales y remotas (en el cuarto de control a través de HMI), para abrir o cerrar válvulas de diluvio.

Los tanques de producto tendrán un sistema de enfriamiento con dos anillos.

En la red de agua contra incendio se tendrán hidrantes y monitores. Adicional a ello se contará con tomas siamesas para integración de carros contra incendio.

Los sistemas de bombeo contra incendio tendrán arranque automático de acuerdo a NFPA 20 y tendrán estaciones manuales, locales para arranque y paro.

Además, se contará con un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) enfocado a los equipos principales, con monitores en las torres de control, oficinas de contra incendio y de vigilancia.

Como parte de la infraestructura de protección contra incendio se tendrá un cobertizo para ubicar el paquete mecánico de presión balanceada de espuma, la oficina para el personal de seguridad, la bodega para los equipos de seguridad, materiales y accesorios de protección contra incendio y el comando de control de las válvulas automáticas de contra incendio (VOES), es decir válvulas de diluvio y válvulas de control del sistema mecánico de presión balanceada.

Como protección integral en las áreas de maniobras y estacionamiento de autotanques, se incluirá a la red un conjunto de hidrantes y monitores.

La presión de descarga de las bombas debe ser suficiente para la operación de los equipos y dispositivos de seguridad, que cubran el riesgo mayor a una presión no menor a 100 psi (7 kg/cm^2).

VI.5.1.2 Sistema de detección de gas combustible

Se implementará un sistema de detección de gas combustible para las áreas de la instalación que lo requieran, el cual estará integrado por detectores de gas combustible y distribuirán de la siguiente forma:

- 12 detectores para los tanques de almacenamiento de gasolina regular.

- 10 detectores para los tanques de almacenamiento de diésel.
- 6 detectores para el área de recibo y medición.
- 14 detectores para el cobertizo de llenaderas.
- 10 detectores para el cobertizo de descargaderas.
- 32 detectores para el cobertizo casa de bombas.

En el **Anexo D7** "DTI" cual se muestran los planos de distribución de los detectores de gas combustible.

VI.5.1.3 Sistema de detección de flama

Se implementará un sistema de detección de flama para las áreas de la instalación que lo requieran, el cual estará integrado por detectores lineal de calor (DLC) y detectores de fuego IR3 (IR), y se distribuirán de la siguiente forma:

- 24 detectores DLC para los tanques de almacenamiento de gasolina regular.
- 17 detectores DLC para los tanques de almacenamiento de diésel.
- 26 detectores IR para el área de recibo y medición.
- 14 detectores IR para el cobertizo de llenaderas.
- 10 detectores IR para el cobertizo de descargaderas.
- 4 detectores IR para el cobertizo de casa de bombas.

En el **Anexo D7** "DTI" se muestran los planos de distribución de los detectores lineal de calor (DLC) y detectores de fuego IR3 (IR).

VI.5.1.4 Sistema de paro de emergencia

El paro de emergencia incluirá las zonas de almacenamiento, estación de regulación y medición, llenaderas, descargaderas, casa de bombas y unidad de recuperación de vapores, con un paro remoto manual o automático.

El control del sistema de paro de emergencia se ubicará en los sitios que estén normalmente tripulados durante la operación normal.

Las instalaciones de la terminal serán diseñadas de forma tal que a falla o por contingencias se realice un paro ordenado.

El sistema de control de la terminal debe ejecutar el paro de emergencia operativo a solicitud del sistema de fuego y gas cuando se presente una operación anormal o un evento de fuego confirmado.

El paro de emergencia operativo ejecutará las siguientes acciones:

a. Suspensión de las operaciones de carga de auto tanques por paro de los equipos de bombeo.
b. Suspensión de las operaciones de carga de carro tanques por paro de los equipos de bombeo.
c. Cierre de las válvulas de salida de los Tanques de Almacenamiento de combustibles a cabezal de succión de las bombas.
d. Cierre de las válvulas de entrada a los tanques de almacenamiento de combustibles, de las líneas procedentes de las descargaderas de auto tanques.

e. Suspensión de las operaciones de recibo de producto del poliducto de Pemex “NanacamilpaVenta de Carpio”.

f. Suspensión de las operaciones de recibo de producto del poliducto de Pemex “SoapayucaAtzcapotzalco”.

g. Cierre de las válvulas de entrada a los tanques de almacenamiento de combustibles procedentes de los poliductos de Pemex.

VI.5.1.5 Sistemas de tierras

Se diseñará un sistema de red de tierras con el fin de evitar riesgos y proteger al personal y a los equipos contra la electricidad estática generada y acumulada, las principales áreas a proteger son los tanques de almacenamiento, islas de llenaderas e islas de descarga, tuberías, bombas, auto-tanques, etc.

El diseño se hará de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012 “Instalaciones Eléctricas (Utilización)”.

Se deben conectar a tierra todos los sistemas eléctricos y equipos que sean susceptibles de cargarse electrostáticamente y básicamente para limitar cualquier diferencia de potencial que pueda surgir de fenómenos de inducción, fricción o de contactos accidentales con cables energizados.

El sistema de puesta a tierra consta de los siguientes elementos: una malla o red de tierras a base de cable de cobre desnudo semiduro, electrodos de puesta a tierra y conectores mecánicos para los equipos y registros de medición, y soldables (exotérmicos) para la malla.

