



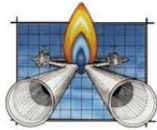
ÍNDICE

Ago-17

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES	4
I.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA U ORGANISMO	4
I.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE LA EMPRESA.....	4
I.3 NÚMERO DE REGISTRO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL MEXICANA (SIEM).....	4
I.4 CÁMARA O ASOCIACIÓN A LA QUE PERTENECE	4
I.5 ACTIVIDAD PRODUCTIVA PRINCIPAL DEL ESTABLECIMIENTO	4
I.6 CLAVE DEL CATÁLOGO M A P.....	4
I.7 CÓDIGO AMBIENTAL (CA)	4
I.8 DOMICILIO DEL ESTABLECIMIENTO	4
I.9 DOMICILIO PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES.....	5
I.10 FECHA DE INICIO DE OPERACIÓN	5
I.11 NÚMERO DE TRABAJADORES EQUIVALENTE.....	5
I.12 TOTAL DE HORAS SEMANALES TRABAJADAS EN PLANTA	5
I.13 NÚMERO DE TRABAJADORES PROMEDIO, POR DÍA Y POR TURNO LABORADO	5
I.14 ¿ES MAQUILADORA DE RÉGIMEN DE IMPORTACIÓN TEMPORAL?.....	5
I.15 ¿PERTENECE A ALGUNA CORPORACIÓN?	5
I.16 PARTICIPACIÓN DE CAPITAL.....	5
I.17 NÚMERO DE EMPLEOS INDIRECTOS A GENERAR	6
I.18 INVERSIÓN ESTIMADA	6
I.19 NOMBRE DEL GESTOR O PROMOVENTE.....	6
I.20 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL GESTOR O PROMOVENTE	6
I.21 DEPARTAMENTO PROPONENTE DEL ESTUDIO DE RIESGO	6
I.22 NOMBRE COMPLETO, FIRMA Y PUESTO DE LA PERSONA RESPONSABLE DE LA INSTALACIÓN	6
I.23 NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA.....	6
I.24 NOMBRE DE LA COMPAÑÍA ENCARGADA DE LA ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE RIESGO	6
I.25 DOMICILIO DE LA COMPAÑÍA ENCARGADA DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO	6
I.26 NOMBRE COMPLETO, PUESTO Y FIRMA DE LA PERSONA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO	7
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	8
II.1 NOMBRE DE LA INSTALACIÓN.....	8
<i>II.1.1 Planes de crecimiento a futuro</i>	<i>8</i>
<i>II.1.2 Fecha de inicio de operaciones</i>	<i>8</i>
II.2 UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	8
<i>II.2.1 Planos de localización.....</i>	<i>8</i>
<i>II.2.2 Coordenadas geográficas de la instalación.....</i>	<i>10</i>



II.2.3 Planos de localización, colindancias de la instalación y los usos de suelo.....	13
II.2.4 Superficie	14
II.2.5 Descripción de accesos	14
II.2.6 Infraestructura necesaria	17
II.3 ACTIVIDADES.....	19
II.4 NÚMERO DE PERSONAL NECESARIO	20
II.5 AUTORIZACIONES OFICIALES.....	20
CAPÍTULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO.....	21
III.1 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO	21
III.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	23
III.3 DENSIDAD DEMOGRÁFICA	26
III.4 GIROS O ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR TERCEROS	26
III.5 DETERIORO ESPERADO EN FLORA Y FAUNA	29
III.6 SUSCEPTIBILIDAD DEL SITIO DE LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA:	30
III.7 HISTORIAL EPIDÉMICO Y ENDÉMICO DE ENFERMEDADES CLÍCLICAS.....	60
CAPÍTULO IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL	62
CAPÍTULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	71
V.1 CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	71
V.2 PROCESOS POR LÍNEAS DE PRODUCCIÓN	106
V.3 MATERIAS PRIMAS	106
V.4 HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD (MSD).....	108
V.5 TIPO DE RECIPIENTES Y/O ENVASES DE ALMACENAMIENTO	161
V.6 EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES.....	161
V.7 CONDICIONES DE OPERACIÓN	163
V.7.1 Balance de materia.....	164
V.7.2 Temperaturas y Presiones de diseño y operación.....	164
V.8 CARACTERÍSTICAS DEL RÉGIMEN OPERATIVO DE LA INSTALACIÓN.....	165
V.9 DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN (DTI's)	165
CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIONES DE RIESGOS.....	168
VI.1 ANTECEDENTES DE INCIDENTES Y ACCIDENTES	168
VI.2 RIESGOS EN ÁREAS DE PROCESO	170
VI.3 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	221
VI.4 REPRESENTACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO Y AMORTIGUAMIENTO.....	260
VI.5 POSIBLES INTERACCIONES DE RIESGO CON OTRAS ÁREAS.....	272
VI.6 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS	291
VI.7 RESULTADO DE LA ÚLTIMA AUDITORÍA DE SEGURIDAD	302
VI.8 MEDIDAS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS Y SISTEMAS DE SEGURIDAD.....	339
VI.9 MEDIDAS PREVENTIVAS.....	353
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	357



VII.1 RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE RIESGO.....	357
VII.2 INFORME TÉCNICO DEL ESTUDIO DE RIESGO	360
VII.3 SITUACIÓN GENERAL	367
<i>VII.3.1 Recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado.....</i>	<i>368</i>
VII.4 CONCLUSIONES	370
CAPÍTULO VIII. ANEXOS.....	371
VIII.1 ANEXO DOCUMENTACIÓN LEGAL DEL PROMOVENTE.....	371
VIII.2 DOCUMENTOS DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.....	372
VIII.3 PLANOS DEL PROYECTO.....	373
VIII.4 PROGRAMA DE TRABAJO.....	374
VIII.5 DATOS DE DISEÑO E INFORMACIÓN TÉCNICA.....	375
VIII.6 HOJAS DE SEGURIDAD	376
VIII.7 ÁRBOL DE FALLAS DE EVENTOS INICIANTE (FTAs).....	377
VIII.8 ANALISIS CHECK LIST	378
VIII.9 ANALISIS WHAT IF.....	379
VIII.10 SIMULACIONES DE ESCENARIOS DE RIESGO.....	380
VIII.11 IMÁGENES DE LOS RADIOS DE AFECTACION.....	381
VIII.12 RECORRIDO DE CAMPO	382
CAPÍTULO IX. TABLAS Y FIGURAS.....	383



CAPÍTULO I. DATOS GENERALES

I.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA U ORGANISMO

Terminal de Almacenamiento y Suministro de Escobedo.

I.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE LA EMPRESA

“Protección de datos personales LFTAIPG”

I.3 NÚMERO DE REGISTRO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL MEXICANA (SIEM)

No aplica.

I.4 CÁMARA O ASOCIACIÓN A LA QUE PERTENECE

No aplica.

I.5 ACTIVIDAD PRODUCTIVA PRINCIPAL DEL ESTABLECIMIENTO

Dado que la reforma energética en nuestro país permite la apertura de la comercialización de petrolíferos y dado que la Empresa Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V., está decidida a incursionar para ofrecer servicios de almacenamiento de petrolíferos. El objetivo del proyecto es desarrollar infraestructura de acuerdo a normas, códigos actuales y cumpliendo con la regulación vigente en materia energética.

Esta terminal de almacenamiento y suministro contará con un terreno de superficie de 24.11 hectáreas. Dentro de los objetivos de la secretaria de energía vislumbran la necesidad de contar en el país con más autonomía en la infraestructura de almacenamiento por lo que se proyecta el servicio de almacenamiento de hidrocarburos importados. El proceso consiste en recibir petrolíferos por medio de ferrocarril. En esta terminal los clientes enviarán sus auto-tanques a cargar dichos productos.

I.6 CLAVE DEL CATÁLOGO M A P

No aplica.

I.7 CÓDIGO AMBIENTAL (CA)

No aplica.

I.8 DOMICILIO DEL ESTABLECIMIENTO

Se proporciona ubicación en el siguiente capítulo. |



I.9 DOMICILIO PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES

Calle J.F. Brittingham # 311

Parque Industrial Torreón

Torreón Coahuila.

C.P. 27019

Tel : 01(871)7188012

Correo electrónico: jesusmeza@gasnaturalindustrial.com.mx;
lbravo@gasnaturalindustrial.com.mx

I.10 FECHA DE INICIO DE OPERACIÓN

Diciembre de 2018

I.11 NÚMERO DE TRABAJADORES EQUIVALENTE

Lunes a Domingo turno matutino de 8:00 a.m. a 4:00 p.m., turno vespertino de 4:00 p.m. a 12:00 a.m. y turno nocturno de 12:00 a.m. a 8:00 p.m.

53 Personas /día x 8 h/día x 30 días/mes x 12 meses/año = 152,640 horas/año
 $152,640 / 2000 = 76.3$

I.12 TOTAL DE HORAS SEMANALES TRABAJADAS EN PLANTA

2,120

I.13 NÚMERO DE TRABAJADORES PROMEDIO, POR DÍA Y POR TURNO LABORADO

13.3 personas por turno por tres turnos = 53 personas

I.14 ¿ES MAQUILADORA DE RÉGIMEN DE IMPORTACIÓN TEMPORAL?

No

I.15 ¿PERTENECE A ALGUNA CORPORACIÓN?

“Protección de datos personales LFTAIPG”

I.16 PARTICIPACIÓN DE CAPITAL

“Protección de datos personales LFTAIPG”



I.17 NÚMERO DE EMPLEOS INDIRECTOS A GENERAR

Estimado: 200 en la fase de construcción

I.18 INVERSIÓN ESTIMADA

La inversión estimada para el presente proyecto es de 200,000,000.00 (Doscientos millones de pesos 00/100 M.N.)

I.19 NOMBRE DEL GESTOR O PROMOVENTE

Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V.

I.20 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL GESTOR O PROMOVENTE

“Protección de datos personales LFTAIPG”

I.21 DEPARTAMENTO PROPONENTE DEL ESTUDIO DE RIESGO

Departamento de Medio Ambiente

I.22 NOMBRE COMPLETO, FIRMA Y PUESTO DE LA PERSONA RESPONSABLE DE LA INSTALACIÓN

Ing. José de Jesús Meza Muñiz, Director de Operaciones.

I.23 NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

Representante Legal.

Ing. José de Jesús Meza Muñiz

Hortensia Lizeth Moreno Aparicio

Se anexa copia simple del poder legal (Anexo 1)

I.24 NOMBRE DE LA COMPAÑÍA ENCARGADA DE LA ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE RIESGO

CDH Consultores, S.A. de C.V.

I.25 DOMICILIO DE LA COMPAÑÍA ENCARGADA DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO

Malvinas 600 Col. Vista Hermosa Monterrey Nuevo León. Teléfonos: (81) 1133-5646 y 1133-5647



**I.26 NOMBRE COMPLETO, PUESTO Y FIRMA DE LA PERSONA RESPONSABLE
DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO**

Ing. Carlos López Blumenkron

Número de Cédula Profesional: 334638



CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

II.1 NOMBRE DE LA INSTALACIÓN

Terminal de Almacenamiento y Suministro de Escobedo.

II.1.1 Planes de crecimiento a futuro

La Terminal de almacenamiento y suministro de Escobedo, no pretende ampliar sus instalaciones más allá de las marcadas por el momento, de ser así se realizarán los trámites respectivos y estudios para la autorización de lo que se pretenda.

II.1.2 Fecha de inicio de operaciones

Diciembre del 2018

II.2 UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La planta se ubica en el municipio de General Mariano Escobedo, Nuevo León; México.

II.2.1 Planos de localización

Ubicación general de la terminal:

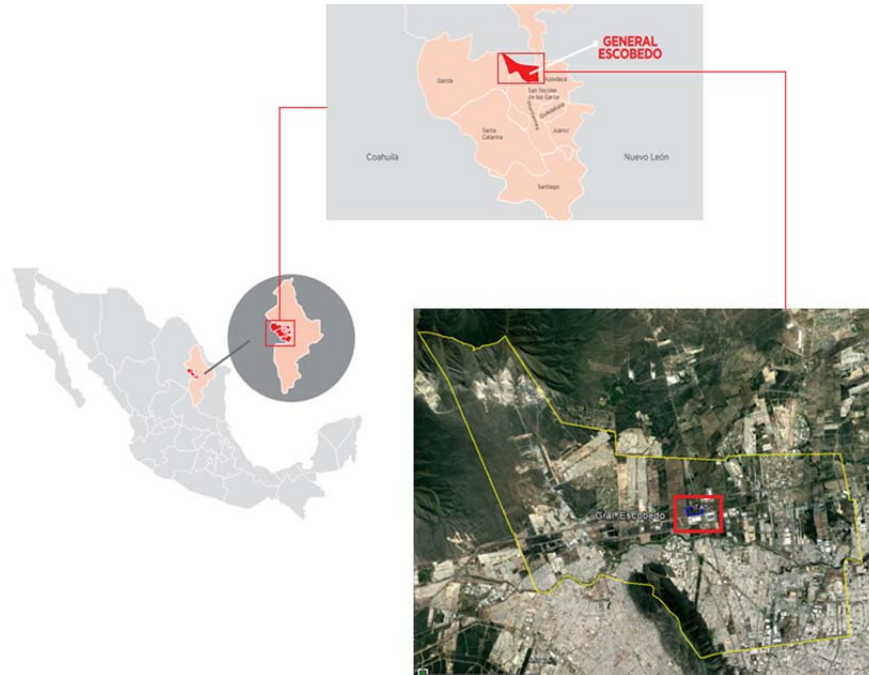


Fig 1 Ubicación general del proyecto en el municipio general Escobedo N.L.



Fig 2 Ubicación de la terminal y sus vialidades en el municipio de General Escobedo.

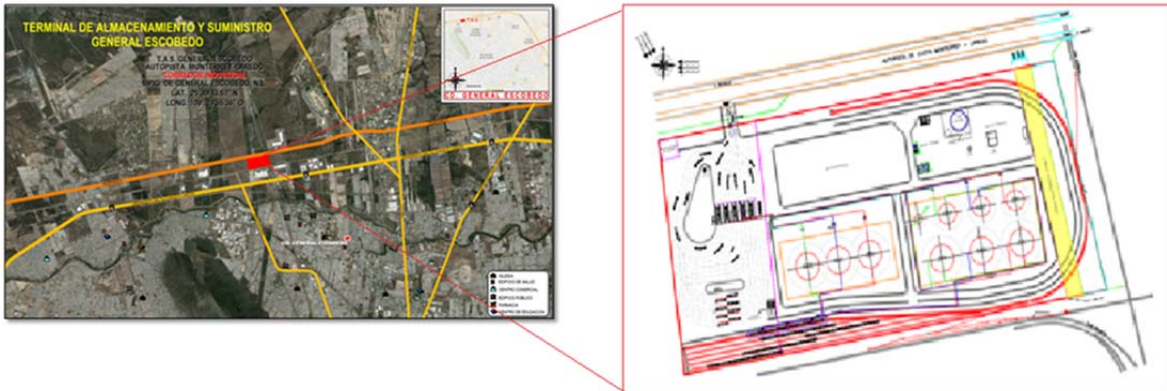


Fig 3 Ubicación general y lay out de la terminal Escobedo.

II.2.2 Coordenadas geográficas de la instalación

Con el fin de mostrar de la manera más detallada la ubicación del proyecto, se tomaron las coordenadas de sus cuatro puntos poligonales con el fin de proporcionar una correcta ubicación geográfica de las instalaciones.

El predio a utilizar está conformado por tres polígonos que suman 24.11 has. Entre el polígono 2 y 3, cruza una franja de terreno de 28 metros de ancho (de color amarillo en la figura), que aloja en su superficie líneas de alta tensión de Comisión Federal de Electricidad y ductos subterráneos de PEMEX.

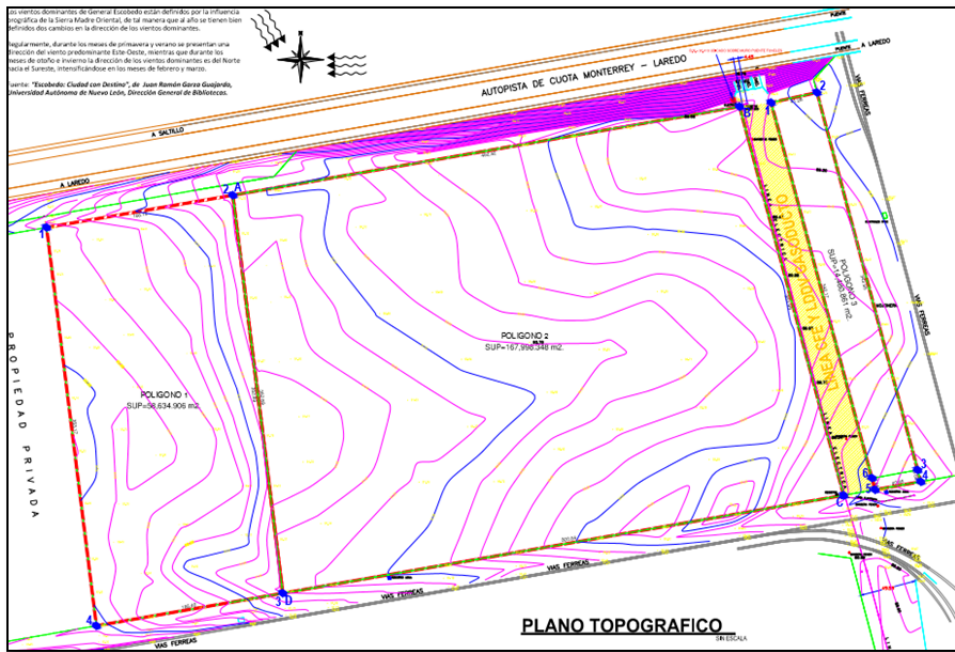


Fig 4Fig. Plano topográfico mostrando los polígonos 1,2 y 3

Se muestran las coordenadas correspondientes a los polígonos 1, 2 y 3 de la Terminal de Almacenamiento y Suministro de Escobedo con el fin de identificar con precisión la ubicación de cada uno de estos.

CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 1						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	2,857,054.1225	365,111.4750
1	2	N 80°10'56.90" E	166.153	2	2,857,082.4535	365,275.1951
2	3	S 07°09'48.03" E	352.889	3	2,856,732.3192	365,319.1998
3	4	S 80°05'20.83" W	166.402	4	2,856,703.6787	365,155.2807
4	1	N 07°07'30.18" W	353.171	1	2,857,054.1225	365,111.4750
SUPERFICIE = 58,634.906 m²						



CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 2						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				A	2,857,082.4535	365,275.1951
A	B	N 80°04'15.63" E	452.419	B	2,857,160.4629	365,720.8377
B	C	S 14°59'06.54" E	353.990	C	2,856,818.5110	365,812.3685
C	D	S 80°05'11.29" W	500.644	D	2,856,732.3192	365,319.1998
D	A	N 07°09'48.03" W	352.889	A	2,857,082.4535	365,275.1951
SUPERFICIE = 167,998.348 m²						

CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 3						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	2,857,163.9280	365,748.6002
1	2	N 77°34'07.57" E	41.281	2	2,857,172.8144	365,788.9132
2	3	S 14°55'38.76" E	343.663	3	2,856,840.7493	365,877.4392
3	4	S 14°55'38.76" E	10.681	4	2,856,830.4289	365,880.1905
4	5	S 80°02'00.80" W	40.849	5	2,856,823.3590	365,839.9575
5	6	N 15°00'57.68" W	10.436	6	2,856,833.4383	365,837.2537
6	1	N 15°00'57.68" W	342.174	1	2,857,163.9280	365,748.6002
SUPERFICIE = 14,480.861 m²						

Tabla 1. Coordenadas de los polígonos de la terminal Tas Escobedo



Fig 5 Ubicación vista desde Google Earth. |



II.2.3 Planos de localización, colindancias de la instalación y los usos de suelo

A continuación, se anexarán una serie de imágenes correspondientes a la localización del proyecto, uso de suelo, ubicación de zonas vulnerables.

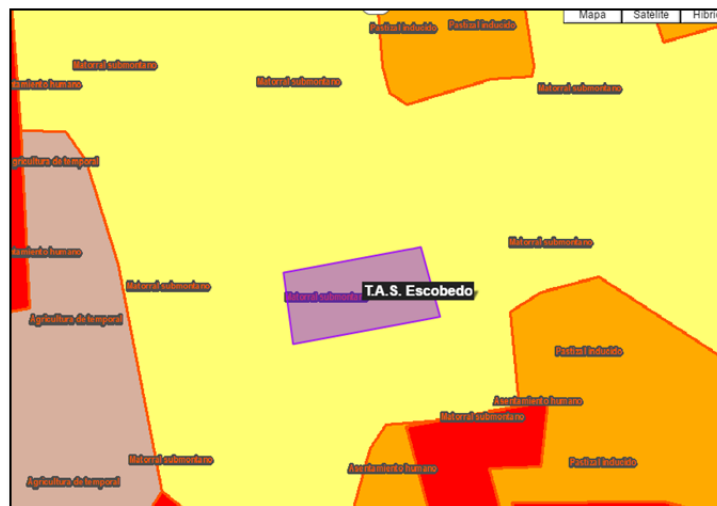


Fig 6 Usos de suelo: Terminal de almacenamiento y suministro de Escobedo (morado), áreas amarillas (Matorral submontano), y a su alrededor pastizal inducido (naranja), agricultura de temporal (rosa) y asentamientos humanos (rojo,) dentro del municipio de General Escobedo.

Imagen de SIGEIA |



II.2.4 Superficie



Fig 7 Ubicación terminal y colindancias.

De los puntos marcados en la imagen anterior se seleccionaron los de importancia por su posible potencial de afectación. Las distancias son tomadas desde el centro del proyecto igualmente mostrada en la anterior imagen hasta el punto más cercano de la instalación seleccionada.

- Zona descarga Centro Distribución (CEDIS) HEB: 300 metros aprox.
- HEB Bodega: 940 metros
- Montoi/Mattel: 215 metros
- Magnesita LWB Comercio de maquinaria y equipo para la industria manufacturera: 700 metros

La superficie comprendida por la T.A.S. General Escobedo comprende 24.11 hectáreas y alberga todas las instalaciones de la terminal. La ubicación superficial se presenta en el plano GNN-NL-GME-TAS-UBP-17_01

II.2.5 Descripción de accesos

Como puntos de accesos a la terminal se describen dos avenidas situadas al norte del proyecto siendo la principal entrada la autopista Monterrey Nuevo Laredo y la avenida Saltillo ya que los demás accesos son únicos para carro tanques de ferrocarril.



La autopista Monterrey – Nuevo Laredo según la secretaria de comunicaciones y transportes (SCT) es un tipo de vía autopista, con longitud de 123,000 km, para camiones de 2 a 4 ejes.

Así mismo la autopista Monterrey- Saltillo, S.A. de C.V. tiene una longitud de 95.144 km.

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Los principales sistemas que integrarán la planta son los siguientes:

SISTEMA DE VIAS:

Sistemas de vías de acceso a planta.

Mediante el sistema de vías existentes de Kansas City México y Ferromex, se tendrá acceso al interior de la planta, para ello, en coordinación con estas empresas se construirá bajo la normatividad regulatoria aplicable, los switches e implementos necesarios que permitan derivar los trenes unitarios que transportarán el producto combustible, diésel, gasolinas regular y premium, turbosina y aditivo MTBE. Se hace notar que el personal que participará en esta integración será personal certificado y avalado por las empresas correspondientes; siendo supervisado dichos trabajos, también por ellos. Una vez ya en operación, el tren unitario será operado por personal de la empresa que le corresponda y en el interior de la planta por personal de la TAS, certificado y avalado, los cuales seguirán los procedimientos operativos internacionales para estos equipos.

Sistemas de vías internas, tipo carrousell. Este sistema de vías se integró de tal manera que permita aprovechar al máximo la configuración del terreno, así como el sistema de tuberías, para ejecutar en tiempo y forma el proceso de descarga de productos de los carro tanques hacia los tanques de almacenamiento. Esta configuración también permitirá acceder a un sistema de vías alterno en el cual se podrá albergar carro tanques fuera de especificación (bad order).

SISTEMA DE DESCARGA:

Cabezal de descarga de carro tanques. Se destina un área de descarga la cual servirá para conectar 24 carro tanques, con capacidad de 700 barriles cada uno, se contará con cuatro cabezales de succión, uno para gasolinas, otro para diésel, uno para turbosina y uno más para MTBE, todos los cabezales serán de un diámetro de 20", dividido en tres secciones, los cuales tendrán 12 tomas siamesas que servirán para conectar, mediante



mangueras y aditamentos especiales, los 24 carro tanques al mismo tiempo, permitiendo así un menor tiempo de descarga del tren unitario.

Cada sección de estos cabezales estará conectada a la succión de una bomba, teniendo 3 bombas para el cabezal de diésel, 3 bombas para el de gasolinas, 3 bombas para turbosina y 3 bombas para el MTBE. Se contará con la instrumentación necesaria para una descarga segura tales como: interruptores de paro por baja presión de succión y por alta presión de descarga, tierras físicas, válvulas de alivio de presión y por relevo térmico en cabezales. A continuación, se muestra el plano GNN-NL-GME-TAS-AC-17_02 arreglo civil de áreas de llenaderas, descarga y casa de bombas:

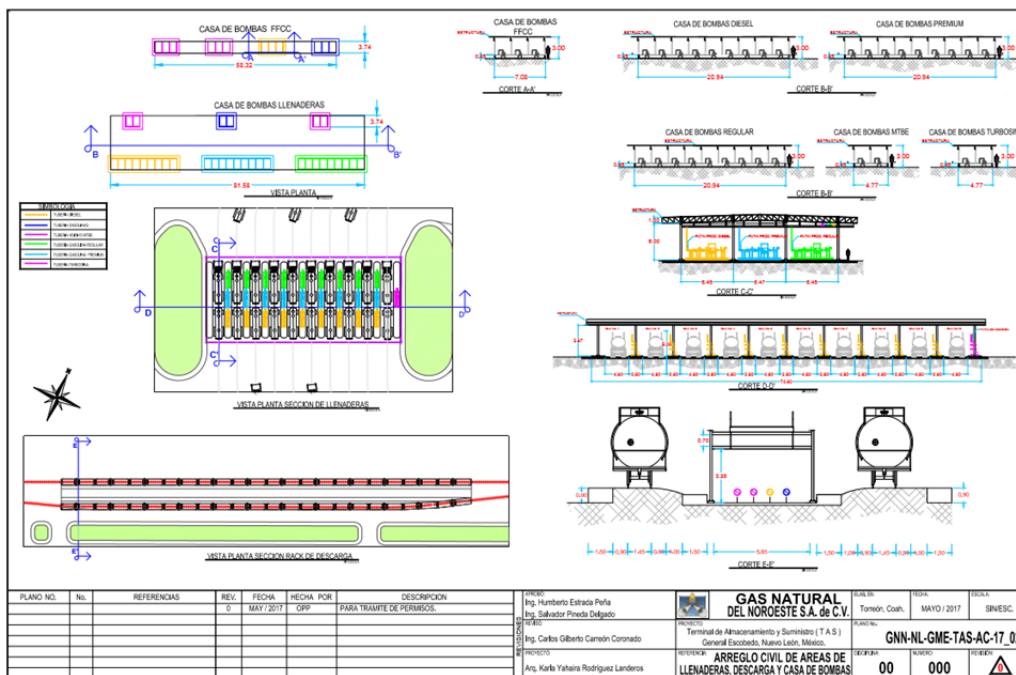


Fig 8 Arreglo civil de áreas de llenaderas, descarga y casa de bombas

El área de descarga de vías contará con fosas de recuperación de producto para minimizar al máximo el impacto ambiental.

Andador superior para acceso a parte alta de carro tanques. Esta área de descarga contará con un andador superior existente el cual permitirá que el operador mediante plataformas individuales deslizables acceda de manera segura y ágil, a la parte superior de cada carro tanque para efectuar sus actividades operativas pertinentes. Se hace notar que de manera simultánea también se tendrá personal operativo en la parte inferior de los carro tanques para efectuar los acoplamientos de cada carro tanque al cabezal común.



Bombas de descarga de ferrocarril.

El sistema de bombeo que se utilizará para la descarga de los carro tanques será de 3 bombas por cabezal, para el cabezal de diésel y turbosina se estiman de 1,200 gpm y 75 HP, para el cabezal de gasolinas y MTBE se estiman de 1,200 gpm y 60 HP. Se hace notar que cada bomba cuenta con una válvula de alivio integrada a su cuerpo, en la parte de la descarga, la cual en caso de represionamiento va a recircular al lado de la succión.

La operación de estos equipos será de manera manual, sus arrancadores cuentan con variadores de velocidad los cuales se encuentran vinculados a un PLC para que a través de estaciones de trabajo se operen de manera remota o a través de sus propios variadores de manera local. Se hace notar que esto permitirá que su operación sea controlada, permitiendo que el proceso de descarga sea seguro, iniciando en cada ciclo de descarga a un ritmo de bombeo bajo, tal como lo indica el procedimiento operativo de descarga.

Tuberías de descarga.

Los cabezales de descarga de carro tanques se encuentran conectados mediante tubería del mismo diámetro (20") a la succión de cada bomba de descarga. Antes de cada bomba se tiene un filtro separador para eliminar las impurezas del producto a descargar. Las tres bombas de cada producto se conectan a un cabezal también por producto de 14" de diámetro para así llegar al Sistema de medición integral de descarga y posteriormente a los tanques de almacenamiento.

Patines de medición de recibo. Estos patines de medición, uno por producto, integrarán el volumen total que se descarga del tren unitario y que se entrega a resguardo a planta (Sistema de medición de transferencia de custodia). Están compuestos por un filtro separador, un medidor tipo coriolis con capacidad de 3500 gpm y una válvula de control de flujo. Para el caso de Turbosina, en el proceso de Recepción, se debe contar con un sistema de filtración, con la funcionalidad de separación de sólidos y coalescencia de contaminantes de agua. Cuentan también con un juego de válvulas que permiten poner en serie el medidor con un medidor patrón para verificar que nuestro sistema de medición este midiendo correctamente. Los sistemas de medición deben cumplir con la regulación mexicana en materia de energía (Disposiciones Administrativas de carácter general de Medición para Almacenamiento de productos petrolíferos).

II.2.6 Infraestructura necesaria

Con la finalidad de atender de manera inmediata este nuevo servicio se adecuarán las siguientes áreas:



1. Área de descarga de ferrocarril
2. Área de tanques
3. Integrar un portal web para atención a clientes y administración operativa y administrativa de la terminal
4. Integrar un sistema automático de detección y supresión de mezcla explosiva y fuego en la terminal.
5. Automatización de la terminal
6. Área de llenaderas
7. Control de inventarios (patines de medición)

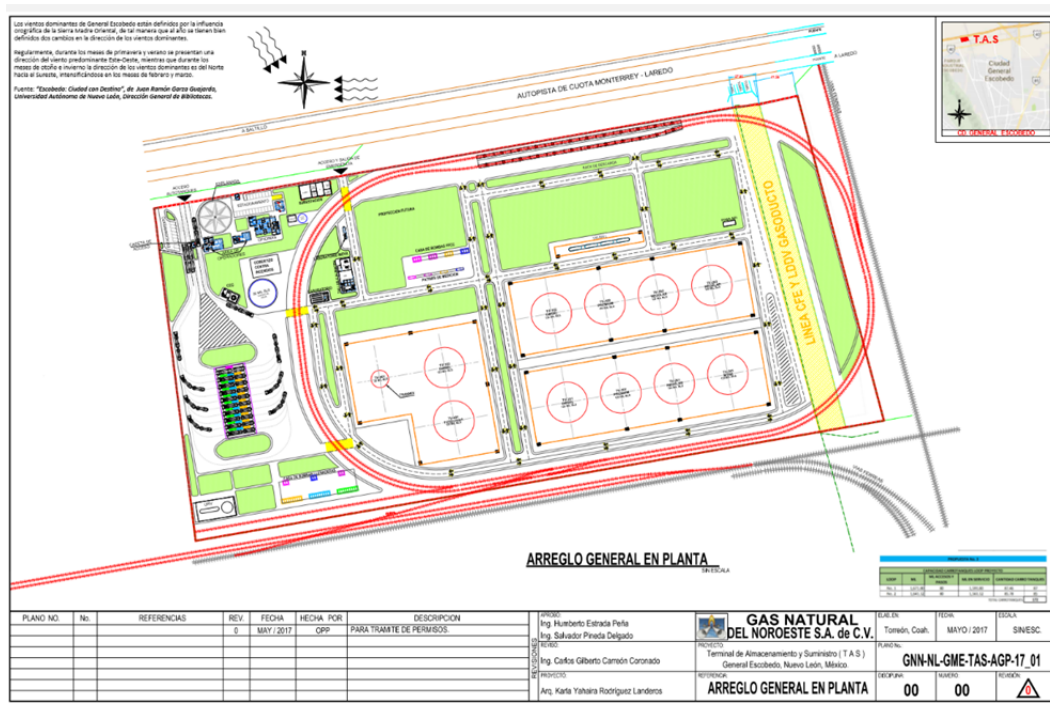


Fig 9 Arreglo general de la terminal Escobedo

Se hace notar que el poliducto que corre al Este del terreno de la terminal no tendrá ningún vínculo con la empresa, dicho ducto propiedad de Petróleos Mexicanos abastece la región norte del país de hidrocarburos desde la refinería ubicada en el municipio de Cadereyta Nuevo León hasta una terminal TAR de Chihuahua de la misma empresa.

INFRAESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO

- Diseño y construcción tanques verticales de acuerdo a API 650.
- Tanques de techo fijo con membrana interna flotante (para que todos los tanques sean comisionados para todos los productos manejados).



- Alarmas de alto y alto alto con sistemas independiente de conexión y redundancia a PLC.
- Transmisores de temperatura a diferentes niveles del tanque.
- Sistema de válvulas motorizadas de entrada y salida para paro de emergencia.
- Sistema de red contraincendios de acuerdo a códigos NFPA, ASEA (NOM-EM-003-ASEA-2016) y CRE.
- Sistemas de líneas de monitoreo de control de inventarios.
- Todos los tanques de almacenamiento requieren sistemas de mezclado con capacidades requeridas por los clientes.
- Sistemas de drenado y vaciado total por si se requiere cambio de servicio en tanques.
- Calibrador para el sistema de medición (Prover) entrada y salida de Terminal.

Tanques Verticales	Producto	Capacidad del tanque (bls)	Capacidad Nominal (bls)	Especificaciones	Diámetro (m)	Altura (m)
1	Diésel	120,000	108,000	API 650 STD	24	14.66
2	Diésel	120,000	108,000	API 650 STD	24	14.66
3	Diésel aditivado	120,000	108,000	API 650 STD	24	14.66
4	Gasolina regular	120,000	108,000	API 650 STD	24	14.66
5	Gasolina regular	120,000	108,000	API 650 STD	24	14.66
6	Gasolina regular oxigenada	120,000	108,000	API 650 STD	24	14.66
7	Gasolina premium	120,000	108,000	API 650 STD	24	14.66
8	Gasolina premium oxigenada	120,000	108,000	API 650 STD	24	14.66
9	Turbosina	120,000	108,000	API 650 STD	24	14.66
10	MTBE	120,000	108,000	API 650 STD	24	14.66
TOTAL		1,200,000	1,080,000			

Tabla 2. Tanques de almacenamiento de la terminal Tas Escobedo

II.3 ACTIVIDADES

Las principales actividades o procesos de la terminal serán:

1. Recepción de hidrocarburos,
2. almacenamiento,



3. adición de aditivos,
4. carga de auto tanques y
5. comercialización de los bienes.

Es necesario el cambio de uso de suelo debido al desmantelamiento de la flora presente y el uso actual de suelo que en este caso es forestal.

II.4 NÚMERO DE PERSONAL NECESARIO

El personal contemplado para su operación y mantenimiento es de 40 trabajadores para la operación y mantenimiento y 13 más para labores secundarias.

II.5 AUTORIZACIONES OFICIALES

La actividad requiere de un permiso de la Comisión Reguladora de energía, el cual está en proceso de consecución.

Por tratarse de una actividad altamente riesgosa conforme a los lineamientos de los reportes de actividades altamente riesgosas de la federación, el proyecto requiere de Manifestación de Riesgo Ambiental y Estudio de Riesgo Ambiental.



CAPÍTULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO

III.1 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO

Municipio de General Escobedo

El Municipio de General Escobedo se encuentra ubicado al noreste del Estado de Nuevo León, a una altura de 500 m sobre el nivel del mar, entre las coordenadas geográficas 25° 47' 36" de latitud norte y 100° 19' 30" de longitud oeste; su extensión territorial representa el 3 % de la superficie del Estado. Colinda al norte con los municipios de Hidalgo, Abasolo, El Carmen, Salinas Victoria y Mina; al sur con los municipios de San Nicolás de los Garza, Monterrey y García; al oriente con el municipio de Apodaca y al poniente con García. Su ubicación lo coloca en uno de los accesos más importantes del Área Metropolitana, con el paso de las Carreteras a Colombia y a Monclova y vías intermunicipales como Boulevard José López Portillo (Carretera a Laredo), Periférico Monterrey y el Libramiento Arco Vial.

En el Norte del Municipio de Escobedo, se cuenta con una gran área de oportunidad en materia de desarrollo urbano, que, por cuestiones orográficas, así como por la barrera natural del Río Pesquería, impedían el desarrollo de esa área, actualmente esta zona cuenta con un 33% desarrollado de los cuales un 22% son habitacionales, 6% industrial, 2% mixto y 3% comercial teniendo el 15% de área no urbanizable como es el de la Sierra de San Miguel.

La población del Municipio de Escobedo en el año de 1940 apenas alcanzaba los 1,648 habitantes, en 1950 alcanzó los 2,066, con un incremento porcentual del 20.23%; en 1960 los datos estadísticos nos indican 1,824 habitantes, con un retroceso del 13.26%; en 1970 la población se estimó en 10,688 habitantes con un crecimiento del 486%, para 1980 alcanzó aproximadamente 20,000 habitantes, en 1982 el Municipio contaba con 28,000 habitantes, cuatro años más tarde, en 1986, casi se logra doblar la población alcanzando los 59,000 habitantes; según datos del Plan Parcial de Desarrollo Urbano de mayo de 1991, la población se estimó en 152,641 habitantes; en 1992 ascendió a 193,349; para la fecha cuando se aprobó el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de noviembre de 1993, la población era de 287,425 habitantes. En la encuesta Intercensal 2015 del INEGI, los resultados apuntaron a que el municipio cuenta con una población de 425 mil 148 habitantes.



Fig 10 Ubicación del proyecto (rojo) y colindancias del Municipio de General Escobedo, Nuevo León.

Geología

En el municipio afloran, en su mayor parte rocas sedimentarias y volcánicas sedimentarias de la era Cenozoica, periodo Cuaternario; las elevaciones se caracterizan por afloramientos rocosos de la edad Mesozoica: en el Cerro del Topo del Cretácico Inferior, constituido por calizas; la sierra de San Miguel, del Cretácico Superior, constituidos por calizas y lutitas; y pequeñísimas partes del territorio pertenecen a la era Mesozoica, periodo Terciario Superior y se constituyen de plioceno y conglomerado. De la buena interpretación geológica se deriva la vocación económica y las alternativas de uso de dichas reservas. En Escobedo destacan las explotaciones en la Sierra de San Miguel, de donde se extraen básicamente materiales para construcción.

Hidrología

Por lo que respecta a la Hidrología, el municipio es atravesado de Poniente a Oriente por el Río Pesquería, el cual constituye la mayor fuente del Río San Juan, que a su vez es el segundo afluente de importancia del Río Bravo. Las rocas y suelo del municipio, casi en su totalidad son suelos aluviales y conglomerados con presencia comprobada de agua, clasificados como material no consolidados con posibilidades altas de permeabilidad; el resto del municipio (una pequeña parte) está constituido principalmente por rocas lutíticas o sea material consolidado con posibilidades de permeabilidad bajas. Una pequeña parte de la mancha urbana presenta permeabilidad media en materiales consolidados.