Se proveerá un sistema de tierras eléctrica confiable para conectar a tierra todo el equipo eléctrico, estructuras de acero, equipos de proceso y tuberías de proceso, con el fin de drenar todas las corrientes producidas por fricción estática y fallas a tierra para garantizar la seguridad del personal, equipos e instalaciones.

Los sistemas de tierra deberán diseñarse de forma tal que permitan pruebas periódicas por medio de registros de tierras.

El cable de conexión a tierra que emerge hacia los equipos, dispositivos o estructuras, será protegido mediante una camisa que consistirá en un tramo de tubo conduit, incluyendo su monitor. La salida del cable de conexión a tierra no debe obstruir la circulación del personal de operación y mantenimiento en las áreas de trabajo.

Las varillas serán de núcleo de acero estirado en frío con recubrimiento de cobre electrolítico, tipo copperweld de 3 metros de longitud y 19 mm (3/4”) de diámetro, con uno de los extremos terminados en punta.

Los anillos se deben interconectar entre sí para garantizar que no existirán diferencias de potencial entre cada una de las áreas y después de que la instalación esté terminada se deberá proceder a medir la resistencia de la red de tierras, la cual debe tener un valor de 5 Ω como máximo.

VI.5.1.6 Sistema de pararrayos

Se diseñará un sistema de pararrayos con el fin de dar protección al personal y a los equipos expuestos a las descargas atmosféricas, las principales áreas son los tanques de almacenamiento, áreas de llenaderas y descargaderas, etc.

El diseño se hará de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012 “Instalaciones Eléctricas (Utilización)”.

El sistema deberá proveer trayectorias de baja impedancia a tierra de una descarga atmosférica y consistirá de tres partes básicas que son:

a. Terminales de aire o punta pararrayos distribuidas adecuadamente en el techo o cubiertas elevadas de edificios, estructuras y equipos que son factibles de recibir una descarga atmosférica directa. Deben de estar ubicadas a suficiente altura arriba de la estructura para evitar el peligro de fuego o arco.

b. Terminales de tierra (varillas o placas de tierras) que aseguren una conexión a tierra adecuada y provean amplio contacto con la tierra para permitir la disipación sin peligro de la energía liberada por la descarga atmosférica.

c. Conductores y conexiones que unen a las terminales de aire y las terminales de tierra propiamente localizadas e instaladas, y que aseguren al menos dos trayectorias directas de bajada a tierra de las descargas atmosféricas.

VI.6 Residuos, descargas y emisiones generadas durante la operación del proyecto

VI.6.1 Caracterización

VI.6.1.1 Residuos sólidos no peligrosos

Durante las actividades de preparación del sitio, los residuos que se generarán estarán relacionados con la limpieza del terreno, excavaciones, trazos y nivelaciones, los escasos residuos se transportarán en camiones cubiertos con lonas sin rebasar su capacidad de carga para evitar, al máximo, la dispersión de polvos y partículas que pudieran afectar la calidad del aire y la salud de la localidad en los alrededores del trazo en el avance en que se encuentre.

El acopio del material generado por la excavación será transportado por medio de carretillas y cargado con palas; una vez acumulado el material suficiente, será utilizado para relleno y nivelación de otras áreas del predio.

Por otro lado, en las tres etapas del proyecto, se generarán residuos de tipo domestico producto del consumo de alimentos por los trabajadores y operadores de maquinaria, equipos , camiones de transporte de material, etc., entre los que principalmente se encuentran: envases de plástico y vidrio, latas de metal, envolturas de plástico y cartón, residuos de alimentos, etc.

Para las etapas de preparación del sitio y construcción se colocarán, en un lugar estratégico de la obra, tambos de 200 litros que deberán estar debidamente identificados y tapados, esto último para evitar malos olores y no contribuir a la proliferación de fauna urbana nociva (roedores, moscas, etc.). Los residuos deberán recolectarse periódicamente y llevarse a disposición final en sitio de tiro autorizado por las autoridades municipales.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, los residuos recolectados serán almacenados temporalmente en el almacén temporal de residuos, el cual se habilitará en una de las naves industriales localizadas dentro del predio y posteriormente recolectados por el servicio de limpia del municipio para su disposición final en el sitio de tiro autorizado.

VI.6.1.2 Residuos sólidos peligrosos

Durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento, se generarán residuos como resultado del pintado de las instalaciones, como solventes usados, estopas impregnadas de solvente, brochas impregnadas de pintura y envases de pintura vacíos. En la etapa de construcción, la empresa que realice las diferentes obras se contratará una empresa para llevar a cabo la actividad de pintura, por lo que está empresa será la responsable de manejar y disponer los residuos peligrosos generados de acuerdo a la normatividad vigente.

También durante la etapa de operación y mantenimiento se generarán residuos peligrosos por el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos instalados, generándose por estas actividades: Aceite gastado, trapos o estopas impregnadas de aceite y filtros de aceite gastados.

En esta etapa se llevarán a cabo las actividades de mantenimiento a instalaciones y equipos, en este aspecto se deberán manejar y disponer los residuos sólidos peligrosos que se generarán, de acuerdo a lo que estipula la normatividad vigente. En el proyecto de construcción de la obra proyectada no se considera el almacenamiento de residuos en ninguna de las etapas.

VI.6.1.3 Residuos líquidos

En la etapa de preparación del sitio y construcción, la generación de aguas residuales provendrá esencialmente de los servicios de sanitarios de los trabajadores de la obra para lo cual se contratará con los de tipo portátil, cuya empresa contratista será la encargada del manejo y disposición final de los residuos.

Por otra parte, se considera que el agua utilizada en la obra, para humedecimiento de materiales y riego de áreas como medida de control en la generación de polvo, se perderá a través de infiltración y evaporación; y durante la construcción de aquellas áreas dentro del tendido que requieran reparación o su remplazo total en donde se prevé que la tubería aun contenga un porcentaje de agua de la que se distribuye.

VI.6.1.4 Emisiones a la atmósfera

Durante la etapa de preparación del sitio, y particularmente con las actividades de despalme, excavación y nivelación del suelo en la zona de zanja, se presentarán emisiones contaminantes a la atmósfera en forma de partículas suspendidas de polvo. Estas emisiones deberán controlarse (cuando sea necesario) con el riego oportuno del área a trabajar mediante camiones cisterna de agua tratada.

En las actividades de excavación, movimiento y traslados de materiales, también se producirá la suspensión de polvos, para mitigar el impacto, deberá regarse periódicamente el área a trabajar. Dicha medida se conservará en casa una de las etapas de avance de construcción de la infraestructura hidráulica, con las mismas condiciones de ejecución.

En la etapa de preparación del sitio y construcción, también se generarán otras emisiones a la atmósfera, las debidas al uso de maquinaria y vehículos de carga para el transporte, traslado de materiales. Estas emisiones consisten en partículas fugitivas consecuencia de la combustión de combustibles fósiles. Para mitigar ambas emisiones a la atmósfera se vigilará que el contratista verifique que toda la maquinaria y vehículos se encuentren en óptimas condiciones y en caso de descomposturas realizar el cambio inmediato del equipo a fin de evitar reparaciones en el predio del proyecto. Verificar que en el traslado de materiales y residuos de excavación, la carga sea cubierta con una lona para evitar la suspensión de partículas al ambiente.

VI.6.1.5 Ruido

El ruido generado durante las etapas de preparación del sitio y construcción, será emitido principalmente por el equipo a emplear, así como parcialmente por el movimiento de los camiones de transporte de material, además de la circulación en áreas adyacentes a, lo que permite la llegada de material y retiro de residuos. Durante la operación, la emisión de ruido se genera únicamente, por la circulación de los autotanques.

VI.6.1.6 Olores

Durante las diferentes etapas que integra la obra a desarrollar no se emitirán olores puesto que las actividades a desarrollar no producirán la emisión de olores.

VI.6.2 Factibilidad de reciclaje o tratamiento

El proyecto contará con una red separada en aguas negras y grises que inicia con la tubería saliente de cada uno de los cuerpos, en donde busca hacer el recorrido más directo y sin contraflujos y continua a través de los ramales que van colectando el agua residual hasta llegar a un punto de descarga.

Además se considera la construcción de registros para mantenimiento y operación, que se construirán con muros de mampostería y algunos elementos de concreto para su acondicionamiento.

Así también se contempla la instalación de una PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales) para el tratamiento de aguas aceitosas provenientes de las tuberías de aguas aceitosas de los tanques de almacenamiento.

VI.6.3 Disposición

Los residuos o emisiones generadas durante cada una de las etapas del proyecto serán mitigados por medio del cumplimiento de la normatividad correspondiente o aplicando medidas de mitigación, prevención o compensación.

Por otro lado, se establecerán áreas específicas provisionales o permanentes de acuerdo a la etapa del proyecto, para otorgarles un manejo adecuado a los residuos sólidos no peligrosos. En lo que respecta a los residuos peligrosos, no se generarán más allá de 1 kg con las características antes descritas y su almacenamiento será de manera extraordinaria.

CAPÍTULO VII. RESUMEN

Índice

VII. RESUMEN 1
VII.1. Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo. 1
VII.2. Informe Técnico del Estudio de Riesgo 1
VII.3. Resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de Riesgo Ambiental. 1
VII.3.1 Recomendaciones derivadas del análisis de riesgo 4
VII.4. Conclusiones del estudio de riesgo 6
VII.4.1 Generalidades 6

VII. RESUMEN

VII.1. Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo.

El Resumen Ejecutivo para el presente Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 2 – Modalidad Análisis de Riesgo, incluye la información general de la empresa, relación de sustancias manejadas, capacidad y tipo de almacenamiento para la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**.

VII.2. Informe Técnico del Estudio de Riesgo

El "**Informe Técnico**" del presente "Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 2, Modalidad Análisis de Riesgo para la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**, se presenta en el **Anexo F.**

VII.3. Resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de Riesgo Ambiental.

La **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** tiene como objetivo principal la recepción, almacenamiento y entrega de combustibles refinados como son: gasolina regular, gasolina premium y diésel. La instalación recibe por poliductos y por descarga de autotanques, envía a almacenamiento y entrega a autotanques. Las instalaciones tendrán la flexibilidad de poder recibir por carrotanques en un futuro.

Del Análisis de Riesgo de Procesos se obtuvieron las recomendaciones enfocadas a mejoras para la futura instalación, a continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Mediante la metodología HazOp y con la participación multidisciplinaria por todo el personal de diseño y responsables del proyecto de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman, que participaron en las sesiones HAZOP, más el líder especialista de análisis de riesgos y el auxiliar del HAZOP, se realizó un análisis de riesgos de procesos que, como resultado, permite identificar y corregir las condiciones de riesgo no previstas en el diseño realizado durante la emisión de la ingeniería del proyecto. Como resultado de este estudio se emitieron y registraron los resultados y observaciones, debidamente fundamentadas normativamente o en apego a las mejores prácticas de la industria o acciones de mejora para seguimiento de observaciones, correcciones, con el fin de gestionar los riesgos del proceso, tener un sistema seguro y para auditorías de autoridades, aseguradoras, inversionistas y aprobaciones administrativas.