Fig 11 Municipio de General Escobedo (verde) mostrando los centros poblacionales vecinos y la hidrografía que es interceptada en éstas.

III.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

El clima de Escobedo se puede situar entre los climas secos, asociado al tipo de vegetación de los matorrales espinosos y desérticos. La mayor parte del territorio está catalogado como subtipo seco cálido con lluvias en verano, precipitación invernal de entre 5 y 10.2%, cálido. Condición de canícula, una pequeña temporada menos lluviosa; dentro de la estación de lluvias también se presenta sequía de medio verano. El porcentaje de lluvia invernal es de entre 5 y 10.2 % en general con una precipitación anual que oscila entre los 400 y 600 mm; la mayor parte del Municipio presenta una temperatura media anual que fluctúa entre los 22 y 24° C; otra pequeña parte se sitúa entre los 20 y 22° C en las elevaciones, y el resto, que es una mínima proporción al norte de su territorio se presenta en el rango de entre 18 y 20° C. En cuanto a la humedad, es bastante baja y se deriva de los factores antes mencionados y de la influencia de vientos secos en la zona, esta sequedad es un poco suavizada por los vientos alisios que le proporcionan humedad

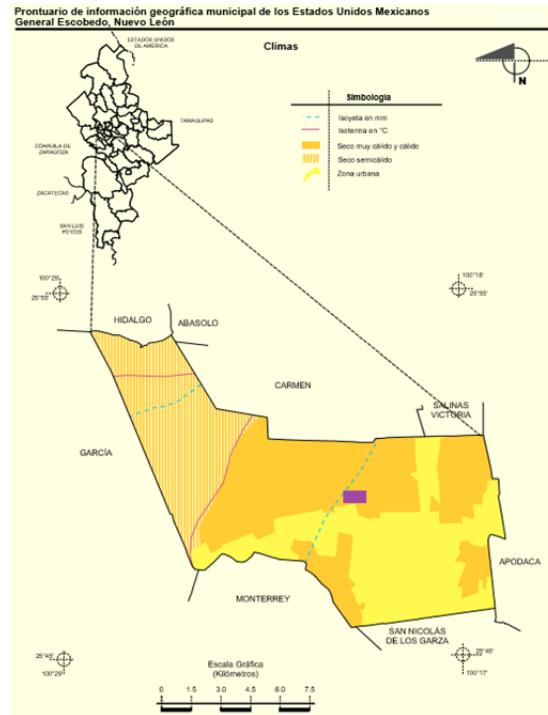


Fig 13 Representación gráfica de las variantes climáticas que se presentan en el municipio de General Escobedo, marcando la zona del proyecto o T.A.S. (morado) como seco semicálido.

Dentro del municipio de General Escobedo el clima predominante por excelencia es seco cálido, presentándose en este gran parte del año, siendo representativo lluvias de temporada corta y aire seco de igual manera no rebasando los 600 mm anualmente.

Este hecho es favorable para la construcción de la Terminal de Abastecimiento y Suministro de General Escobedo, debido a que uno de los peligros importantes es el factor de lluvias, hundimientos e inundaciones, ya que esto estropearía la recepción de los hidrocarburos y el suministro de esto, afectando los itinerarios establecidos para la T.A.S., también se debe cuidar la integridad de las instalaciones, el estado de los tanques, y la seguridad de los empleados.



III.3 DENSIDAD DEMOGRÁFICA

La población total del municipio en 2016 fue de 425,148 personas, representando 8.3% de la población en el estado de Nuevo León, representado por 49.6% de hombres y 50.4% mujeres. En el mismo año había en el municipio 109,822 viviendas habitadas con un promedio de 3.9 ocupantes por vivienda. El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más según nivel de escolaridad básica era de 56.6%, media superior 22.1% y superior 18.4% y sin escolaridad 2.4% en total.

III.4 GIROS O ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR TERCEROS

A continuación, se presentan los puntos colindantes importantes encontrados a los alrededores de la zona del proyecto:



Fig 14 Vista norte del proyecto se encuentran las instalaciones de descarga “Cedis HEB” (amarillo).
Fuente Google Earth.

Cedis HEB, es el centro de carga de la tienda y marca registrada HEB ubicada en Av. Raúl Salinas Lozano #297, 66055 Escobedo, N.L.



Fig 15 Vista del sur de la zona del proyecto, compañía Mattel S.A. de C.V. (azul).
Fuente Google Earth.

Mattel Manufacturas de Monterrey, S.A. de C.V. es una empresa privada dentro de fabricantes de materiales plásticos y resinas en General Escobedo, Nuevo León. Con 20 empleados, la empresa es un poco más grande que el promedio de fabricantes de materiales plásticos y resinas.



Fig 16 Vista sureste del proyecto, instalaciones de Pemex Logística (rojo).
Fuente Google Earth.



La instalación de Petróleos Mexicanos (Pemex) con dirección Libramiento Noreste Km 26+850, Parque Industrial Escobedo, C.P. 64530 se encarga del transporte de gas natural de en la región.



Fig 17 Vista noroeste del proyecto, complejo Cedis HEB (morado). Fuente Google Earth.



Fig 18 Vista Sureste del proyecto, complejo Magnesita LWB. Fuente Google Earth.

Magnesita LWB con dirección 25°49'20 N 100°20'10 O, comercio al por mayor de maquinaria y equipo para la industria manufacturera.



El complejo Cedis HEB con dirección Intersección de Km. 28., Av. Arco Vial & México, N.L., tiene función de bodega para artículos de la marca HEB.

Vinculación

En las imágenes anteriores se muestran las colindancias con mayor relevancia de la T.A.S. General Escobedo, mostrando su dirección y actividades realizadas por terceros, como se puede apreciar no existen condominios o residencias cercanas al proyecto, la ubicación de este es adecuada a la función que se prevé realizar, ya que no habrá contaminación visual y/o auditiva para asentamientos humanos cercanos tanto en su construcción como en plena operación.

Cabe mencionar que el área se encuentra en una zona industrial, estando a favor para la construcción de la T.A.S. de General Escobedo, teniendo una óptima ubicación geográfica, la cual le permite hacer uso de las vías ferroviarias para su provecho en el transporte de hidrocarburos, disminuyendo el tráfico de la ciudad en lo que respecta a la recepción de estos.

III.5 DETERIORO ESPERADO EN FLORA Y FAUNA

El daño directo recaerá en la flora, ya que ésta será removida en su totalidad, siendo especies de tipo matorral submontano de fácil reproducción donde recaerá el daño. La empresa no contempla la reubicación de este tipo de especies de tipo matorral submontano ya que no se encuentran en peligro. La fauna esperada serían ratones y liebres de campo y algunos animales de paso, lo cual no presenta un problema ya que no se encuentran protegidas, de igual manera si se llegase a presentar algún ejemplar serán ahuyentados del sitio más no se hará un daño directo hacia tales especies.

En este caso para la futura realización de construcción de la T.A.S. General Escobedo será requerido el cambio de uso de suelo, el cual será a partir del estudio técnico justificativo.

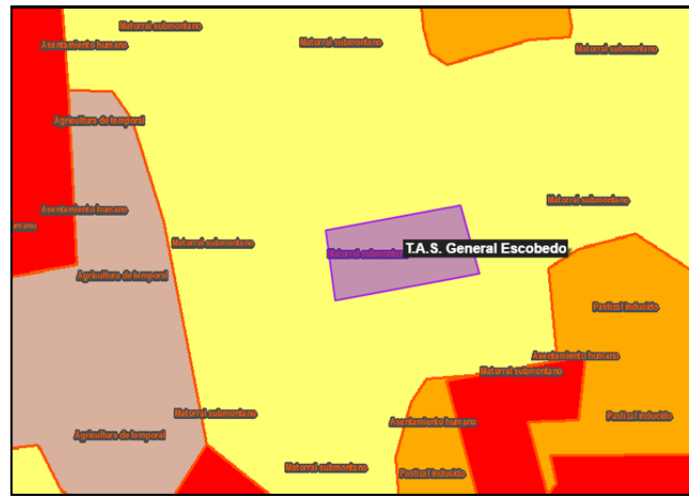


Fig 19 Tipo uso de suelo y la ubicación del proyecto. Fuente SIGEIA.

III.6 SUSCEPTIBILIDAD DEL SITIO DE LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA:

Terrenos (sismicidad)

- Corrimientos de tierra
- Derrumbamientos o hundimientos
- Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)
- 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

Sismicidad

Las zonas sísmicas de México se clasifican en función de la cantidad de sismos que se presentan. Debido a la intensa actividad entre las placas tectónicas ubicadas en el lado oeste del país, la zona de mayor actividad sísmica se encuentra en los estados de la costa del Pacífico. Gracias a los registros sísmicos de las redes de detección instaladas en territorio mexicano, se puede ver una intensa actividad sísmica que se concentra principalmente entre Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco, así como en la parte norte de la península de Baja California, en la región de Mexicali. (*Secretaría de Gobernación, 2013*)

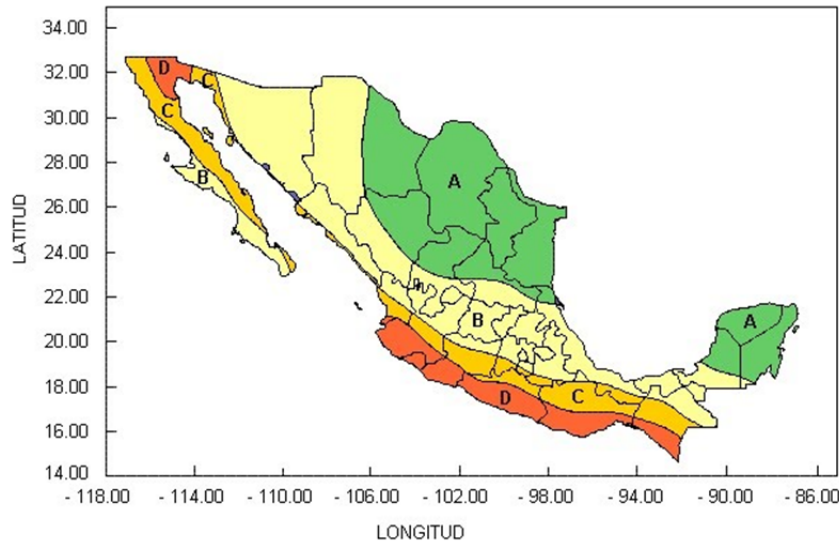


Fig 20 sismicidad de México (a) bajo (b) medio (c) alto (d) muy alto. Fuente Servicio Geológico Mexicano (SGM).

Dentro de las medidas de prevención se encuentran los eventos sísmicos, los cuales pudiesen ocasionar cualquier tipo de desastre dentro del proyecto y a sus instalaciones, donde se podría generar daño a las instalaciones, derrames de hidrocarburos al suelo, inclusive incendios, por lo cual se requiere un análisis de la actividad sísmica relevante que pueda afectar la actividad de este proyecto así como las vidas humanas circundantes con el propósito de salvaguardarlas y así mismo desarrollar medidas preventivas en caso de algún siniestro.



Fig 21 Reporte sísmico del día 31 de julio de 2014 en el municipio de General Escobedo, magnitud 3.5 escala Richter. Fuente Servicio Geológico Mexicano (SGM).

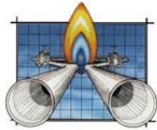


Fig 22 Reporte sísmico del día 5 de febrero de 2015 en el municipio de General Escobedo, magnitud 3.6 escala Richter. Fuente Servicio Geológico Mexicano (SGM).

En las imágenes anteriores se muestran los reportes de sismos más recientes dentro del municipio de General Escobedo, con una magnitud máxima de 3.6 en el año 2015, siendo la actividad sísmica más acentuada en los municipios de la región citrícola en el sur del estado de Nuevo León, catalogando al municipio de General Escobedo como de bajo riesgo, por su baja intensidad y los pocos eventos sísmicos que se presentan por año, siendo en promedio de 2 a 3 al año según el Servicio Sismológico de México.

Dado las circunstancias es preciso que el diseño de la T.A.S. General Escobedo sea construida bajo un diseño arquitectónico acoplado a este tipo de eventos sísmicos, así mismo los tanques de almacenamiento y las tuberías a utilizar para transportar los hidrocarburos a la base, con el fin de prevenir cualquier tipo de siniestro tales como fugas, incendios, explosiones o daños a la infraestructura en general.

Volcanes

México es un país de volcanes. Se han llegado a contar un poco más de 2,000 en el territorio mexicano. La mayoría de estos volcanes ya no son activos y no representan peligro. (CENAPRED, 2012). La mayor concentración de volcanes en México se encuentra en la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), la cual es un arco volcánico que se desarrolla sobre el margen sudoccidental de placa Norteamericana, esto debido a la subducción de las Placas Rivera y Cocos a lo largo de la Trinchera de Acapulco. Veracruz es un estado en el cual se pueden encontrar volcanes activos, identificándolos como activos (Imagen 3.3).



Fig 23. Volcanes ubicados en el estado de Veracruz, siendo Cofre de Perote, Pico de Orizaba y San Martín, los cuales se encuentran al sureste del país. Fuente Google Earth.

Dentro de la Faja Volcánica Transmexicana, se mantiene una gran variedad de formas volcánicas, tales como campos de conos monogenéticos, estratovolcanes con elevaciones en torno a los 4000 m, volcanes en escudo, volcanes compuestos, calderas, lavas fisúrales y domos. Al interior de la misma FVTM existen cadenas de estratovolcanes y volcanes compuestos, que tienen una alineación general N-S y NE-SW en donde, aparentemente, ha ocurrido una migración de la actividad volcánica durante los últimos 2 Millones de años hacia la porción frontal del arco volcánico. En la FVTM se mantienen activos aún algunos volcanes, y estos se encuentran ubicados en el extremo sur de las mismas cadenas. Estas cadenas están conformadas por los volcanes Cántaro Nevado de Colima-Colima, Tláloc, Telapón, Iztaccíhuatl, Popocatépetl, Cofre de Perote, Las Cumbres, Pico de Orizaba y Sierra Negra. (Macías L., 2005) La extraordinaria diversidad magmática de la Faja Volcánica Transmexicana está controlada (directa o indirectamente) por dos placas oceánicas independientes cuyos parámetros geofísicos y composicionales se modifican constantemente a lo largo de la trinchera, por un régimen tectónico esencialmente distintivo que opera con distinta intensidad sobre la placa continental. (Gómez A., 2005)

Vinculación

Mostrándose en la imagen anterior 3.6.3 se demuestra los 3 volcanes activos más cercanos a la T.A.S., siendo cofre de Perote, Pico de Orizaba y San Martín estando a una distancia de 1,131.5 km, 1,236.1 km, 1,411.7 km respectivamente, representando peligro nulo hacia el proyecto y sus instalaciones.



Placas tectónicas

La República Mexicana, geológicamente hablando, es el resultado de múltiples procesos tectónicos llevados a cabo durante su evolución. El territorio mexicano está situado sobre cinco placas litosféricas, en cuyos límites encontramos trincheras, centros de expansión y fallas transformantes. La mayor parte del territorio continental pertenece a la placa Norteamericana, mientras que la península de Baja California pertenece a la placa del Pacífico; en el litoral del Pacífico se tiene la microplaca de Rivera, la placa de Cocos, y la del Caribe.

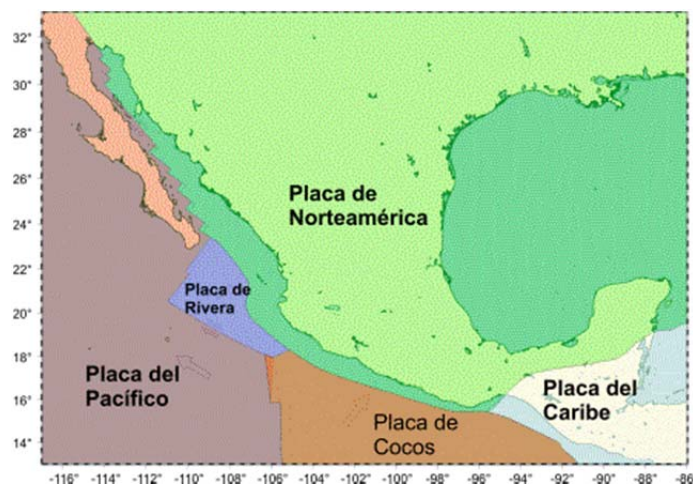


Fig 24 Delimitación geográfica de las cinco Placas que conforman México. Ubicación a grandes rasgos del proyecto, Estado de Veracruz.

La Placa de Norteamericana contiene, además de la mayor parte del continente mexicano, a toda Norteamérica, parte del océano Atlántico y parte de Asia. La Placa del Pacífico incluye la península de Baja California, el oeste de California y al Océano Pacífico. La Placa del Caribe abarca el sur de Chiapas, las islas caribeñas y los países de Centroamérica. Las otras dos placas que conforman el rompecabezas tectónico de México, Cocos y Rivera, son oceánicas y se encuentran en el océano pacífico.

Vinculación

La Terminal de Abastecimiento y Suministro de General Escobedo se encuentra en el estado de Nuevo León, encontrándose en la placa de Norteamericana respectivamente, mencionando anteriormente que la actividad volcánica del país reside en el sureste, representando peligro nulo al proyecto.



Desglose de movimientos

Baja California y el sur de California (placa del Pacífico) se están moviendo con respecto a la placa Norteamericana aproximadamente en dirección noroeste a lo largo de una serie de fallas transformantes (falla de San Andrés) que unen centros de expansión, cuya actividad lentamente aleja a este territorio del resto del país a una velocidad de 3.5 cm por año, por lo cual, aproximadamente en 10 millones de años se convertirá en una isla. De igual manera, las fallas oceánicas permiten la salida del magma, generando expansión del fondo oceánico.

Al sur de Baja California, justo a la entrada al Mar de Cortés encontramos la microplaca de Rivera, cuyo papel en la sismicidad continental no se conoce aún. Los lineamientos magnéticos del fondo oceánico en esta parte muestran cómo aumenta, a razón de unos 6 cm/año, la separación entre la placa del Pacífico y la pequeña placa de Rivera localizada entre zonas de fractura. En la zona costera de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, debido a que las *placas Cocos y Rivera* se mueven hacia el noreste de la República, una parte de estas placas se hunde sobre la región bajo la *placa Norteamericana* (subducción) y han ocurrido desde tiempos históricos grandes terremotos, pero no es posible saber con exactitud si fueron producidos por el movimiento de la *placa Rivera* o *Cocos*.

La *placa de Cocos* es generada en la cordillera del Pacífico Oriental, abarca desde la zona de fracturas de Rivera hasta el sistema de cordilleras de Galápagos y es consumida en la Trinchera Mesoamericana o Trinchera de Acapulco que se extiende desde Nayarit hasta la frontera sur de Costa Rica. Al sureste de la Dorsal de Tehuantepec se encuentra un punto triple donde un sistema de fallas separa la *placa Norteamérica* de la *Caribe* y donde la *placa Cocos* comienza a ser subducida bajo ésta; esto constituye significantes riesgos naturales para gran parte del centro y sur de México. La Península de Yucatán se desplaza en sentido de las manecillas del reloj y el Cinturón Volcánico Transmexicano, sigue en actividad. (Secretaría de Economía, 2014)

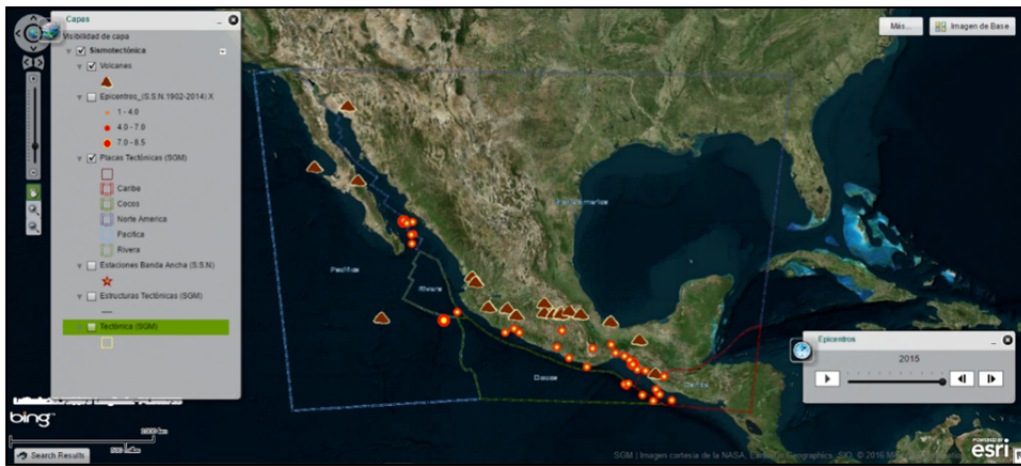


Fig 25. Ubicación de los volcanes mexicanos

Dentro de la imagen se puede apreciar la ubicación de los volcanes mexicanos, así mismo la actividad sismo-tectónica del año 2015 mostrando en círculos naranjas sus respectivos epicentros y en la magnitud de estos desglosados en tabla de capas. División de las 5 placas que tienen su lugar en México, Caribe (rojo), Cocos (verde), Norte Americana (morado), Pacífico (azul) y Rivera (verde claro). Imagen tomada del Servicio Geológico Mexicano.