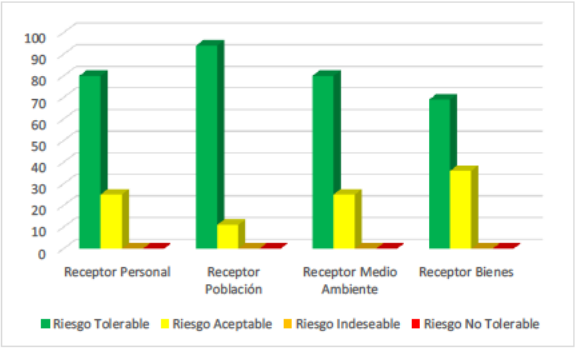
De acuerdo a la metodología de identificación de peligros (HazOp), así como, de la nodalización del sistema, resultaron los siguientes nodos operativos para la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**:

Nodo 01 Llegada por poliducto de 12" Ø Nanacamilpa - Venta de Carpio y medición de petrolíferos.
Nodo 02 Llegada por poliducto de 14" Ø Soapayuca - Azcapotzalco y medición de petrolíferos.
Nodo 03 Descarga por autotanque de gasolina regular.
Nodo 04 Tanque de almacenamiento de gasolina regular.
Nodo 05 Bomba de gasolina regular a llenaderas.
Nodo 06 Llenaderas de autotanques de gasolina regular.
Nodo 07 Descarga por autotanque de gasolina premium.
Nodo 08 Tanque de almacenamiento de gasolina premium.
Nodo 09 Bomba de gasolina premium a llenaderas.
Nodo 10 Llenaderas de autotanques de premium.
Nodo 11 Descarga por autotanque de diésel.

Nodo 12 Tanque de almacenamiento de diésel.
Nodo 13 Bomba de diésel a llenaderas.
Nodo 14 Llenaderas de autotanques de diésel.
Nodo 15 Tanque de recuperados.
Nodo 16 Bombeo de recuperados.
Nodo 17 Sistema de drenajes

La jerarquización de los escenarios de riesgo resultantes de la identificación de peligros (HazOp), por la aplicación de variables de proceso y palabras guía (desviación), se realizó mediante matrices de riesgo de acuerdo al documento **P.02 "Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos"** para los receptores: personal, población, medio ambiente y bienes. En la siguiente tabla se muestran los resultados de la jerarquización:

Nivel de Riesgo	Receptor Personal	Receptor Población	Receptor Medio Ambiente	Receptor Bienes
Riesgo Tolerable	80	94	80	69
Riesgo Aceptable	25	11	25	36
Riesgo Indeseable	0	0	0	0
Riesgo No Tolerable	0	0	0	0
Escenarios:	**105**	**105**	**105**	**105**



Fuente: Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).

Los resultados obtenidos de acuerdo con el análisis de consecuencias de los escenarios generados en este análisis de riesgos de proceso en etapa de ingeniería para la condición atmosférica 1.5 F son descritos a continuación.

Tabla VII.3-1 Resultados de eventos por radiación térmica y ondas de sobrepresión

Escenario	Zona de Amortiguamiento		Zona de Alto Riesgo		Zona de daño a Equipos	
	Radiación Térmica **(1.4 kW/m²)**	Sobrepresión **(0.035 bar)** [0.5 psi]	Radiación Térmica **(5.0 kW/m²)**	Sobrepresión **(0.07 bar)** [1.0 psi]	Radiación Térmica **(37.5 kW/m²)**	Sobrepresión **(0.8273 bar)** [37.5 psi]
01 TRAA N02 CA	**CHAF1:** 53.5698	-----	**CHAF1:** 30.5696	-----	**CHAF1:** 7.5000	-----
02 TRAA N04 PC	**CHOF:** 31.4474 **CHAF1:** 130.9870 **CHAF2:** 130.9870	**UVCE:** 13.1132	**CHOF:** 22.0204 **CHAF1:** 67.8538 **CHAF2:** 67.8538	**UVCE:** 11.6839	**CHOF:** 14.5913 **CHAF1:** NA **CHAF2:** NA	**UVCE:** 10.3339
03 TRAA N06 CA	**CHAF1:** 39.9215	-----	**CHAF1:** 23.0207	-----	**CHAF1:** 5.11369	-----
04 TRAA N12 CA	**CHOF:** NA **CHAF1:** 14.9788	-----	**CHOF:** NA **CHAF1:** 9.91972	-----	**CHOF:** NA **CHAF1:** 5.34753	-----

Tabla VII.3-1 Resultados de eventos por radiación térmica y ondas de sobrepresión

Escenario	Zona de Amortiguamiento		Zona de Alto Riesgo		Zona de daño a Equipos	
	Radiación Térmica **(1.4 kW/m²)**	Sobrepresión **(0.035 bar)** [0.5 psi]	Radiación Térmica **(5.0 kW/m²)**	Sobrepresión **(0.07 bar)** [1.0 psi]	Radiación Térmica **(37.5 kW/m²)**	Sobrepresión **(0.8273 bar)** [37.5 psi]
	CHAF2: 39.2794		**CHAF2:** 24.0181		**CHAF2:** 8.31177	

Fuente: Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).
* Los valores para los radios de posible afectación son en metros
CHOF: Dardo de Fuego. **CHAF1:** Charco de Fuego Temprano. **CHAF2:** Charco de Fuego Tardío. **UVCE:** Ignición Tardía. **NA**: No se Alcanza

Con respecto al Capítulo III referente a la parte ambiental se puede resumir lo siguiente:

El ecosistema presente se encuentra inmerso en una zona urbana del sur-sureste del municipio de Acolman y en un entorno en consolidación urbana. Los elementos naturales concernientes a la vegetación son nulos, presentando áreas que en su mayoría son habitacionales, de uso mixto, servicios, comercial e industrial.