Como se describió con anterioridad, la Placa Norteamericana abarca gran parte del territorio mexicano, siendo el caso de Nuevo León un estado con actividad sísmica baja, siendo los municipios de la región citrícola los mayormente afectados, dejando de lado del municipio de General Escobedo de tener una alta o intensa actividad sísmica.

Geología histórica y evolución tectónica de la Sierra Madre Oriental

El cinturón plegado y cabalgado de la Sierra Madre Oriental corresponde a una cadena montañosa situada en el oriente de México, extendiéndose desde Parral, Chihuahua hasta Zongolica, Veracruz; está compuesta de rocas sedimentarias marinas clásticas y calcáreas del Mesozoico que sobre yacen a rocas del Precámbrico, Paleozoico y Mesozoico que integran el basamento del NE de México. Esta cadena montañosa representa a un cinturón plegado y cabalgado generado principalmente por deformación de cobertura temprana y de forma subordinada por la influencia de deformación de basamento tardía.

El paquete sedimentario que compone a la SMO fue depositado durante el desarrollo de una margen pasiva relacionada con la formación del Golfo de México. A partir del Triásico Tardío hasta el Berriasiano en el NE de México, inició la fragmentación de la Pangea que condujo a la generación de fosas y pilares que fueron paulatinamente invadidos por el mar



y que controlaron ampliamente las facies sedimentarias marinas a partir del Calloviano, depositándose primero gruesas secuencias de evaporitas y posteriormente rocas calcáreo–arcillosas, calcáreas y finalmente clástico–calcáreas durante la regresión marina regional disparada por el inicio de la Orogenia Laramide en el norte de México.



Fig 26. Mapa del territorio mexicano mostrando el área ocupada por la Sierra Madre Oriental en morado.

El levantamiento del cinturón de la SMO ha sido interpretado como producto de un décollement* regional y despegue de la secuencia marina del Mesozoico superior, disparado por la acreción del Terreno Guerrero Alisitos y la somerización del ángulo de subducción que controló la migración del magmatismo de arco del oeste de México hacia la parte interna del continente en el intervalo de tiempo entre los 80 y 40 Ma, semejante a lo que ocurrió en el SW de los Estados Unidos de Norteamérica, lo anterior aceleró la regresión marina regional en el NE de México.

Las estructuras asociadas al décollement, representan una deformación típica de cobertura culminando con el cabalgamiento de la secuencia sobre altos de basamento hacia el NE en Chihuahua, hacia el norte en el sur de Coahuila y hacia el E–NE entre Monterrey y Teziutlán, Puebla.

*Décollement es un plano de deslizamiento entre dos masas de roca, también conocido como un fallo de desprendimiento basal.

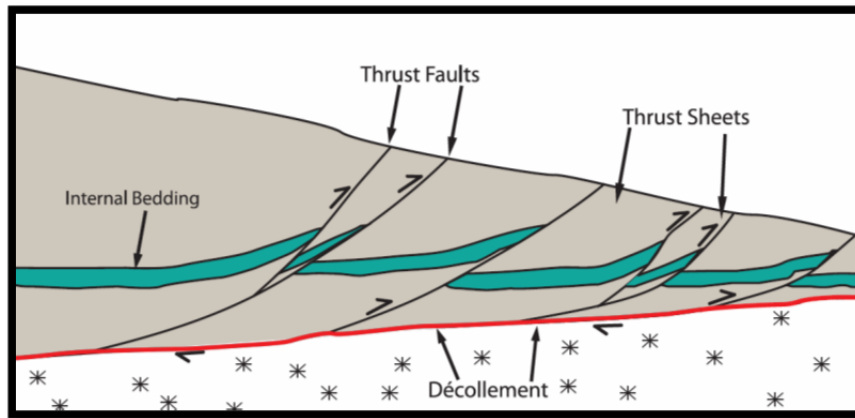


Fig 27. Imagen de Décollement

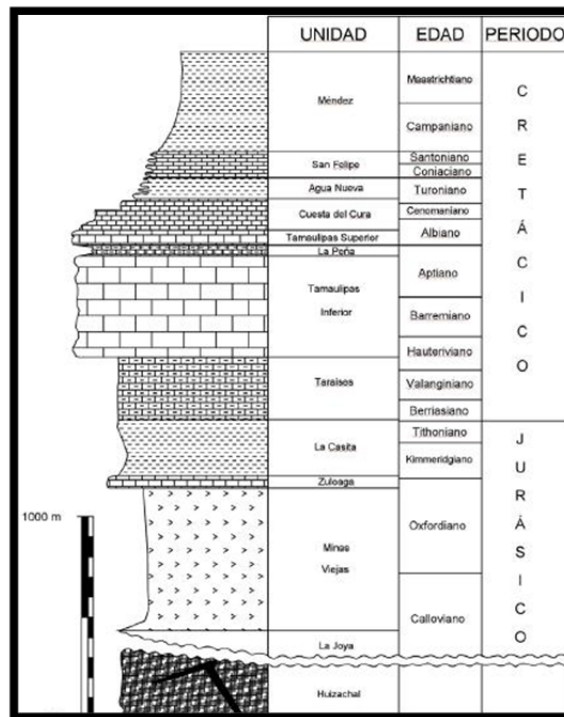


Fig 28. Columna estratigráfica de la Sierra Madre Oriental. Fuente Michalzik, 1988.

Relieve

El relieve del municipio está constituido por una gran llanura (lomerío suave con asociaciones de lomerío, bajadas y llanuras), interrumpido por dos elevaciones



clasificadas dentro del sistema de topomorfias, como sierra baja (Cerro del Topo) y valle intermontano (Sierra San Miguel).

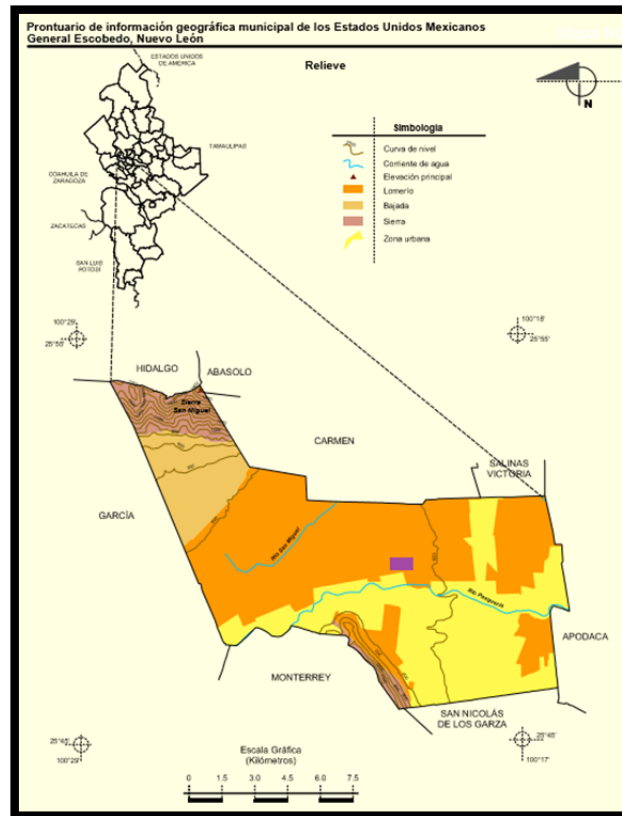


Fig 29. Relieve desglosado del municipio de General Escobedo, mostrando la T.A.S. en morado.

Lomerío y bajada son los relieves predominantes dentro del municipio siendo solo una pequeña parte de este constituida de sierra.

Geología

En el municipio afloran, en su mayor parte rocas sedimentarias y volcano sedimentarias de la era Cenozoica, periodo Cuaternario; las elevaciones se caracterizan por afloramientos rocosos de la edad Mesozoica: en el Cerro del Topo del Cretácico Inferior, constituido por calizas; la sierra de San Miguel, del Cretácico Superior, constituidos por calizas y lutitas; y pequeñísimas partes del territorio pertenecen a la era Mesozoica, periodo Terciario Superior y se constituyen de plioceno y conglomerado. De la buena interpretación geológica se deriva la vocación económica y las alternativas de uso de



dichas reservas. En Escobedo destacan las explotaciones en la Sierra de San Miguel, de donde se extraen básicamente materiales para construcción.

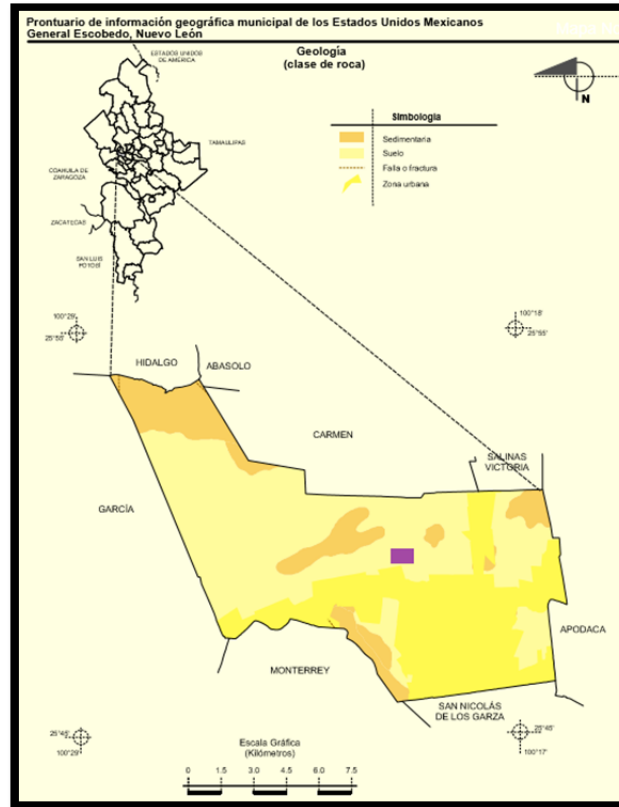


Fig 30. Geología y la clase de roca del municipio General Escobedo, mostrando la T.A.S. en morado

Geología

Una gran parte del suelo perteneciente a Escobedo, se constituye de asociaciones de feozemcalcárico y castañozemháplico; el Cerro del Topo presenta las asociaciones de litosol y regosolcalcárico; en las partes altas de la Sierra de San Miguel (El Fraile), se dan asociaciones de litosoles y rendzina; en las inmediaciones de la Sierra San Miguel dominan asociaciones de rendzina, regosolcalcárico y litosoles.

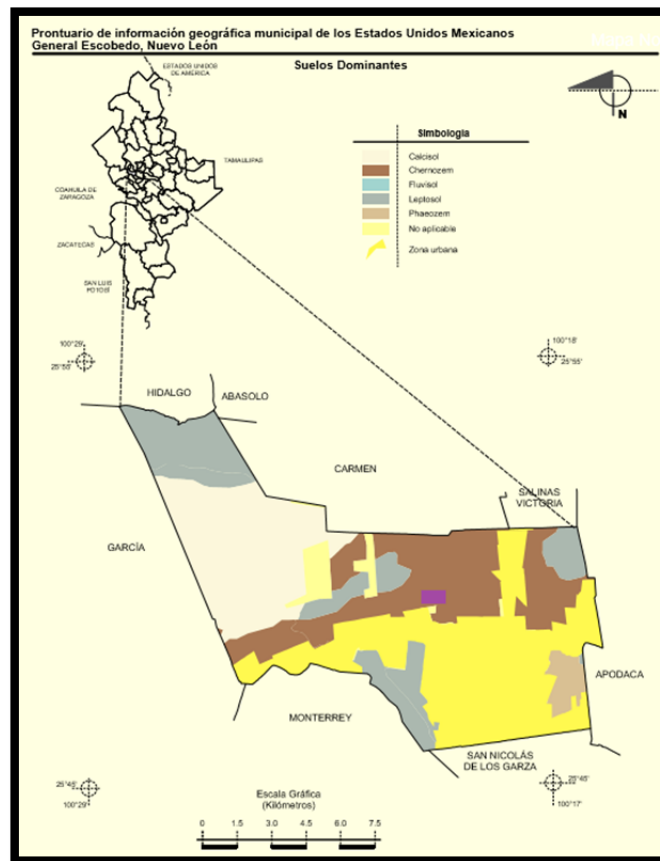


Fig 31. Tipo de suelos dominantes correspondiente al Municipio de General Escobedo, mostrando la T.A.S. en morado.

Suelo

El tipo de suelo predominante es comprendido por Calcisol y zona urbana principalmente mostrados en la figura 3.6.2 en blanco y amarillo respectivamente, siendo el resto del municipio ocupado por el tipo de suelo Chernozem, Leptosol y Phaeozem.

El origen de la palabra "Chernozem", proviene del ruso cherna: negro; y zemljá: tierra, lo cual significa literalmente, tierra negra. Característicamente son suelos alcalinos ubicados en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos. En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal, con algunas áreas de matorral como las llanuras y lamerías del norte de Veracruz o parte de la llanura costera tamaulipeca. Son suelos que sobrepasan comúnmente los 80 cm de profundidad y se caracterizan por presentar una capa superior de color negro, rica en materia orgánica y nutrientes, con alta acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo.



En México se usan para ganadería extensiva mediante el pastoreo o intensiva mediante pastos cultivados con rendimientos de medios a altos; en la agricultura son usados para el cultivo de granos, oleaginosas y hortalizas con rendimientos generalmente altos, sobre todo si están bajo riego. Se consideran en estado natural un poco más fértiles que los Castañozems y son moderadamente susceptibles a la erosión.



Fig 32. Atlas nacional de Riesgo. Municipio de General Escobedo

El Atlas de riesgo ofrece una descripción de indicadores de peligro, mostrando las zonas con valor muy alto a susceptibilidad de laderas(rojo), valor alto a sequías y sustancias inflamables (naranja), con valor medio inundaciones, ondas cálidas y sustancias tóxicas (amarillo), valor bajo tormentas eléctricas, granizo, bajas temperaturas y sismos (verde claro), valor más bajo ciclones tropicales y nevadas (verde oscuro), quedando fuera de peligro por susceptibilidad a tsunami (gris). Fuente CENAPRED.

Corrimientos de tierra (Deslizamientos)

Los deslizamientos son movimientos de una masa de materiales térreos pendiente abajo, delimitada por una o varias superficies, planas o cóncavas, sobre las que se desliza el material inestable. Este es uno de los problemas naturales más destructivos, como es la inestabilidad de las laderas, lo cual presenta una amenaza para la vida y bienes materiales de la población, ya sea por derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos complejos. (Santiago L., 2001).

Como se muestra en el mapa 3.6.1 el municipio puede ser susceptible a laderas, pero en el caso del presente proyecto, siendo ubicado en una zona plana, no corre ningún peligro al respecto de corrimientos de tierra ya que no existe cerca de este sitio alguna ladera que pudiese con el paso de tiempo provocar algún accidente o inconveniente a la T.A.S. General Escobedo.



Derrumbamientos o hundimientos

Región Hidrológica Administrativa

La RHA VI Río Bravo se localiza en la zona norte del país, en la frontera con los Estados Unidos de América, con quien comparte la cuenca de este río, por lo que adquiere la característica de internacional, cuya administración se contempla en el Tratado Internacional de Aguas de 1944 (TIA). Comprende la totalidad del estado de Nuevo León y parte de los estados de Coahuila de Zaragoza, Chihuahua y Tamaulipas Cuenta con una extensión territorial total de 388,810 km² equivalente al 19.9% de la superficie terrestre de la República Mexicana. Administrativamente está integrada por 144 municipios: 31 en Coahuila de Zaragoza, 52 en Chihuahua, 51 en Nuevo León y 10 en Tamaulipas.



Fig 33. Región hidrológica administrativa VI Río Bravo. Fuente SEMARNAT.

La región está hidrológicamente integrada por 77 subcuencas hidrológicas, según lo publicado en el DOF2. Para coordinar el proceso de la administración integrada del agua, el Organismo de Cuenca Río Bravo, responsable de la gestión de la RHA VI RB, tiene el apoyo de un consejo de cuenca integrado por los diferentes representantes de los grupos de interés más importantes de las cuencas de los ríos Conchos y Bravo. General Escobedo comprende 0.04% de territorio de la RHA VI Río Bravo con un total de 149Km².

Los principales afluentes del río Bravo son los ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escobedo, Salado y arroyo Las Vacas, cuyas aguas se encuentran parcialmente



comprometidas en el TIA, y los ríos Álamo, Santa Catarina y San Juan. Además de la región

hidrológica 24 Bravo-Conchos, incluye además la 34 Cuencas Cerradas del Norte y parcialmente las 25 San Fernando-Soto La Marina, 35 Mapimí y 37 El Salado.

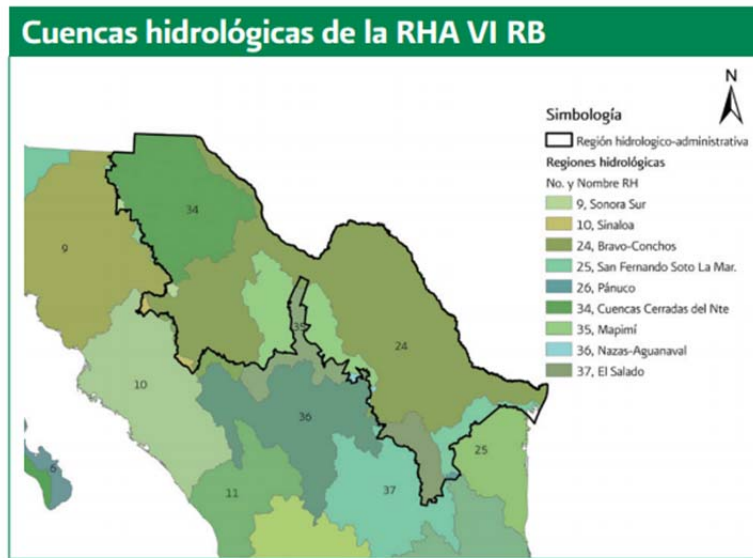


Fig 34. Cuencas hidrológicas de la RHA VI de Río Bravo. Fuente SEMARNAT

La cuenca correspondiente al municipio de General Escobedo es Bravo-Conchos, mostrado en la figura 3.6.8, dentro del estado de Nuevo León conformándose en gran parte de ésta misma. El número de eventos y la densidad de población hacen de Juárez Bravo Chihuahua, Monterrey N.L. y Tamaulipas Norte las zonas con mayor impacto de inundaciones, en forma recurrente. En el otro extremo, la región tiene una alta vulnerabilidad a las sequías que periódicamente se presentan.



Región hidrológica administrativa	Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Superficie de microcuenca
RHA VI Bravo	Río Bravo-Conchos	Río Bravo y Río San Juan	Río Pesquería y Río Salinas	Ciénega de Flores (Arroyo)	11932.5 (Ha)

Tabla 3. Desglose región hidrológica correspondiente para el municipio de General Escobedo, Nuevo León. Fuente SEMARNAT.

Dentro de la región hidrológica correspondiente, en este caso VI Río Bravo, se subdividen las zonas en diferentes apartados más específicos. El proyecto T.A.S. General Escobedo está situada dentro de la región RH24Bd como se muestra en el mapa 3.6.2 junto con la hidrografía presente en la zona.

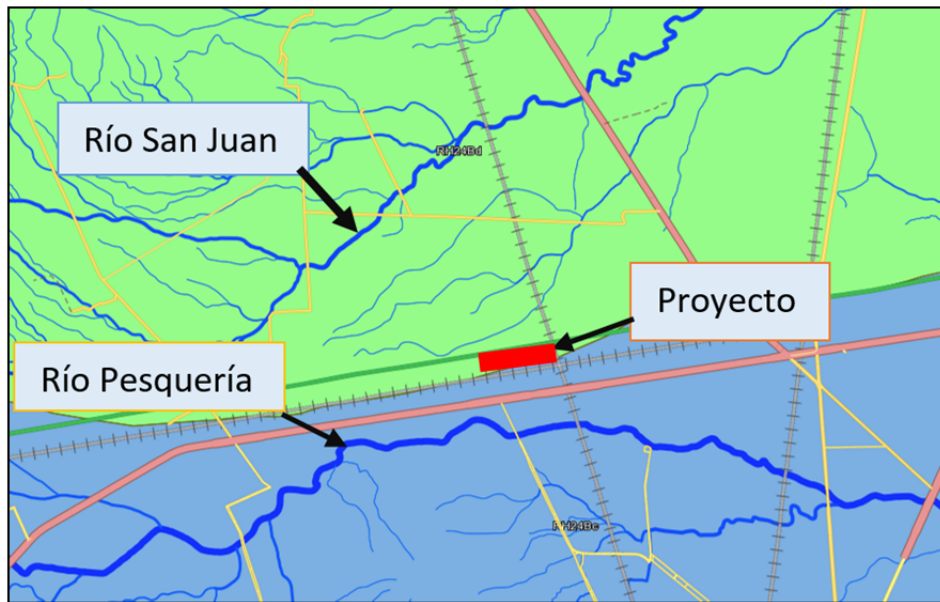


Fig 35. Ubicación TAS (rojo) subcuenca RH24Bc (azul) y subcuenca RH24Bd (verde) la cual corresponde al proyecto. Fuente SIATL.



La cuenca del río San Juan es un sistema hidrológico que incluye agua superficial y subterránea, y actúa como un sistema de drenaje natural que, en buen estado, ayuda a incrementar la disponibilidad y calidad del agua y protege a la ciudad contra inundaciones; la cuenca del río San Juan brinda estos beneficios a los más de 5 millones de personas que la habitan.



Fig 36. Parte de la cuenca hidrológica Río Bravo y Río San Juan correspondiente al estado de Nuevo León.

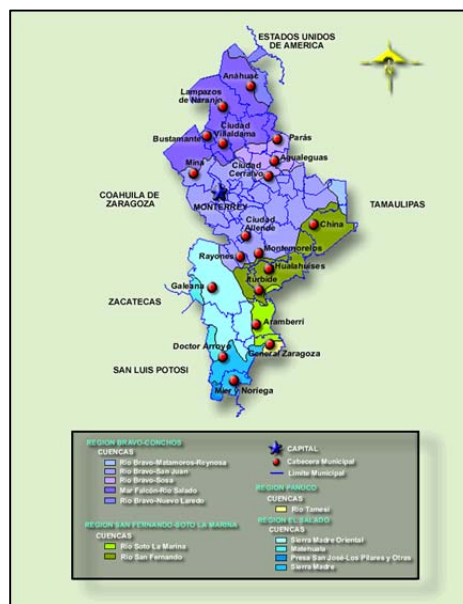


Fig 37. Hidrografía del Estado de Nuevo León.



Como se ha mencionado anteriormente, el municipio de General Escobedo es parte de la región hidrológica VI Río Bravo, así mismo dentro de ésta es parte de la región Bravconchos y de manera más particular a la cuenca hidrológica Río Bravo y Río San Juan, demostrativo de esto se encuentra en la imagen 3.6.4 y 3.6.5 desglosando así mismo las cuencas correspondientes a los diferentes municipios del estado de Nuevo León.

Precipitación

El rango de temperaturas dentro del municipio está dentro de un promedio de 18 - 24°C, teniendo una precipitación entre 300 - 600 mm, lo cual torna a que el clima sea principalmente cálido, siendo sus variables de seco muy cálido y cálido (74%), seco semicálido (25.9%), semiseco muy cálido y cálido (0.1%).

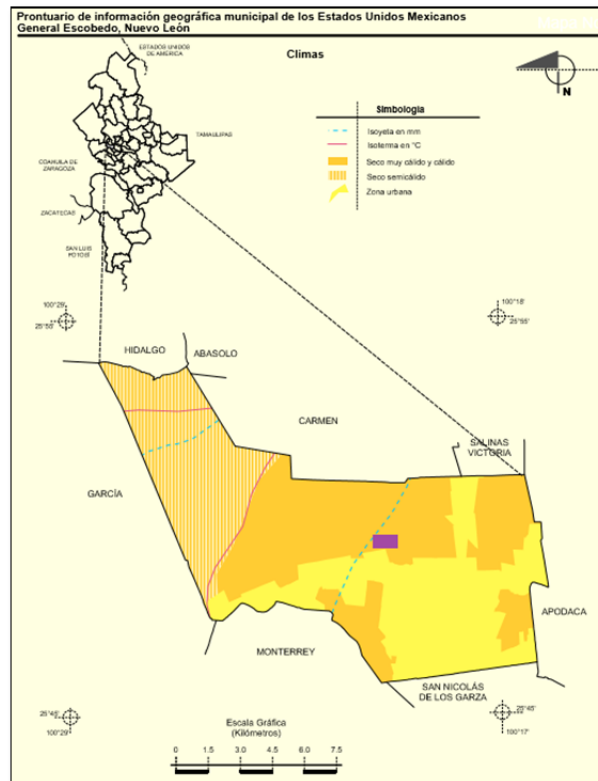


Fig 38. Clase de climas presentes en el municipio de General Escobedo, mostrando en morado la T.A.S.

Los pasados datos ratifican el hecho de que el municipio es una zona con climas secos cálidos, con ausencia de lluvia en la mayor parte del año. Estos datos confirman el hecho de que el municipio no corre peligro por cuestiones de hundimientos o inundaciones.



Escurremientos

La información acerca de escurrimientos en una sección de interés sobre una corriente es necesaria para diseñar obras de aprovechamiento o de protección. En muchas ocasiones, el diseñador se encuentra con poca o ninguna información de mediciones directas que le permitan conocer la historia de los escurrimientos en el sitio de interés, por lo que tiene que recurrir a estimarlos a partir de los datos de precipitación.

Además, cuando la cuenca ha estado o estará sujeta a cambios de importancia como, por ejemplo, la construcción de obras de almacenamiento, urbanización y deforestación en algunas partes, entre otros, estos cambios modifican el régimen del escurrimiento, por lo que su registro histórico no representa correctamente el comportamiento futuro de la corriente. En esos casos, y evidentemente en los problemas de predicción de avenidas a corto plazo, es necesario contar con un modelo que permita estimar los escurrimientos a partir de las características de la lluvia, tomando en cuenta las condiciones de la cuenca. (Díaz, D. 2005).

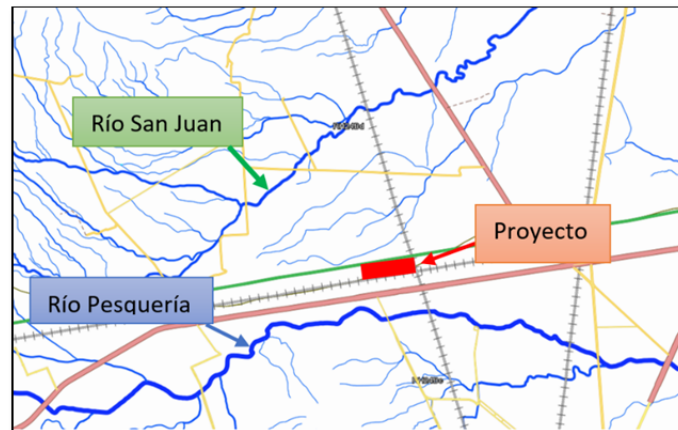


Fig 39. Ubicación del proyecto y la hidrografía circundante. Fuente SIATL.

El municipio de General Escobedo es atravesado por dos cauces, los cuales son el río Pesquería y el río San Juan, los cuales debido a la cercanía del proyecto se describirán a continuación:



Corriente Río San Juan

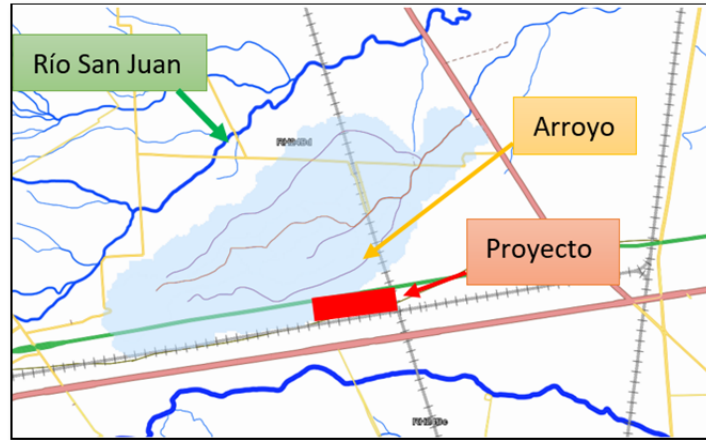


Fig 40. Río San Juan y sus respectivos arroyos dirección río arriba, recalcando el más cercano (amarillo) de ellos hacia la T.A.S. (rojo), General Escobedo. Fuente SIATL.

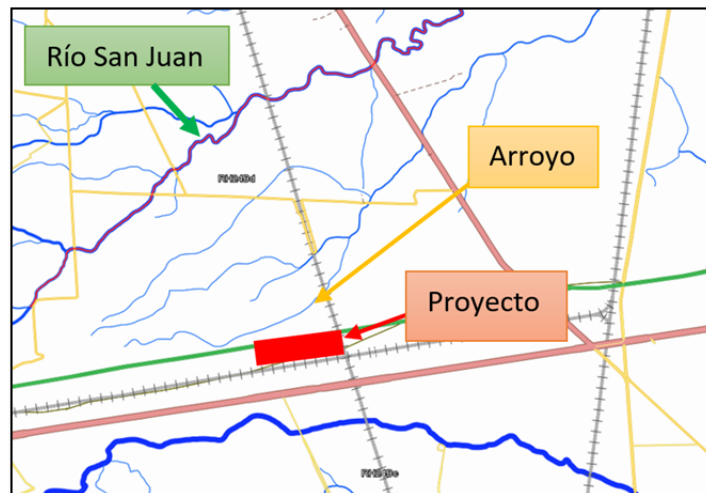


Fig 41. Río San Juan y sus respectivos arroyos dirección río abajo recalcando el más cercano (amarillo) de ellos hacia la T.A.S. (rojo), General Escobedo. Fuente SIATL.

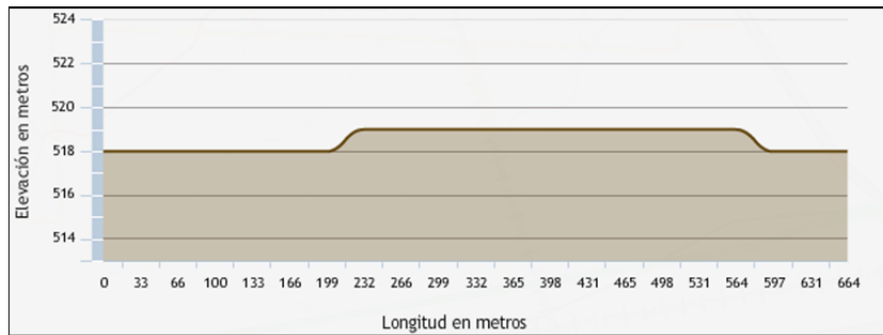


Tabla 4. Perfil de elevaciones. Diferencia de elevación entre el terreno del proyecto y el Río San Juan. En 0 metros se parte desde la T.A.S., acabando en 664 metros, siendo el arroyo más cercano del Río San Juan el analizado. Fuente SIATL.

Dentro de la hidrología del Río San Juan, en las imágenes 3.6.7 y 3.6.8 se describen las corrientes río arriba y río debajo del arroyo perteneciente al río San Juan, el cual presenta un riesgo para la T.A.S. ya que la distancia que hay entre estos es de casi 700 metros aproximadamente, y la diferencia de elevación del terreno se limita a solo 1 metro mostrándose en la tabla 3.6.2 Perfil de elevaciones, siendo esto un posible problema en caso de inundaciones.

Corriente Río Pesquería

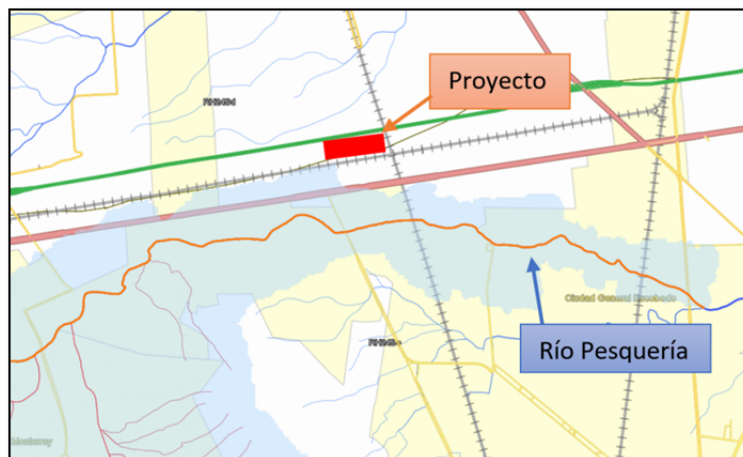


Fig 42. Río Pesquería dirección río arriba, T.A.S. (rojo), General Escobedo, N.L.
Fuente SIATL.

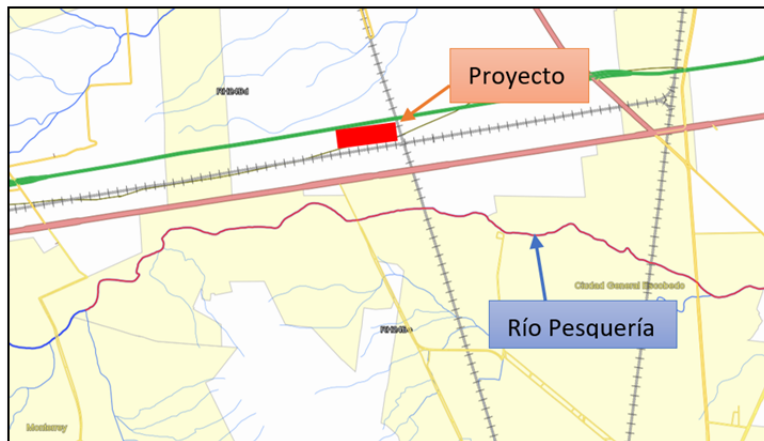


Fig 43. Río Pesquería dirección río abajo, T.A.S. (rojo), municipio General Escobedo.
Fuente SIATL.

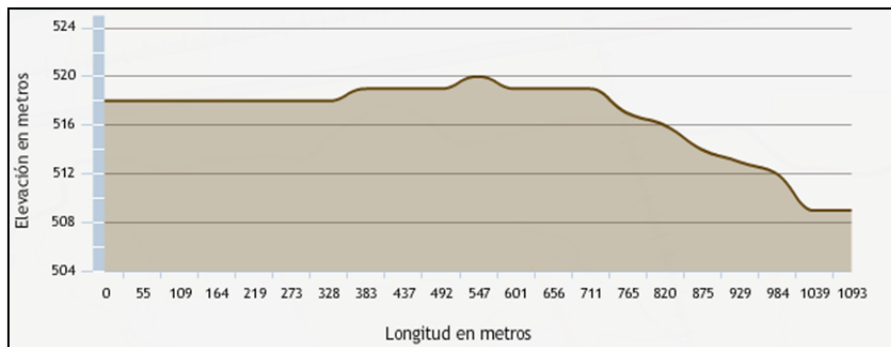


Tabla 5. Perfil de elevaciones. Diferencia de elevación entre terreno del proyecto y el Río Pesquería. En 0 metros se parte desde la T.A.S., acabando en 1,093 metros en el Río Pesquería en su punto más cercano al proyecto. Fuente SIATL.

EL Río Pesquería es el afluente con mayor tamaño dentro del municipio de General Escobedo, se encuentra a 1.1 km de distancia aproximadamente del proyecto, pero la diferencia en el perfil de elevaciones los distingue por 11 metros, lo cual no representa un peligro para la T.A.S. en caso de inundación.

Hidrología superficial

Por lo que respecta a la Hidrología, el municipio es atravesado de Poniente a Oriente por el Río Pesquería, el cual constituye la mayor fuente del Río San Juan, que a su vez es el segundo afluente de importancia del Río Bravo. Las rocas y suelo del municipio, casi en



su totalidad son suelos aluviales y conglomerados con presencia comprobada de agua, clasificados como material no consolidados con posibilidades altas de permeabilidad; el resto del municipio (una pequeña parte) está constituido principalmente por rocas lutílicas o sea material consolidado con posibilidades de permeabilidad bajas. Una pequeña parte de la mancha urbana presenta permeabilidad media en materiales consolidados.

Vinculación

La zona del proyecto tiene cerca dos cauces, el río San Juan y el río Pesquería, los cuales se describieron anteriormente, siendo un arroyo perteneciente al río San Juan el mayor problema que pueda llegar a presentar la T.A.S. General Escobedo, debido a que el perfil de elevación se distingue entre estos dos puntos por solo 1 metro de altura, lo cual en alguna situación extrema puede llegar a inundar o causar problemas dentro o en los alrededores de las instalaciones del proyecto.

El terreno estudiado no presenta ningún tipo de peligro correspondientemente a padecer derrumbamientos o hundimientos, principalmente por el clima seco cálido característico, a sus escasas lluvias y por última instancia a los ríos dentro del municipio de General Escobedo, los cuales se encuentran en una distancia considerable de la zona, estando ubicado el río pesquería a 1.1 kilómetros de distancia aproximadamente desde su punto más cercano al proyecto y una elevación de 11 metros aproximadamente, teniendo así efecto nulo hacia las instalaciones de la T.A.S. de manera directa, lo cual reitera el ser descartada de peligro la zona considerada para el proyecto.

Erosión

La degradación del suelo se refiere a los procesos inducidos por las actividades humanas que disminuyen su productividad biológica y su capacidad actual o futura para sostener la vida humana (Oldeman, 1998). Resulta de la interacción de factores ambientales, como el tipo de suelo, la topografía y el clima, y de factores humanos, como la deforestación, el sobrepastoreo y el uso de los recursos naturales.

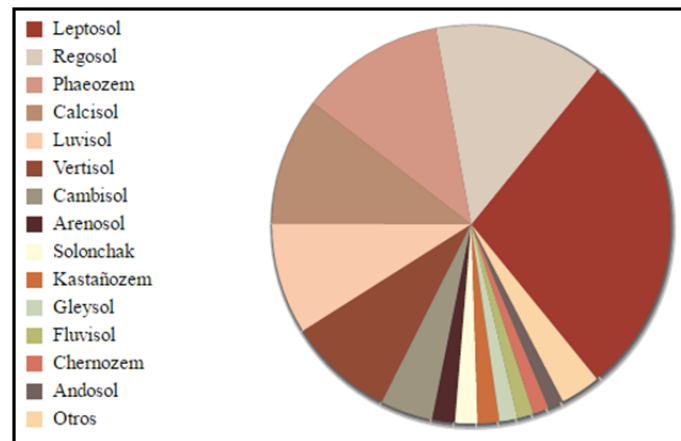


Fig 44. Superficie relativa de los principales grupos de suelo en México, 2007. Fuente INEGI

De acuerdo con el INEGI (2007), en México existen 26 de los 30 grupos de suelo reconocidos por el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (FAO-ISRIC-ISSS, 1998); siendo los dominantes los Leptosoles (28.3% del territorio), Regosoles (13.7%), Phaeozems (11.7%), Calcisoles (10.4%), Luvisoles (9%) y Vertisoles (8.6%), que en suma cubren 81.7% del país.