Respecto a la fauna silvestre, esta se ha desplazado hacia zonas donde encuentren condiciones similares a su ecosistema, por lo que en el sitio donde se ubicará la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** y en el entorno no se identificaron especies de animales silvestres, más que fauna doméstica y/o adaptada a ambientes urbanos.

Pronóstico ambiental

Actualmente el predio en evaluación no presenta un escenario ambiental relevante, pues en general el predio se encuentra en desuso, en donde las actividades anteriores eran de tipo industrial, en el cual se encuentran dos naves industriales las cuales actualmente no se ocupan y serán desmanteladas para la construcción del proyecto, adicionalmente se identifican dos construcciones, las cuales serán demolidas en su totalidad.

En el interior del predio no se encuentran áreas relevantes con vegetación que deba conservarse, ya que la vegetación que existente es de tipo inducido, siendo especies indicadoras de perturbación, caracterizada por vegetación que ha crecido por falta de mantenimiento al predio.

Una vez terminada la obra proyectada se espera consolidar el uso de suelo existente en los planes y programas de desarrollo urbano vigentes (información contenida en el Capítulo IV de este estudio) y en acuerdo a la reglamentación y normatividad aplicable.

Por lo cual se desarrolla una obra, la cual tiene como finalidad atender la demanda de combustibles a nivel regional, además de continuar con la vocación industrial que ha tenido la zona donde se ubicará la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman, la construcción de la misma será en concordancia con la dinámica ambiental presente en las inmediaciones del predio, ya que se continuará con el uso industrial prevaleciente.

En cuanto a los componentes ambientales, la mayor parte de los impactos adversos se presentaron en la calidad del aire, del agua, ruido y vibraciones, alcanzando hasta 16 de los 101 impactos adversos registrados. Para contrarrestar estos efectos se procederá a mantener en óptimas condiciones la maquinaria, equipo y vehículos automotores, así como implementar sistemas ahorradores de agua que minimicen las descargas de las mismas.

Por otra parte, las actividades de mayor magnitud de impacto ambiental fueron el uso de maquinaria y equipo, el despalme, la cimentación, la instalación de tuberías de proceso, la construcción de accesos a la Planta y la generación de residuos, ya que en conjunto suman 47 de los 101 impactos adversos registrados; con el objetivo de contrarrestar esto, se mantendrán tanto el equipo como la maquinaria en óptimas condiciones de funcionamiento, se mantendrán cubiertos los materiales pétreos almacenados y transportados y se implementará un correcto manejo de los residuos generados y la revegetación en las áreas verdes.

VII.3.1 Recomendaciones derivadas del análisis de riesgo

De acuerdo a la percepción y experiencia del grupo interdisciplinario de análisis de riesgo, que participó en la identificación de peligros, existen ciertas acciones o medidas que deben ser tomadas en cuenta para el desarrollo de la ingeniería de detalle; las cuales tienen la intención de reducir el riesgo. Estas medidas están relacionadas a peligros que pueden resultar en eventos de fuga, incendio y/o explosión, dichas medidas están enfocadas hacia la protección del personal, población, medio ambiente, población y a los bienes. Por lo cual el grupo interdisciplinario generó las recomendaciones que considera necesarias para prevenir, reducir o mitigar las consecuencias de cada desviación probable en la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**, ver Tabla VII.3.1-1.

Tabla VII.3.1-1 Recomendaciones técnicas-operativas

núm. Recom	Desviación	Código	Descripción
Identificación de Peligros (HazOp)			
01	01.1.1	TRAA-001-2018	Añadir alarma de alta presión a ITP-205 y ITP-206.
02	01.1.1	TRAA-002-2018	Establecer los protocolos de comunicación con el propietario del poliducto.
03	01.7.2	TRAA-003-2018	Elaborar los procedimientos de operación, mantenimiento y emergencia de la TRAA antes de la puesta en operación.
04	01.1.4	TRAA-004-2018	Colocar una válvula PSV de expansión térmica entre la VOE-212 y las VOE-213/214.
05	01.7.2	TRAA-005-2018	Elaborar el programa de control de corrosión antes de la puesta en operación.
06	01.7.2	TRAA-006-2018	Asegurar la posibilidad de limpieza e inspección del ducto que conecta el poliducto con la instalación.
07	02.1.3	TRAA-007-2018	Añadir alarma de alta presión a ITP-200 y ITP-201.
08	02.1.4	TRAA-008-2018	Colocar una válvula PSV de expansión térmica entre la VOE-200 y las VOE-201/204.
09	03.3.1	TRAA-009-2018	Completar el DTI de las descargaderas de autotanques.
10	04.1.1	TRAA-010-2018	Con la finalidad de evitar el llenado de un tanque simultáneamente a través de los dos poliductos implementar un permisivo que permita solo la apertura de una válvula de entrada (MOV).
11	04.5.1	TRAA-011-2018	Analizar el número de PSV para la protección por expansión térmica del colector de entrada y del colector de salida (el GIAR considera que con una sola válvula por cabezal es suficiente).
12	04.9.1	TRAA-012-2018	Considerar dos indicadores de nivel independientes en los tanques.
13	04.8.1	TRAA-013-2018	Instalar el interruptor por baja presión en cada succión de bombas a llenaderas.
14	06.2.1	TRAA-014-2018	Incluir alarma por bajo flujo en el panel de control de todas las llenaderas.
15	06.7.6	TRAA-015-2018	Completar el análisis cuando se adquiera la URV.
16	15.9.1	TRAA-016-2018	Completar el DTI del sistema de recuperados.