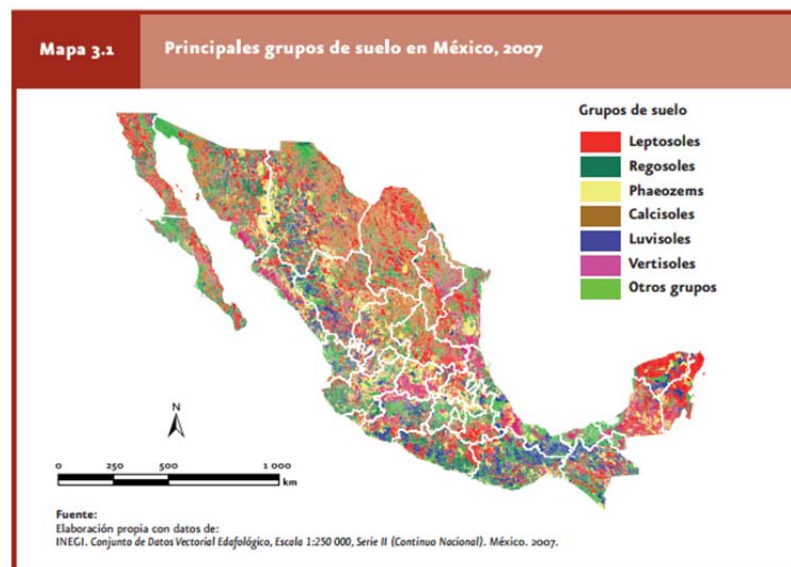
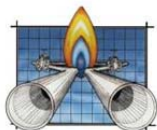


Fig 45. Principales grupos de suelo en México. Fuente INEGI

Las diferentes actividades agropecuarias, así como la reducción de la cubierta vegetal, exponen al suelo a la degradación. Las principales causas de degradación de suelos a



nivel nacional son: actividades agrícolas (17.44% del territorio); sobrepastoreo (17.45%); deforestación y remoción de la vegetación (7.38%); urbanización (1.45%); sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico (1.07%); y, actividades industriales (0.23% de la superficie del país).

Tipo	Superficie (ha)	Contribución (%)
Erosión eólica	1,187,780	18.9
Erosión hídrica	667,210	10.6
Degradación química	614,340	9.8
Degradación física	73,480	1.2

Tabla 6. Superficie afectada por degradación del suelo en Nuevo León. Fuente SEMARNAT

Una gran parte del suelo perteneciente a General Escobedo se constituye de asociaciones de feozemcalcárico y castañozemháplico; el Cerro del Topo presenta las asociaciones de litosol y regosolcalcárico; en las partes altas de la Sierra de San Miguel (El Fraile), se dan asociaciones de litosoles y rendzina; en las inmediaciones de la Sierra San Miguel dominan asociaciones de rendzina, regosolcalcárico y litosoles.

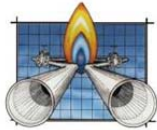
Vinculación

Dentro del municipio de General Escobedo se encuentra una gran variedad de tipo de suelos, para el caso de la ubicación del proyecto este se encuentra en el tipo de suelo llamado chernozem, el cual es utilizado principalmente para la agricultura ya que es rico en nutrientes, teniendo como desventaja la rápida erosión eólica de este, lo cual es un punto a analizar respecto al tipo de suelo sobre el cual se construirá el proyecto, teniendo en cuenta alternativas para evitar este inconveniente y prevenir daños en las instalaciones de la T.A.S. General Escobedo.

Peligro radiológico

Estrictamente hablando de peligros radiológicos el municipio de General Escobedo no cuenta con empresas que manejen o transporten este tipo de materiales, por lo cual no se debe hacer énfasis en este tema. Sin embargo, existen otro tipo de sustancias las cuales representan un peligro para quienes estén cerca si estas no son manejadas debidamente o en caso de accidente.

Todas las actividades realizadas por el hombre a los efectos de obtener algún beneficio material implican, inevitablemente, riesgos de producir efectos dañinos en los individuos o



en la sociedad. Así, actividades tales como las industriales, comerciales, deportivas, turísticas, etc. propenden, por un lado, a mejorar las condiciones de la vida diaria de las personas, pero conllevan, por el otro, la posibilidad de ocurrencia de accidentes con consecuencias no deseadas para las mismas.

Las tareas humanas que involucran la utilización de materiales radiactivos y radiaciones ionizantes están, obviamente, comprendidas dentro de los conceptos generales hasta aquí expuestos. Dichas tareas aportan significativos beneficios en ámbitos tan diversos como, por ejemplo, la medicina, la agricultura o la generación de energía eléctrica, beneficios que, para ser aceptables, no deben implicar riesgos que excedan los normalmente admitidos en la vida diaria en relación con otras actividades o situaciones humanas.

De los posibles peligros que se encuentran cerca de la T.A.S. de General Escobedo se seleccionaron los que pudiesen ser los de mayor preeminencia mostrándose en la próxima tabla:

Empresa	Dirección	Municipio	Tipo de residuo
Productos Químicos el Rey, S.A. de C.V.	Libramiento Noreste Km. 27.5, General Escobedo	General Escobedo	Cloruro ferroso.
*Quimicompuestos, S.A. de C.V.	Av. De la Fundición No. 318, Col. Parque Industrial Escobedo	General Escobedo	Solventes sucios
Quimicompuestos, S.A.P.I. de C.V.	Av. De las Torres No. 207, Parque Industrial General Mariano Escobedo	General Escobedo	Solventes gastados
Soluciones Ambientales Carriaga, S.A. de C.V.	Circuito Industrial Humberto Lobo No. 8110 Parque Industrial Mitras 66000	García	Tierras y cenizas con alto contenido de metales provenientes de los procesos de inmersión en caliente, rebabas o virutas de proceso, de equipo de molienda u hornos de fundición, dichos residuos contienen zinc, aluminio y cobre contaminados con arsénico, bario, cadmio, mercurio, plomo, plata, níquel o selenio, y reciclaje de polioles
Ternium México, S.A. de C. V.	Av. Universidad No. 992, Cuauhtémoc,	San Nicolás de los Garza C.P.	Reciclaje de licor de ácido clorhídrico (cloruro ferroso gastado) proveniente de procesos de



	66450. San Nicolás de los Garza, Nuevo León. Tel. (81) 88 65 28 28	decapado de acero de terceros
Ternium México, S.A. de C.V. (Planta Churubusco) (antes IMSA MEX, S.A. de C.V.)	Av. Churubusco No. 1000 Fracc. Santa Fe 64560 Monterrey	Cloruro ferroso del proceso de decapado, para obtener ácido clorhídrico

Tabla 7. Empresas autorizadas que manejan productos con residuos peligrosos.
Fuente SEMARNAT

Vinculación

El municipio de General Escobedo está libre de peligros radiológicos, pero en cuestión a productos con residuos peligrosos existen varias empresas calificadas para hacer uso o transporte de éstos, los cuales se mencionaron anteriormente.

Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales inician su desarrollo como pequeñas perturbaciones atmosféricas en las zonas del planeta y en las épocas del año que cumplen con las condiciones necesarias para su formación e intensificación. La perturbación es simplemente una zona de menor presión que se manifiesta como una ondulación en las líneas de igual presión características de los mapas meteorológicos. En este momento se le conoce como una onda tropical y aún no se considera un ciclón.

Estas ondas tropicales se presentan continuamente y tienen un movimiento general del Este hacia el Oeste. Cuando el conglomerado nuboso de la onda tropical comienza a organizarse, la presión desciende hasta cerca de los 1000 hectopascales (hPa), y el viento sostenido aumenta en superficie a una velocidad máxima de 62 km/h, el sistema se denomina depresión tropical. Para identificar a una depresión tropical se utilizan números consecutivos, en secuencias distintas para el Océano Atlántico del Norte y para el Océano Pacífico Nororiental (que son las dos zonas de ciclones tropicales que afectan a México). Al rebasar los vientos los 63 km/h se clasifica al ciclón tropical como una tormenta tropical, si la tormenta llega a intensificarse lo suficiente para rebasar vientos de 119 km/h, entonces se le clasifica como huracán.

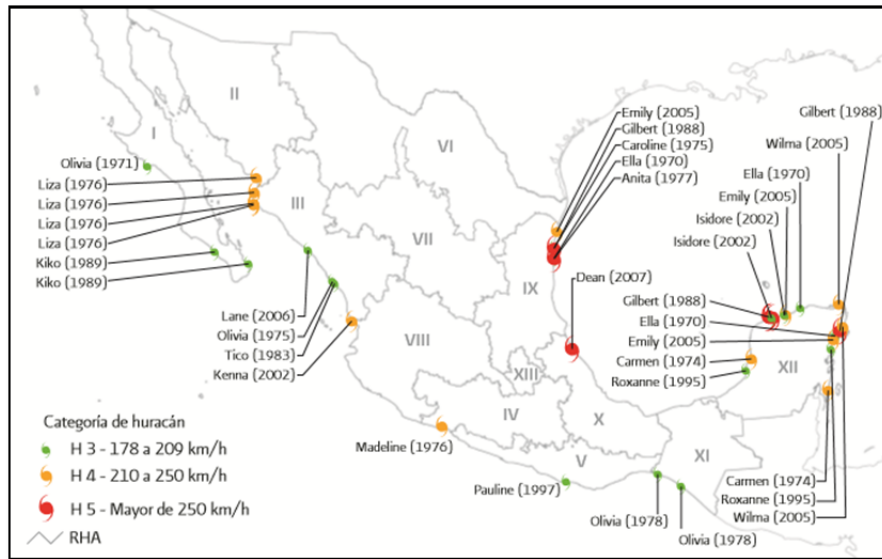


Fig 46. Regiones Hidrológicas Administrativas y los respectivos huracanes intensos (categorías H3-H5), 1970-2009. Fuente CONAGUA

Huracán Gilberto

Todo inició el 8 de septiembre de 1988, fecha en que se formó la depresión tropical No. 12 de la temporada, la cual, dos días después se transformaría en el que hoy conocemos como el huracán “Gilberto”, el cual alcanzó vientos máximos de 296 km/h., colocándose como el tercer huracán con vientos más intensos desde que se tiene registro. La Organización Meteorológica Mundial (OMM) lo tiene considerado como uno de los más intensos y devastadores registrados en el océano Atlántico durante el siglo XX, el cual asoló el Caribe y el golfo de México por cerca de nueve días. Inició su trayecto en las Antillas Menores, cruzó el Caribe y el Golfo de México, y culminó en Monterrey el viernes 16 de septiembre. Primero llegó a Jamaica, enseguida a la península de Yucatán, en México, como un huracán de categoría cinco, y posteriormente impactó tierra por tercera y última vez por San Fernando, Tamaulipas.

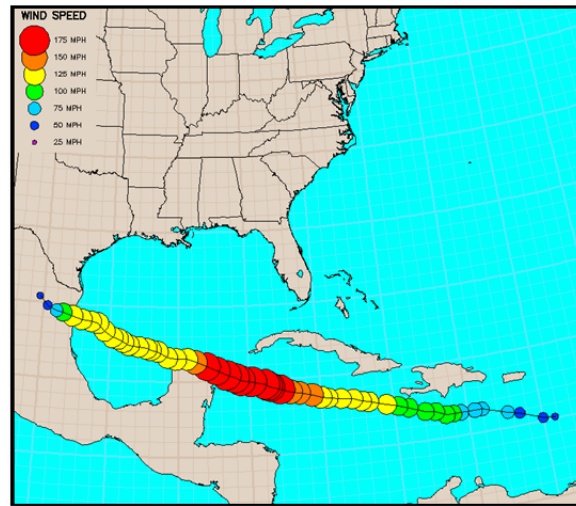


Fig 47. Trayectoria final tormenta tropical Gilberto 1988

Huracán Emily

Emily, designada así la tormenta tropical el día 11 de julio, con centro localizado a 1,610 km al Este-Sureste de las Antillas Menores, vientos de 75 km/h y movimiento hacia el Oeste a 20 km/h. Posteriormente, el ciclón tropical avanzó sobre una región muy favorable para intensificarse a huracán por la noche del día 13 de julio con centro ubicado a 70 km al Este-Sureste de la Isla de Granada. Durante las primeras horas del día 15 de julio, “Emily” alcanzó categoría IV, con vientos máximos sostenidos de 215 km/h y presión de 952 hPa. El día 18 de julio, un poco después de las 2:00 de la mañana, “Emily” tocó tierra en las inmediaciones de Tulúm, Q. R., en categoría IV de la escala de huracanes Saffir-Simpson, con vientos máximos sostenidos de 215 km/h, rachas de 260 km/h y una presión mínima de 955 hPa.

Al desplazarse sobre tierra y encontrarse con las montañas de la Sierra Madre Oriental, “Emily” siguió perdiendo fuerza por lo que a las 16:00 horas cuando se encontraba a 80 km al sureste de Monterrey, N. L., se degradó a tormenta tropical, presentando vientos máximos sostenidos de 110 km/h con rachas de 140 km/h. La tormenta tropical “Emily” siguió su desplazamiento con rumbo predominante hacia el Oeste, el cual mantuvo desde su entrada a tierra y así, en las últimas horas del día 20, se ubicó a 75 km al Sur de la ciudad de Monterrey, N. L., con vientos máximos sostenidos de 85 km/h y rachas de 100 km/h. El día 21 a las 4:00 horas, cuando se encontraba a 50 km al Sur de Saltillo, Coah., “Emily” se debilitó a depresión tropical, presentando vientos máximos sostenidos de 55 km/h con rachas de 75 km/h. A las 10:00 horas “Emily” entro en proceso de disipación y se emitió el último aviso con centro localizado en el Sur de Coahuila.



A lo largo de su trayecto, el huracán “Emily” afectó con lluvia, viento y oleaje, primero a los estados de Quintana Roo y Yucatán y posteriormente en el Noreste del país, a los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, donde se registraron importantes daños materiales.



Fig 48. Trayectoria final tormenta tropical Emily 2005.

Huracán “Alex”

El ciclón tropical “Alex” cruzó la península de Yucatán el 27 de junio con vientos de 65 km/h y posteriormente impactó por segunda ocasión el día 30 de junio con vientos de 165 km/h (categoría 2) en Laguna Madre, Tamaulipas. Posteriormente cruzó los estados de Nuevo León y Coahuila; el sistema generó una lluvia máxima de 446 mm en la estación de La Estanzuela, en Monterrey, Nuevo León. Se reportaron daños muy significativos por inundaciones en Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila. La Coordinación General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación reportó oficialmente la pérdida de 16 vidas humanas en Nuevo León y cinco en San Luis Potosí.



Fig 49. Trayectoria final tormenta tropical Alex 2010.



Tormentas tropicales –Nuevo León 1988-2010			
Nombre	Año	Vientos máximos	Presión mínima
<i>Gilbert</i>	1988	296 km/h	888 hPa
<i>Emily</i>	2005	250 km/h	929 hPa
<i>Alex</i>	2010	165 km/h con rachas de 205 km/h	947 hPa

Tabla 8. Tormentas tropicales en Nuevo León ciclo 1988-2010. Fuente CONAGUA

Vinculación

Haciendo un breve resumen en la tabla 3.6.5 se describieron las tres tormentas tropicales más enigmáticas que han llegado a tocar el municipio de General Escobedo, llegando estos a categoría de huracán es imprescindible el diseño adecuado para la T.A.S. así como de los tanques almacenadores, preparándose así para cuestiones extremas hablando de tormentas tropicales.

III.7 HISTORIAL EPIDÉMICO Y ENDÉMICO DE ENFERMEDADES CLÍNICAS

Viruela

En el marco del siglo XVIII, donde el Nuevo Reino de León se integraba a la producción de la Nueva España, se suscitó un acontecimiento importante en 1798, cuando los habitantes sufrieron de una epidemia de viruela que había sacudido la provincia de Guatemala. Es considerada la primera epidemia y la más fuerte de la historia de Monterrey. La viruela es ocasionada por un virus del género Variola, y se caracteriza por la gran cantidad de erupciones con pústulas que aparecen en el cuerpo y por la fiebre alta de una persona infectada.

Cólera Morbus, 1833

Otro del contagio más mortal que resistieron los regiomontanos fue provocado por el cólera morbus en agosto 1833, que se caracteriza por diarrea acuosa profusa, vómitos y entumecimiento de las piernas. Los meses más fuertes de la infección se registraron entre agosto, septiembre y octubre de ese año. Algunas crónicas refieren que los cadáveres eran transportados a los camposantos en carretas y sepultados inmediatamente para evitar el contagio de este mal. Incluso, el gobernador del estado ordenó que los festejos del 16 de septiembre se pospusieran hasta el 4 de octubre, debido a que la epidemia no había cedido en sus embates a la población. Al final, el recuento de los daños



ocasionados por la infección es frío, y se habla que ocasionó 667 decesos de los 886 que se suscitaron en todo el año, el equivalente a una sexta parte de la población de Monterrey.

Influenza A N1H1, 2009

Otra de las epidemias que generaron pánico entre la población regiomontana, es la variante de la gripe conocida como Influenza tipo A N1H1 que afectó a México y Nuevo León entre abril y octubre del 2009. Esta enfermedad se transmite por medio del estornudo o contacto con personas con el virus, que entra al cuerpo por la vía de la nariz, boca y ojos, y sus síntomas son fiebre mayor a 38° C, tos, dolor de cabeza y articulaciones. Durante el periodo comprendido, se vivió en todo el país un estado de alerta, que involucró campañas de difusión sobre sus cuidados para evitar el contagio, suspensión de actividades educativas, entre otras. En México se produjeron 1,329 muertes por esta enfermedad de más de 72,548 casos confirmados.



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

Integración socioeconómica

El Municipio de General Escobedo forma parte de una zona conurbada compuesta por nueve municipios. Por su acelerado crecimiento y significativas transformaciones que ha experimentado en los últimos años, así como por la privilegiada ubicación geográfica y sus reservas territoriales para futuro crecimiento con las que cuenta, lo convierte en un municipio atractivo para la inversión de nuevos desarrollos. Ante esta situación, el municipio enfrenta hoy día, grandes retos que de no ser superados podrían convertirse en obstáculos y desventajas competitivas ante el resto de los municipios conurbados.

De ahí se desprende la necesidad de seguir impulsando el desarrollo urbano ordenado y sustentable, a través de la planeación, reglamentación y consulta ciudadana, generando programas, proyectos y acciones que se traduzcan en obras trascendentes que ofrezcan funcionalidad, comodidad, seguridad y beneficio social.

En el Norte del Municipio de Escobedo, se cuenta con una gran área de oportunidad en materia de desarrollo urbano que, por cuestiones orográficas, así como por la barrera natural del Río Pesquería, impedían el desarrollo de esa área, actualmente esta zona cuenta con un 33% desarrollado de los cuales un 22% son habitacionales, 6% industrial, 2% mixto y 3% comercial teniendo el 15% de área no urbanizable como es el de la Sierra de San Miguel, como se muestra en la siguiente gráfica.

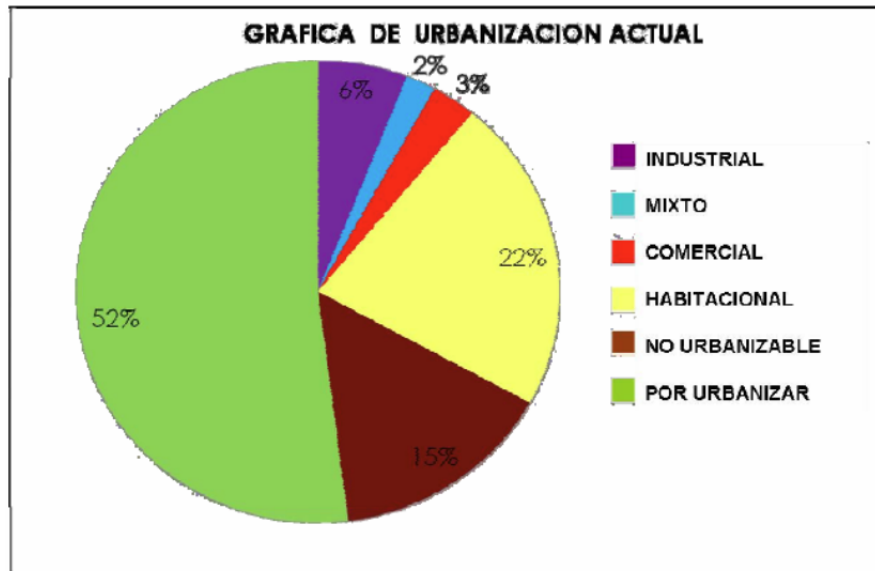


Fig 50. Gráfica representativa de la situación del desarrollo del Norte del Municipio de Escobedo

ESTRATEGIAS Y ACCIONES

Los problemas evaluados y ponderados en el Plan de Desarrollo Urbano representan un reto al planteamiento del desarrollo del municipio. Para afrontarlo con acierto, se ha propuesto abordar la problemática a través de las siguientes políticas y programas estratégicos:

Rubro	Objetivos	Estrategias	Relación con el proyecto
EJE 2. ESCOBEDO PROGRESA	<p>II.3 Economía fuerte</p> <p>II.3.1 Ciudad competitiva</p> <p>Transformar en ventajas de ciudad competitiva, la capacidad de nuestra infraestructura para el desarrollo de la industria, el comercio y los servicios, la modernidad de nuestros factores que determinan la localización de la inversión, la mejora permanente de la regulación municipal y la</p>	<p>II.3.1.1 Establecer estándares municipales para la promoción y gestión de nuestras ventajas competitivas, ubicación geográfica, plataforma logística industrial y capital humano calificado.</p> <p>II.3.1.3 Gestionar la modernización del sistema ferroviario con acciones de mejora del flujo vehicular.</p>	<p>La Terminal de Abastecimiento y Suministro aprovechara la ubicación geográfica y las características del terreno para construir sus instalaciones ya que son las adecuadas para proyectos de esta magnitud, haciendo un fuerte uso de las vías ferroviarias para la recepción de productos disminuyendo el tráfico vehicular, siendo este necesario solo para el suministro de los bienes hacia</p>



	gestión en línea de los trámites y servicios municipales.		las diferentes entidades.
	<p>II.4 Empleo para el bienestar</p> <p>II.4.1 Competitividad en el empleo</p> <p>Consolidar las determinantes de atracción de inversiones productivas generadoras de nuevos puestos de trabajo, con mejores salarios que eleven la calidad de los empleos de los trabajadores escobedenses.</p>	<p>II.4.1.1 Contribuir a la gestión de mejores salarios con base en las competencias técnicas y profesionales de los trabajadores escobedenses.</p> <p>II.4.1.5 Consolidar la generación de puestos de trabajo y el establecimiento de empleos con mejores salarios, mediante acciones que impulsen la generación de un entorno laboral estable, productivo y competitivo.</p>	Con la construcción de la Terminal de Abastecimiento y Suministro General Escobedo las oportunidades de empleo incrementaran, impulsando la competitividad de los habitantes del municipio.
	<p>II.4.3 Promoción de inversiones productivas</p> <p>Obtener mayores ventajas de inversión productiva para el fortalecimiento de las actividades de los sectores económicos, la incorporación de infraestructura con valor estratégico regional y desarrollo social comunitario con bienestar municipal.</p>	II.4.3.1 Consolidar la gestión de inversiones con acciones municipales de modernización reglamentaria y administrativa, orientados a la mejora regulatoria, certeza jurídica y protección del empleo.	Con la construcción de la Terminal de Abastecimiento y Suministro General Escobedo las oportunidades de empleo incrementaran, impulsando la competitividad de los habitantes del municipio.
Eje 3 ESCOBEDO ORDENADO	<p>III.5.1 Ciudad planificada y ordenada</p> <p>Garantizar el crecimiento de la ciudad en forma planificada y ordenada con criterios transversales de habitabilidad, funcionalidad y movilidad en la orientación del uso del suelo para la atención de la demanda de vivienda, el equipamiento de servicios, el sistema de vialidades y el desarrollo económico.</p>	<p>III.5.1.4 Promover proyectos metropolitanos que incorporen infraestructura funcional y sustentable al desarrollo urbano municipal.</p> <p>III.5.1.6 Modernizar los reglamentos en materia de desarrollo urbano y planeación urbana con criterios de sustentabilidad social, económica y ambiental en el uso del suelo territorial.</p> <p>III.5.1.11 Actualizar los programas municipales de</p>	Uno de los beneficios de la construcción de la Terminal de Abastecimiento y Suministro General Escobedo es el impulso al desarrollo urbano que la ciudad tendría, haciendo uso adecuado del tipo de uso de suelo que ofrece el municipio, asentándose en una zona industrial, apta para el desarrollo óptimo de las funciones que este proyecto contempla de manera sustentable, procurando el ambiente durante su



		ordenamiento y desarrollo urbano con criterios de sustentabilidad en el uso y aprovechamiento del suelo.	construcción y mantenimiento.
III.5.4 Medio ambiente	III.5.4.4	Formular un programa municipal de rescate de espacios ecológicos, orientado a la preservación de especies nativas de flora y fauna.	El proyecto no dañara a especies nativas de General Escobedo durante la construcción ni en su operación.
		Cuidar el medio ambiente con criterios de participación ciudadana, seguimiento de indicadores, modernización reglamentaria, rescate de ecosistemas y la institucionalización de figuras colegiadas de protección al entorno natural.	

Tabla 9. Rubros del plan de desarrollo urbano de General Escobedo relacionados con el proyecto

LEY REGLAMENTARIA DEL SERVICIO FERROVIARIO

Dado que la terminal recibirá los hidrocarburos por ferrocarril, es requisito que el movimiento y la dinámica que requerirá se acople a las disposiciones que en materia de transporte ferroviario existan.

Capítulo I

Disposiciones generales

Artículo 2. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

X. Servicio público de transporte ferroviario de carga: el que se presta en vías férreas destinado al porte de bienes, incluyendo el servicio de arrastre de vehículos de terceros;

Sección Segunda De los permisos

Artículo 15. Se requiere permiso para:

II. Construir accesos, cruzamientos e instalaciones marginales, en el derecho de vía de las vías férreas; excluyendo la construcción e instalación de espuelas, así como de líneas que tengan como objeto únicamente el transporte de carga propia o de pasajeros entre dos puntos dentro de la misma propiedad y que no se conecten a una vía general de transporte público ferroviario mismas que se podrán construir sin necesidad de concesión o permiso.



Para efectos del párrafo anterior se entiende por carga propia aquella destinada por el propietario o propietarios de la línea al autoabastecimiento; a su integración en los procesos de producción interna, o a su transporte hacia un punto terminal con las redes del servicio público de transporte ferroviario, siempre y cuando dicho traslado de carga o pasajeros no implique comercialización a terceros.

V. La construcción, conservación y mantenimiento de vías férreas por parte de las empresas cuando éstas se ofrezcan para su explotación y operación a terceros que tengan concesión para el servicio público de transporte ferroviario, sujeto al pago de una contraprestación.

Sección Tercera

Disposiciones comunes

Artículo 17. Las concesiones sólo se otorgarán a personas morales mexicanas.

Artículo 19. Los concesionarios o permisionarios en ningún caso podrán ceder, ni en forma alguna gravar, transferir o enajenar la concesión o el permiso, los derechos en ellos conferidos, así como los bienes afectos a la concesión, a ningún gobierno o Estado extranjero.

Artículo 21. Las concesiones y permisos se podrán revocar por cualquiera de las causas siguientes: **I.** No ejercer los derechos conferidos en las concesiones o los permisos durante un periodo mayor de 180 días naturales, contado a partir de la fecha de su otorgamiento; Fracción reformada DOF 26-01-2015

II. Ceder, gravar o transferir las concesiones o permisos, los derechos en ellos conferidos o los bienes afectos a los mismos, en contravención a lo dispuesto en esta Ley; Fracción reformada DOF 26-01-2015

III. Si el concesionario o permisionario cambian de nacionalidad; Fracción reformada DOF 26-01-2015

IV. Interrumpir el concesionario la operación de la vía férrea o la prestación del servicio público de transporte ferroviario, total o parcialmente, salvo en los casos expresamente permitidos por esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas; Fracción reformada DOF 26-01-2015

V. Ejecutar u omitir acciones que tengan como resultado impedir o limitar de forma injustificada el uso de los servicios de interconexión o de terminal, los derechos de paso o los derechos de arrastre obligatorios y los establecidos en términos de la presente Ley; así como obstaculizar o negar la conexión de espuelas o realizar cualquier otra acción u omisión que tenga como efecto impedir o limitar que el sistema ferroviario funcione como



una ruta continua de comunicación de acuerdo con lo previsto en esta Ley; Fracción reformada DOF 26-01-2015

VI. Ejecutar u omitir actos que impidan o tiendan a impedir la actuación de otros concesionarios o permisionarios que tengan derecho a ello;

VII. Incumplir con el pago de las indemnizaciones por daños que se originen en la prestación de los servicios; Fracción reformada DOF 26-01-2015

VIII. Aplicar tarifas de flete o de servicios diversos superiores a las registradas ante la Agencia; Fracción reformada DOF 26-01-2015

IX. En su caso, no otorgar o no mantener en vigor la garantía de cumplimiento de las concesiones o permisos, o las pólizas de seguro sobre daños a los pasajeros y a terceros en sus personas o bienes, a la carga y los que pudieran sufrir las construcciones, instalaciones, así como el equipo tractivo y de arrastre; Fracción reformada DOF 26-01-2015

X. No mantener las vías férreas concesionadas de acuerdo con los estándares establecidos en los reglamentos o normas oficiales mexicanas, y Fracción adicionada DOF 26-01-2015 XI. En general, incumplir cualquiera de las obligaciones o condiciones establecidas en esta Ley, sus reglamentos y en el título de concesión o permisos respectivos.

Artículo 22. El titular de una concesión o permiso que hubiere sido revocado, estará imposibilitado para obtener, directa o indirectamente, otra concesión o permiso de los contemplados en la presente Ley, dentro de un plazo de cinco años contado a partir de la fecha en que hubiere quedado firme la resolución respectiva.

Artículo 24. Los servicios ferroviarios se prestarán a todos los usuarios solicitantes de manera permanente, uniforme y en condiciones equitativas en cuanto a oportunidad, calidad y precio.

Capítulo III

De la construcción, conservación, mantenimiento y operación de las vías férreas

Artículo 26. Los concesionarios de vías férreas contarán con centros de control de tráfico, los que se deberán establecer dentro del territorio nacional.



Artículo 27. Para realizar trabajos de construcción o reconstrucción en las vías férreas concesionadas, se requerirá la aprobación previa de la Secretaría del proyecto ejecutivo y demás documentos relacionados con las obras que pretendan ejecutarse.

Artículo 28. Los concesionarios realizarán la conservación y el mantenimiento de la vía general de comunicación ferroviaria con la periodicidad y las especificaciones técnicas que al efecto establezcan los reglamentos y demás disposiciones aplicables.

Artículo 29. Si el concesionario no opera, mantiene o conserva las vías férreas en buen estado, en términos de la presente Ley, la Secretaría podrá nombrar un verificador especial por el tiempo que resulte necesario para corregir las irregularidades de que se trate. Los gastos que se originen por tal verificación serán por cuenta del concesionario.

Artículo 31 Bis. El Gobierno Federal constituirá el Fondo, que tendrá como objetivo, apoyar el financiamiento de la construcción, mantenimiento y operación de la señalización, los sistemas de alerta y de obstrucción de tráfico automotor y peatonal, cuando el tránsito se realice al interior de zonas urbanas o centros de población, de tal manera que se garantice la seguridad conforme a la normatividad aplicable. La Secretaría priorizará y determinará los cruces que requieran dicha señalización

Artículo 31Ter. Los recursos del Fondo serán administrados y ejercidos, a través de un fideicomiso público sin estructura orgánica, que no será considerado entidad paraestatal, cuya denominación será Fondo Nacional de Seguridad para Cruces Viales Ferroviarios, el cual será coordinado por la Agencia.

El patrimonio del Fondo se integrará con aportaciones de la federación, de las entidades federativas y sus municipios, los concesionarios ferroviarios y en su caso, de otras entidades públicas o privadas, en forma proporcional y conforme a los términos y condiciones que establezcan las reglas de operación del Fondo, con el objeto de que se otorguen los apoyos correspondientes a que se refiere el artículo 31 Bis de esta Ley, en el entendido que las partes aportarán anualmente hasta la cuarta parte del total de aportaciones que en el mismo periodo se realicen al patrimonio del Fondo.

El Fondo tendrá, entre otros, los siguientes fines:

- I. Elaborar estudios y proyectos que permitan identificar los cruzamientos susceptibles para mejorar la eficiencia y seguridad en la operación del servicio público de transporte ferroviario;
- II. Evaluar las condiciones correspondientes a la señalización y operación en los cruzamientos de las vías férreas; Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios. Última reforma DOF 08-06-2016.
- III. Contratar, con cargo a los recursos del Fondo y conforme a las disposiciones federales aplicables, las obras y servicios necesarios para la instalación,



mejora, mantenimiento, operación y/o sustitución de infraestructura de señalización en los cruzamientos, y

Proponer a la Secretaría la adopción de normativa y estándares de señalización y seguridad en la operación de los cruzamientos ferroviarios, tomando en cuenta los estándares utilizados a nivel internacional.

Artículo 33. La Secretaría en coordinación con la autoridad municipal correspondiente, de acuerdo a lo previsto en la legislación aplicable, podrá requerir que los predios colindantes a las vías férreas se cerquen o delimiten, según se requiera, respecto del derecho de vía, por razones de seguridad.

Artículo 34. Se requiere autorización de la Secretaría para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquiera otra obra subterránea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria, sin perjuicio de lo establecido en otras disposiciones aplicables.

Artículo 35. Los concesionarios, a cambio de una contraprestación previamente convenida, deberán prestar a otros concesionarios los servicios de interconexión, derecho de arrastre y de terminal requeridos para la prestación del servicio público de transporte ferroviario.

Capítulo V

De los servicios auxiliares

Artículo 44. Los permisos que en los términos de esta Ley otorgue la Secretaría para la prestación de servicios auxiliares, serán los siguientes:

- I. Terminales de pasajeros;
- II. Terminales de carga;
- III. Transbordo y transvases de líquidos;
- IV. Talleres de mantenimiento de equipo ferroviario, y
- V. Centros de abasto para la operación de los equipos.

Artículo 45. Los permisionarios, en lo conducente, estarán obligados a contar con las instalaciones que se requieran para garantizar que los servicios se presten con seguridad, eficiencia, higiene, rapidez y funcionalidad. En el caso de las terminales de carga y de los servicios de transbordo y transvases de líquidos, adicionalmente los permisionarios deberán disponer del personal, equipo e infraestructura adecuados para el tamaño, volumen y características de la carga que se maniobre.



Capítulo VII

Del transporte ferroviario internacional.

Artículo 48. El transporte ferroviario internacional es el que se opera de otro país al territorio nacional, o viceversa, y se ajustará a los términos y condiciones previstos en los tratados internacionales aplicables o, en su defecto, a los convenios celebrados entre las empresas ferroviarias participantes. Artículo 49. Los equipos ferroviarios extranjeros que se internen en el territorio nacional deberán cumplir con los requisitos de seguridad establecidos por esta Ley.



CAPÍTULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

V.1 CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES PARA T.A.S. GENERAL ESCOBEDO.

La Terminal de Almacenamiento y Suministro (TAS) de General Escobedo, Nuevo León; se compone principalmente de un área de descarga de carro tanques, de donde el producto será enviado a los tanques atmosféricos verticales de almacenamiento, impulsado por bombas de desplazamiento positivo (paletas deslizantes). Previamente pasará por un patín de medición (transferencia de custodia) para el posterior consenso con lo recibido desde el área de descarga para el balance de recibo de producto.

Finalmente, cuando así se requiera, el producto será enviado hacia las Islas de llenado, para posteriormente se lleve a cabo la carga en auto tanques y que este sea transportado. Cabe señalar que cada Isla de llenado contará con un sistema de medición, para su posterior consenso. Adicional a ello, como medidas adicionales de protección y seguridad, se contarán con los siguientes elementos:

- Un sistema automatizado de acceso vehicular: para llevar un control a detalle de las entradas y salidas de los auto tanques que llegarán al área de carga.
- Un sistema de pesaje para el área de carga de producto; mismo que será utilizado aleatoriamente para los auto tanques y que con él se pretende reducir pérdidas por robo, además se incluirá un sellado electrónico como medida de seguridad.
- Un sistema de control contra incendio para la T.A.S.: el cual estará siendo monitoreado y controlado, esto para alertar y responder oportunamente para cualquier incidente ya sea derrame de producto y/o conato de fuego. De este modo se pretende exponer en menor medida al personal operativo.

La telemetría de la T.A.S. de General Mariano Escobedo se llevará a cabo de la siguiente manera:

Cada una de las áreas tendrán la facultad de ser operadas ya sea local y/o manual (a través de una Unidad de Control Local) y de forma remota automáticamente (desde un cuarto de control operado en un área asignada dentro de la T.A.S.), ya que en dado caso que el sistema automático falle, se tendrá la facultad de poder operar localmente de acuerdo al área de trabajo. Cabe señalar que la Unidad de Control Local no podrá ser operada a menos de que se cuente con la clave de acceso a la misma.

Todas las variables de las unidades de trabajo serán enviadas hacia sus respectivas una Unidades Terminales Remotas (UTR's), las cuales, enviarán dicha información hacia un



sitio de comunicaciones ubicado dentro de la T.A.S. vía Ethernet. En él se encontrará un concentrador de datos (LAN SWITCH), que se encargará de recibir todas las señales de las diferentes UTR's para concentrarlas y enviarlas a un servidor de datos para su almacenamiento y posterior despliegue de información. Para poder interpretar estas variables de modo accesible, se contará con un sistema SCADA, el cual, a través de una Interfaz Hombre-Máquina (HMI), se podrán acceder a todas las condiciones operativas de toda la T.A.S. de un modo dinámico y en línea.

El sistema SCADA tendrá la capacidad de monitorear y controlar las variables principales de la T.A.S, así como la generación de reportes de dichos elementos, tales como:

Reporte de eventos de alarmas.

- Históricos de medición de flujo, temperatura, estado de almacenamiento.
- Reporte de acceso y salida de vehículos.
- Reporte de pesaje de unidades con identificación.
- Reporte de eventos del sistema de control contra incendios
- Balance diario de producto

Dicha conexión será mediante protocolo TCP/IP en una red Ethernet. Toda la información recabada será a su vez respaldada y monitoreada en el cuarto de control propiedad de la compañía Gas Natural del Noroeste ubicado en la ciudad de Torreón México, independientemente del respaldo en el servidor central del sitio de la T.A.S. se pretende tener redundancia en el respaldo y monitoreo de información. Esta información será enviada a través de un enlace de comunicación de tipo satelital, el cual cuenta con un ancho de banda de 1024 Kbps, mismo que esta soportado por el satélite 113W. Su infraestructura se compondrá de los siguientes elementos y características principales:

- Antena satelital de 1.2m de diámetro del plato.
- Tecnología mediante modem ldirect
- Disponibilidad del 99.6%.
- Velocidad de asignación de recursos de 125ms.
- Ruteador CISCO 2901

Cabe señalar que el tráfico de información será entregado a través de internet vía VPN (Virtual Private Network), por lo cual la información estará encriptada el momento de su tráfico.