Tabla VII.3.1-1 Recomendaciones técnicas-operativas

núm. Recom	Desviación	Código	Descripción
17	17.1.1	TRAA-017-2018	Completar el DTI del sistema de drenaje aceitoso.

Fuente: Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).
* La estructura del código de las recomendaciones es: (Clave del Centro de Trabajo)-((Número de la recomendación)-(Año del Estudio).

VII.4. Conclusiones del estudio de riesgo

VII.4.1 Generalidades

El estudio de riesgo tiene la finalidad de alcanzar el objetivo al cumplimiento de la Legislación Ambiental apegándose a los requerimientos de la guía de estudios de riesgo ambiental (instalaciones en operación) de la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y las regulaciones de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del sector Hidrocarburos.

El estudio realizado a la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman** se apegó a lo requerido en el procedimiento P.02: "Identificación de peligros y análisis de riesgos" del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) de HST S.A.P.I. de C.V. revisión 00 de 2018.

De acuerdo con la información disponible suministrada del paquete tecnológico de la ingeniería básica extendida y las sesiones de trabajo del grupo interdisciplinario conformado para la realización del Análisis, se identificaron y evaluaron los riesgos de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**, a partir de los cuales se dictaron una serie de recomendaciones (ver apartado VII.3.1) y se pudieron emitir las siguientes conclusiones:

1. El Análisis de Riesgos de Proceso se realizó con la información suministrada por el cliente, la cual se encuentra plasmada en el "Capítulo V Descripción del proceso". El grado de acabado de la información, incluyendo los DTI´s, permitió identificar y evaluar todos los riesgos que están presentes para las actividades previstas en esta etapa de la instalación. Es importante mencionar que en las sesiones se contó con la participación de los especialistas encargados del proyecto.
2. Las causas arrojadas durante el Análisis Histórico de Accidentes fueron consideradas durante las sesiones de HAZOP, el GIAR evaluó con frecuencias bajas algunas de las causas debido a las protecciones con las que contará la instalación. Por ejemplo, la causa de incendio por descargas eléctricas fue desestimada debido a la tecnología propuesta para los tanques de gasolina, la cual consiste en una membrana interior que evita que entre la gasolina y el techo del tanque existan vapores de hidrocarburos.
3. Con base en el Análisis Histórico de Accidentes, en México han ocurrido 6 accidentes de tanques de almacenamiento de productos diversos y, en general, en la industria de proceso pero son muy poco frecuentes los accidentes relacionados con instalaciones de almacenamiento de gasolina.
4. Al aplicar la lista de verificación correspondiente a la NOM-EM-003-ASEA-2016 para el Proyecto de ingeniería de la terminal no se detectaron incumplimientos considerando el momento del ciclo de vida en que se encuentra la instalación. Se indica y recomienda complementar aspectos de la norma que aplican para la etapa subsiguiente del proyecto (ingeniería de detalle). Con respecto a la distribución de equipos y sistemas de seguridad el proyecto de ingeniería básica extendida cumple con todos los puntos marcados en la norma, por lo que no son requeridas acciones adicionales.
5. En la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman se realizarán actividades consideradas de alto riesgo, con la aplicación de la técnica HazOp se identificaron y evaluaron 105 escenarios de posibles riesgos que, con diferente grado de importancia, pueden causar daños al personal, medio ambiente y bienes. La aplicación de la técnica de identificación de riesgo, Análisis HazOp, concluyó que, entre las causas más probables detectadas en el análisis, que conllevan a la ocurrencia de fugas y/o derrames se encuentran la alta presión, alto nivel, corrosión y por eventos naturales como sismos.
6. Los resultados del análisis de frecuencias demuestran que: las frecuencias estimadas por el GIAR para la jerarquización de los riesgos es una estimación conservadora, es decir, con resultados a favor de la seguridad, por lo que se considera aceptada para la realización del estudio.

7. Con la aplicación de árboles de fallos se determinó que dada la ocurrencia de una fuga en el área de tanques (mayor acumulado de inventario peligroso), la probabilidad de que se incendiara u ocurriera una explosión con consecuencias catastróficas y sin la actuación de las medidas mitigadoras es casi nula.

8. Las afectaciones calculadas como de alto riesgo por eventos de radiación térmica con base en los parámetros de referencia establecidos por ASEA y de acuerdo a la ubicación de los escenarios de liberación del hidrocarburo (fuga y/o rotura) puede generar un alto riesgo a las personas. Asimismo, se encontró que los escenarios analizados generan consecuencias que pueden producir impactos severos a otros equipos que pudiera, a su vez, desencadenar situaciones de riesgo acumulativo (efecto domino).

   Es importante destacar que las interacciones hipotéticas anteriores solo se presentarían en las peores condiciones atmosféricas (1.5 m/s y estabilidad F) y sin considerar la existencia de protecciones, ni medidas de seguridad por lo que dichos resultados representan las peores condiciones posibles. En la práctica, las medidas de seguridad tanto de diseño como de operación y los planes, programas y procedimientos con que contará la instalación hacen que dichos escenarios sean muy poco probables y que sus posibles consecuencias se reduzcan considerablemente.

9. Con base en los resultados del análisis de riesgo se elaborará el documento de Preparación y Respuesta a Emergencias (PRE) que muestra el proceso a seguir en el caso de ocurrir alguna emergencia en la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**, como las descritas en la sección de análisis de consecuencias. El PRE deberá cumplir con el mecanismo P.13: "Preparación y Elaboración a Emergencias" de HST S.A.P.I. de C.V., y debe contener al menos la siguiente información:

   - Datos generales de la instalación.
   - Descripción del entorno de la instalación.
   - Descripción del proceso y los escenarios de riesgo
   - Procedimientos para emergencias.
   - Funciones de las brigadas de emergencias.
   - Apoyo interno y externo en atención a la emergencia.

Finalmente, se concluye que el proyecto: "Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 2, Modalidad Análisis de Riesgo para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman" señala que es de un nivel de riesgo operativo aceptable para el entorno, personal, ambiente y a las propias instalaciones, de acuerdo con los criterios de aceptación del riesgo (matrices de riesgo), lo que significa que el riesgo que se genera es aceptable siempre y cuando se implementen oportunamente las acciones correctivas y preventivas (Recomendaciones) generadas en este estudio. El riesgo residual puede ser controlado mediante las salvaguardas existentes tanto las de carácter preventivo como mitigador.

Respecto a la parte ambiental se concluye que el proyecto tendrá impactos adversos en el medio donde se insertará, sin embargo, la mayoría de los impactos se darán en las etapas de preparación y construcción, aunque la duración del impacto es de tipo temporal y/o prolongado, por lo que para estos impactos adoptarán medidas de mitigación.

La operación y mantenimiento de la obra proyectada, no representa impactos significativos ambientales que ponga en peligro la estabilidad del ambiente o de las poblaciones presentes en las inmediaciones del predio. Así, la construcción de la **Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman**, desde la preparación del sitio hasta su operación y mantenimiento es ambientalmente viable.

CAPÍTULO VIII.
IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

Índice.

VIII. ANEXO FOTOGRÁFICO..... 1
VIII.1 Anexo fotográfico del sitio de ubicación de la instalación..... 1
VIII.2 Bibliografía. 1
VIII.3 Glosario de Términos. 2

VIII. ANEXO FOTOGRÁFICO

VIII.1 Anexo fotográfico del sitio de ubicación de la instalación

En el **Anexo G1** se incluye la "**memoria fotográfica ambiental**" de la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman.

VIII.2 Bibliografía

- SEMARNAT-07-008. Presentación del Estudio de Riesgo para empresas que realizan actividades altamente riesgosas. Guía para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental (Instalaciones en Operación).
- Análisis de Riesgo de Procesos para la Terminal de Recibo y Almacenamiento Acolman en la etapa de diseño (Ingeniería básica extendida).
- Manifiesto de impacto ambiental industria del petróleo modalidad particular: Hydrocarbon Storage Terminal, referente a la construcción de una terminal de recibo y almacenamiento temporal de combustibles. 2018. Corporativo Adferi Consultores Ambientales S. A. de C. V.
- Guía Operativa para realizar Análisis de Riesgos de Procesos en los proyectos y/o instalaciones de PEMEX Exploración y Producción, GO-SS-TC-0002-2015.
- Guidelines for consequence analysis of chemical releases, CCPS, AICHE, 1999.
- Guidelines for chemical process quantitative risk analysis, CCPS, AICHE, 1989.
- NIOSH Pocket guide to chemical hazard, department of health and human services, September 2007.
- Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas en instalaciones de Petróleos Mexicanos, DCO-GDOESSSPA-CT-001, 19 de septiembre de 2011.
- Loss prevention in the process industries: hazard identification, assessment and control, Butterworths-Heinemann, Londres segunda edición, 1996.
- Guidelines for hazard evaluation procedures with worked examples, 3rd edition, 2008.
- Directive 2003/105/EC of the european parliament and of the council, SEVESO II, 16 December 2003.
- Norma oficial mexicana NOM-028-STPS-2012 "Sistema para la administración del trabajo-seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas", 6 de septiembre de 2012.
- Layer of protection analysis, CCPS, AICHE, 2001.
- IEC 61511 "Functional safety: Safety instrumented systems for the process industry sector".
- BS IEC 61882 "Hazard and operability studies (HazOp studies) – application guide, 2001.
- American Petroleum Institute (API), "Risk-based inspection technology", API-RP581, second edition, September 2008.
- American Petroleum Institute (API), "Management of process hazard", API-RP750, 1990.
- Guidelines for quantitative risk assessment, Purple book, December 2005.
- Methods for the calculation of physical effects, Yellow book, December 2005.

VIII.3 Glosario de Términos

Accidente. Evento o combinación de eventos no deseados e inesperados que tienen consecuencias tales como lesiones al personal, daños a terceros en sus bienes o en sus personas, daños al medio ambiente, daños a instalaciones o alteración a la actividad normal del proceso.

Ambiente. Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre, que hacen posible la existencia y el desarrollo de la vida, en un espacio y tiempo determinados.

Análisis de consecuencias. Estudio y predicción cualitativa de los efectos que pueden causar eventos o accidentes que involucran fugas de tóxicos, incendios o explosiones entre otros, sobre la población, el ambiente y las instalaciones.

Análisis de frecuencia. Número de ocasiones en que puede ocurrir o se estima que ocurra un evento en un lapso de tiempo.

Análisis de riesgos. Conjunto de técnicas que consisten en la identificación, análisis y evaluación sistemática de la probabilidad de la ocurrencia de daños asociados a los factores externos (fenómenos naturales, sociales), fallas en los sistemas de control, los sistemas mecánicos, factores humanos y fallas en los sistemas de administración, con la finalidad de controlar y/o minimizar las consecuencias a los empleados, población en general, medio ambiente, producción y/o a las instalaciones.

Caracterización de riesgos. Es la documentación de los resultados de la evaluación de riesgos, mencionando los criterios y premisas tomadas para seleccionar la metodología de identificación de peligros y condiciones peligrosas, para analizar, modelar y estimar las consecuencias y la frecuencia, así como las limitaciones de la evaluación.

Condición peligrosa. Estado físico o nivel de operación que puede originar un accidente o gran liberación de energía o sustancias, cuyas consecuencias son daños y/o lesiones.

Consecuencia. Resultado real o potencial de un evento no deseado, medido por sus efectos en las personas, en el ambiente, en la producción y/o instalaciones, así como la reputación e imagen.

Emergencia. Situación derivada de un incidente/accidente que puede resultar en efectos adversos a los trabajadores, la comunidad, el ambiente y/o las instalaciones y que, por su naturaleza de riesgo, activa una serie de acciones para controlar o mitigar la magnitud de sus efectos.

Escenario de riesgo. Determinación de un evento hipotético en el cual se toma en consideración la ocurrencia de un accidente bajo condiciones determinadas, definiendo mediante la aplicación de modelos matemáticos y criterios acordes a las características de los procesos y/o materiales, las zonas potencialmente afectadas.

Estudios de peligro y operabilidad (HazOp). Método ampliamente utilizado en industrias de proceso para identificar problemas potenciales de operación que puedan causar una desviación de un intento de diseño. Se utiliza una serie de

palabras guía (por ejemplo: no más, menos, otro, distinto, así como) a "nódulos de estudio" específicos (por ejemplo, sin flujo, alta presión).

Evaluación de riesgo. El proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un acontecimiento y la magnitud probable de los efectos adversos (en la seguridad, salud, ecología o financieros), durante un periodo específico.

Exposición. Acceso o contacto potencial con un agente o situación peligrosa; contacto del límite extremo de un organismo con agentes químicos, biológicos o físicos.

IDLH. (Immediately dangerous to life and health) «Inminentemente peligrosa para la vida y la salud», por sus siglas en inglés, concentración máxima arriba de la cual sólo podría permitirse la exposición a ella con un equipo de respiración altamente confiable que provea la máxima seguridad a un trabajador.

Incidente. Evento no deseado, inesperado e instantáneo, que puede o no traer consecuencias al personal y a terceros, ya sea en sus bienes o en sus personas, al medio ambiente, a las instalaciones o alteración a la actividad normal de proceso.

Plan de emergencia. Sistema de control de riesgos que consiste en la mitigación de los efectos de un accidente, a través de la evaluación de las consecuencias de los accidentes y la adopción de procedimientos. Este sólo considera aspectos de seguridad.

Peligro. Característica de un sistema o proceso de material que representa el potencial de accidente (fuego, explosión, liberación tóxica).

Riesgo. Peligros a los que se expone el personal. Resultado de combinar las consecuencias o efectos de un accidente con la frecuencia estimada de ocurrencia de dicho accidente.

Riesgo ambiental. La probabilidad de que ocurran accidentes mayores que involucren a los materiales peligrosos que se manejan en las actividades altamente riesgosas, que puedan trascender los límites de sus instalaciones y afectar de manera adversa a la población, sus bienes, y al ambiente.

Simulación. Representación de un evento o fenómeno por medio de sistemas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, para facilitar su análisis.

Sustancia peligrosa. Aquella que, por su alto índice de corrosión, inflamabilidad, explosividad, toxicidad, radiactividad o acción biológica, pueden ocasionar una acción significativa al ambiente, a la población, o a sus bienes.

Sustancia inflamable. Aquella que en presencia de una fuente de ignición y de oxígeno, entran en combustión a una velocidad relativamente alta, que posean un punto de inflamabilidad menor a 60 °C y una presión de vapor absoluta que no exceda de 2.85 kg/cm^2 a 38 °C.

Sustancia explosiva. Aquellas que en forma espontánea o por acción de alguna fuente de ignición (chispa, flama, superficie caliente), generan una gran cantidad de calor y energía de presión en forma casi instantánea, capaz de dañar seriamente las estructuras por el paso de los gases que se expanden rápidamente.

Sustancia tóxica. Aquella que puede producir en organismos vivos lesiones, enfermedades, implicaciones genéticas o muerte.

TLV. "Valor Umbral Limite" (por sus siglas en inglés). Límite permisible de concentración en el cual se asume que una exposición a una sustancia tóxica que no lo exceda producirá un daño pequeño para la mayoría de los individuos.

Zona de amortiguamiento. Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente restringiendo el incremento de la población asentada.

Zona de alto riesgo. Área de restricción total en la que no se debe permitir ningún tipo de actividad, incluyendo asentamientos humanos, agricultura con excepción de actividades de forestación, cercamiento y señalamiento de la misma, así como el mantenimiento y vigilancia.