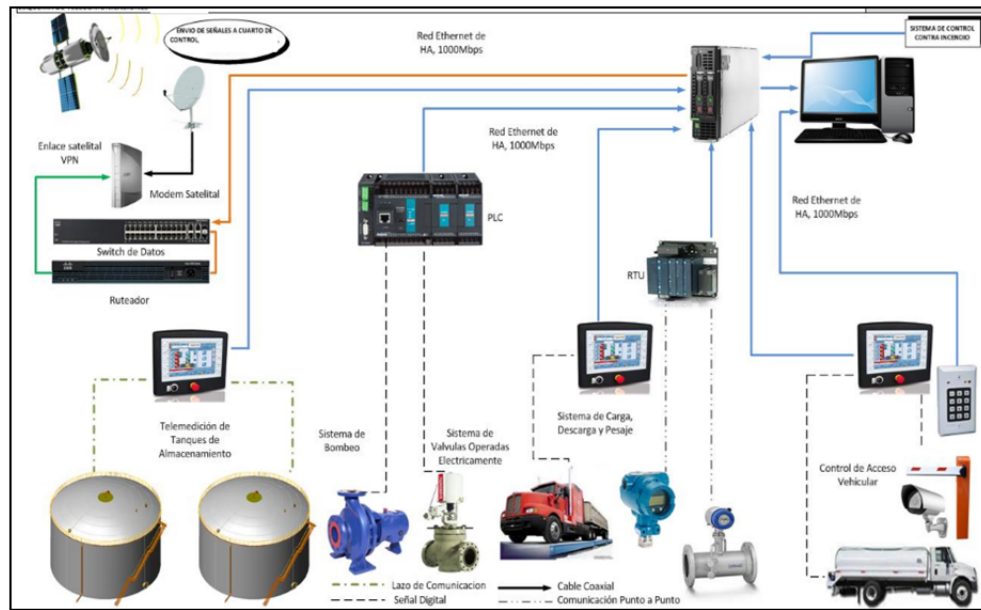


Fig 51. Telemetría T.A.S. General Escobedo.

INFRAESTRUCTURA DE ENTRADA A LA TERMINAL

Los criterios de diseño de la terminal de almacenamiento y suministro de la terminal de almacenamiento y suministro (T.A.S.) de General Escobedo se apegan a los requisitos de normas y estándares nacionales e internacionales sobre este tipo de actividad.

Los posibles riesgos a enfrentar por condiciones ambientales son inundaciones, ciclones, tormentas tropicales y hundimientos.

Bombas de descarga de ferrocarril.

El sistema de bombeo que se utilizará para la descarga de los carro tanques será de 3 bombas por cabezal, para el cabezal de diésel y turbosina se estiman de 1,200 gpm y 75 HP, para el cabezal de gasolinas y MTBE se estiman de 1,200 gpm y 60 HP. Se hace notar que cada bomba cuenta con una válvula de alivio integrada a su cuerpo, en la parte de la descarga, la cual en caso de represionamiento va a recircular al lado de la succión.

La operación de estos equipos será de manera manual, sus arrancadores cuentan con variadores de velocidad los cuales se encuentran vinculados a un PLC para que a través de estaciones de trabajo se operen de manera remota o a través de sus propios variadores de manera local. Se hace notar que esto permitirá que su operación sea controlada, permitiendo que el proceso de descarga sea seguro, iniciando en cada ciclo



de descarga a un ritmo de bombeo bajo, tal como lo indica el procedimiento operativo de descarga.

Tuberías de descarga.

Los cabezales de descarga de carro tanques se encuentran conectados mediante tubería del mismo diámetro (20") a la succión de cada bomba de descarga. Antes de cada bomba se tiene un filtro separador para eliminar las impurezas del producto a descargar. Las tres bombas de cada producto se conectan a un cabezal también por producto de 14" de diámetro para así llegar al Sistema de medición integral de descarga y posteriormente a los tanques de almacenamiento.

Patines de medición de recibo. Estos patines de medición, uno por producto, integrarán el volumen total que se descarga del tren unitario y que se entrega a resguardo a planta (Sistema de medición de transferencia de custodia). Están compuestos por un filtro separador, un medidor tipo coriolis con capacidad de 3500 gpm y una válvula de control de flujo.

Para el caso de Turbosina, en el proceso de Recepción, se debe contar con un sistema de filtración, con la funcionalidad de separación de sólidos y coalescencia de contaminantes de agua. Cuentan también con un juego de válvulas que permiten poner en serie el medidor con un medidor patrón para verificar que nuestro sistema de medición este midiendo correctamente. Los sistemas de medición deben cumplir con la regulación mexicana en materia de energía (Disposiciones Administrativas de carácter general de Medición para Almacenamiento de productos petrolíferos). Esquematisando la infraestructura necesaria a continuación se muestra de manera breve el diagrama general del procedimiento de los productos en el plano GNN-NL-GME-TAS-DF-17-01:

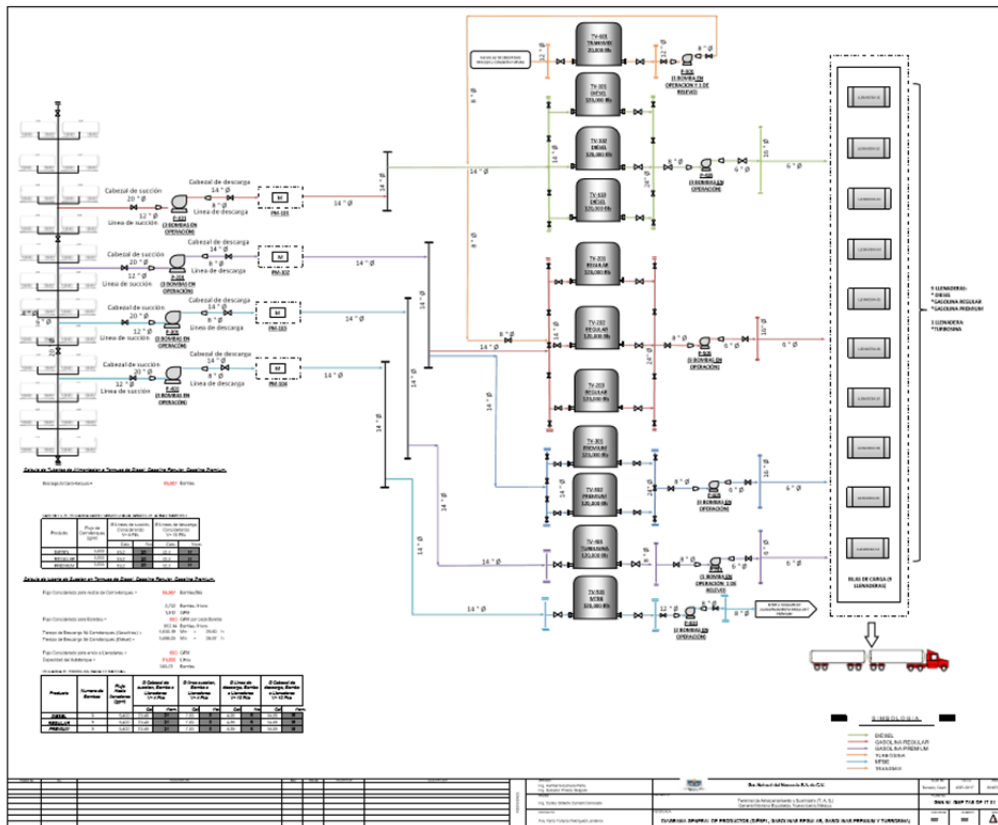


Fig 52. Diagrama general de productos.

ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS:

Tanques de almacenamiento de Diésel

La Terminal de Almacenamiento y Suministro contará con 2 tanques de almacenamiento del combustible Diésel de capacidad nominal de 120,000 barriles y otro tanque de 120,000 barriles de Diésel aditivado y su construcción será aplicando todos los criterios requeridos de la norma API 650. Las tuberías de entrada a los 3 tanques serán de 14" y a la salida de 24" de diámetros, tanto la entrada como la salida cuentan con válvulas de bloqueo a pie de dique (válvulas de mariposa) y a pie de tanque (válvulas de compuerta). En la línea de entrada y salida a tanques se cuenta también con check's del mismo diámetro de la tubería.

Tanques de almacenamiento de gasolina Regular

La Terminal de Almacenamiento y Suministro contará con 2 tanques de almacenamiento de gasolina Regular de capacidad nominal de 120,000 barriles y otro tanque de 120,000



barriles de gasolina Regular oxigenada y su construcción será aplicando todos los criterios requeridos de la norma API 650. Las tuberías de entrada a los 3 tanques serán de 14" y a la salida de 24" de diámetros, tanto la entrada como la salida cuentan con válvulas de bloqueo a pie de dique (válvulas de mariposa) y a pie de tanque (válvulas de compuerta). En la línea de entrada y salida a tanques se cuenta también con check's del mismo diámetro de la tubería.

Tanques de almacenamiento de gasolina Premium

La Terminal de Almacenamiento y Suministro contará con 1 tanque de almacenamiento de gasolina Premium de capacidad nominal de 120,000 barriles y otro tanque de 120,000 barriles de gasolina Premium oxigenada y su construcción será aplicando todos los criterios requeridos de la norma API 650.

Las tuberías de entrada a los 2 tanques serán de 14" y a la salida de 24" de diámetros, tanto la entrada como la salida cuentan con válvulas de bloqueo a pie de dique (válvulas de mariposa) y a pie de tanque (válvulas de compuerta). En la línea de entrada y salida a tanques se cuenta también con check's del mismo diámetro de la tubería.

Tanques de almacenamiento de Turbosina

La Terminal de Almacenamiento y Suministro contará con 1 tanque de almacenamiento de Turbosina de capacidad nominal de 120,000 barriles y su construcción será aplicando todos los criterios requeridos de la norma API 650. Las tuberías de entrada al tanque serán de 14" y a la salida de 8" de diámetros, tanto la entrada como la salida cuentan con válvulas de bloqueo a pie de dique (válvulas de mariposa) y a pie de tanque (válvulas de compuerta). En la línea de entrada y salida a tanques se cuenta también con check's del mismo diámetro de la tubería.

Tanque de almacenamiento de aditivo MTBE

La Terminal de Almacenamiento y Suministro contará con un tanque de almacenamiento de aditivo MTBE de capacidad nominal de 120,000 barriles y su construcción será aplicando todos los criterios requeridos de la norma API 650. La tubería de entrada al tanque será de 14" y a la salida de 12" de diámetro, tanto la entrada como la salida cuentan con válvulas de bloqueo a pie de dique (válvulas de mariposa) y a pie de tanque (válvulas de compuerta). En la línea de entrada y salida a tanques se cuenta también con check's del mismo diámetro de la tubería.

Pruebas a tanques de almacenamiento

Una vez construidos los tanques de almacenamiento se ejecutarán una serie de pruebas para comprobar la integridad mecánica de los mismos:



- Prueba de fondo del tanque con cámara de vacío.
- Pruebas radiográficas a las soldaduras de las placas de las envolventes de cada tanque, de acuerdo a lo indicado en norma API 650.
- Prueba de líquidos penetrantes en el perímetro del fondo.
- Prueba hidrostática.

Requerimientos de los tanques de almacenamiento

Antes de entrar en operación los tanques de almacenamiento se deberá instalar, realizar y revisar los siguientes aspectos:

- Hacer limpieza interior de cada tanque.
- Instalación de sumidero dentro de la base de cada tanque, esto para poder vaciarlo por completo y para poder eliminar el agua en caso de que se reciba como parte del proceso.
- Adecuar en techo fijo tomas para medidor de nivel y temperatura.
- Instalación de alarmas y disparos por alto nivel.
- Adecuar tomas de muestra para verificar calidad de producto.
- Adecuar dren inferior para salida de agua y suciedad en tanque.
- Verificar que cada tanque esté conectado a los sistemas de tierras y protección catódica.
- Instalar los anillos de enfriamiento y cámaras de espuma para el sistema contraincendio

SISTEMA DE SUMINISTRO DE PRODUCTO A CLIENTES (LLENADO DE AUTO TANQUES)

Casa de Bombas de Llenaderas

El sistema de bombas para Diésel hacia llenaderas estará integrado por nueve bombas centrífugas que succionaran a cualquiera de los tres tanques, cada bomba tiene una capacidad máxima de 600 gpm. y 40 HP aproximadamente.

El sistema de bombas para Gasolina Regular hacia llenaderas estará integrado por nueve bombas centrífugas que succionaran a cualquiera de los tres tanques, cada bomba tiene una capacidad máxima de 600 gpm. y 30 HP aproximadamente.

El sistema de bombas para Gasolina Premium hacia llenaderas estará integrado por nueve bombas centrífugas que succionaran a cualquiera de los tres tanques, cada bomba tiene una capacidad máxima de 600 gpm. y 30 HP aproximadamente.



El sistema de bombas para Turbosina hacia llenaderas estará integrado por dos bombas centrífugas que succionaran al tanque, cada bomba tiene una capacidad máxima de 600 gpm. y 30 HP aproximadamente.

Tuberías a llenaderas

En el caso del Diésel, las bombas tomarán producto de los tanques de almacenamiento a través de una línea y cabezal de succión de 24" de diámetro, dando producto a las 9 bombas de llenaderas, estas en su proceso de bombeo descargan a un cabezal de 16" de diámetro el cual va hasta el área de llenaderas, descendiendo de este las 9 líneas de 6" de diámetro de entrada a cada patín de carga de auto tanques.

En el caso de la gasolina Regular, las bombas tomarán producto de los tanques de almacenamiento a través de una línea y cabezal de succión de 24" de diámetro, dando producto a las 9 bombas de llenaderas, estas en su proceso de bombeo descargan a un cabezal de 16" de diámetro el cual va hasta el área de llenaderas, descendiendo de este las 9 líneas de 6" de diámetro de entrada a cada patín de carga de auto tanques.

Para la gasolina Premium, las bombas tomarán producto de los tanques de almacenamiento a través de una línea y cabezal de succión de 24" de diámetro, dando producto a las 9 bombas de llenaderas, estas en su proceso de bombeo descargan a un cabezal de 16" de diámetro el cual va hasta el área de llenaderas, descendiendo de este las 9 líneas de 6" de diámetro de entrada a cada patín de carga de auto tanques.

Y en el caso de la Turbosina, las bombas tomarán producto del tanque de almacenamiento a través de una línea y cabezal de succión de 8" de diámetro, dando producto a las 2 bombas de llenaderas, estas en su proceso de bombeo descargan a un cabezal de 8" de diámetro el cual se interconecta con un sistema de filtración, con la funcionalidad de separación de sólidos y coalescencia de contaminantes de agua esto antes del área de llenaderas, descendiendo de esta 1 línea de 6" de diámetro de entrada al patín de carga de auto tanques. Para su operación cada una de estas bombas serán controladas de manera remota por el controlador lógico programable (PLC) instalado en el patín de medición. El proceso de llenado de auto tanques será controlado en su totalidad por el PLC (ACCULOAD III), el cual en su lógica del proceso controlará la bomba, la medición del patín y el ritmo de flujo de llenado del auto tanque en todo su proceso al cual se verá reflejado en el sistema de control de procesos.

Cobertizo de llenadera

Se construirá un cobertizo para albergar 10 islas de llenado, 9 islas contarán con la flexibilidad de suministrar cualquier producto excepto Turbosina, este combustible tendrá una isla independiente. Cada isla de llenado será capaz de llenar auto tanques de 20,000 litros o de 30,000 litros y contará con el espacio para albergar un auto tanque "full" aunque



solo se podrá llenar un solo compartimento. Por lo anterior en cada isla se despachará un volumen de 2,724 barriles / turno de 8 Hs. teniendo capacidad de carga diaria por isla de 8,172 barriles.

Esta TAS tendrá la capacidad de despacho con 10 islas de llenado de 54,000 a 75,000 barriles por día. El sistema de llenado de los auto tanques será por el fondo, contando con protecciones de tierra segura. El patín de medición que tiene cada isla de llenado está integrado por filtro tipo canasta, medidor de flujo de desplazamiento positivo, trasmisor de presión, trasmisor de temperatura para el cálculo del volumen a entregar, así como con una válvula automática de flujo de dos pasos para la abertura y cierre para el control del inicio y termino de este proceso de llenado. Toda la instrumentación y equipos arriba mencionados son controlados a través de un dispositivo de control, el cual integra y controla el proceso mencionado. Para el caso las Gasolinas Regular y Premium se tendrá un sistema de recuperación de vapores.

Casa de Bombas de aditivo MTBE

El sistema de bombas para el aditivo MTBE estará integrado por dos bombas centrifugas que succionaran del tanque de 120,000 barriles y enviará el aditivo hacia cualquiera de los tanques de Gasolina Regular y Premium, cada bomba tiene una capacidad máxima de 600 gpm. y 60 HP aproximadamente.

Tuberías de aditivo MTBE

Las bombas tomarán producto del tanque de almacenamiento a través de una línea y cabezal de succión de 12" de diámetro, estas en su proceso de bombeo descargan a un cabezal de 8" de diámetro el cual va hasta los 6 tanques de Gasolinas el área de llenaderas.

SISTEMA DE CONTRA INCENDIO

El sistema de agua contraincendio está integrado con los equipos necesarios para sostener una red de agua contraincendio de 12" a 16" de diámetro la cual siempre permanece presurizada a 7 Kg/cm², para asegurar la integridad de la red y en caso necesario de atender algún evento no deseado, las bombas del sistema contra incendios deberán ser especificadas de acuerdo al NFPA 20. A continuación se muestra la red contra incendios plano No. GNN-NL-GME-TAS-RHI-17_01 :

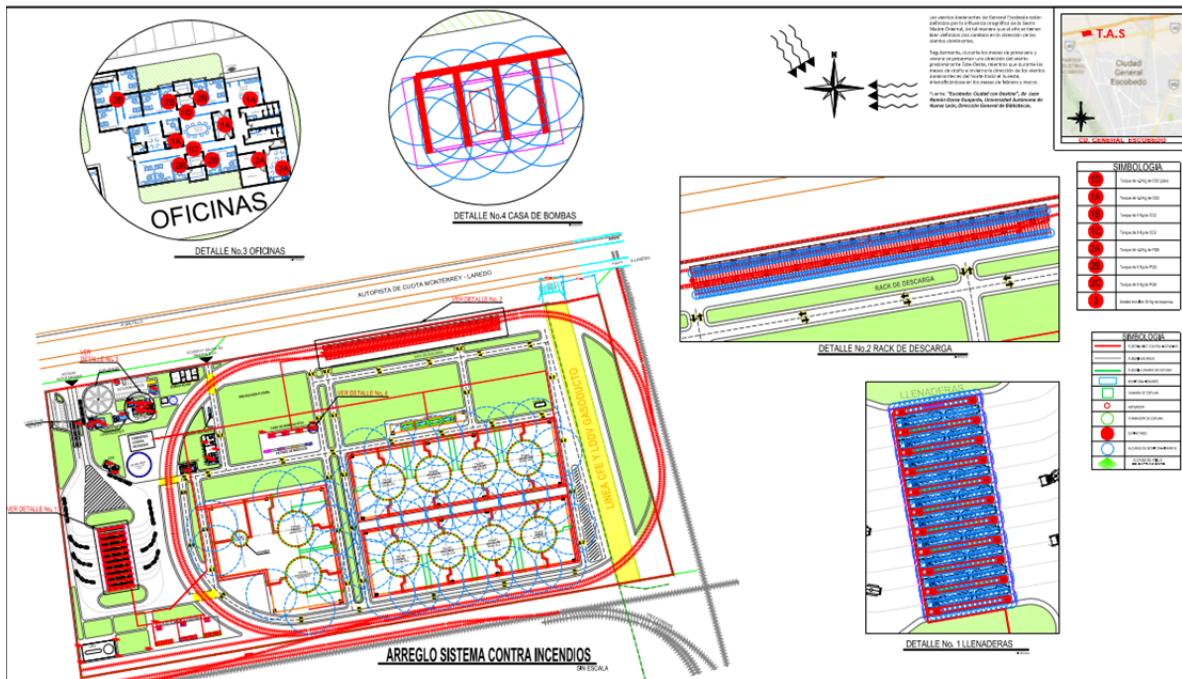


Fig 53. Red contra incendio T.A.S. General Escobedo.

Este sistema contraincendio tiene dentro de sus equipos principales los siguientes:

Almacenamiento de agua: Contará con 1 tanque con capacidad de 55,000 barriles, lo cual permite atender cualquier evento por un tiempo de 4 horas. El tanque debe ser construido de acuerdo a la norma NFPA 22. La fuente de suministro de agua será a través de un pozo de captación de agua dulce.

Cabezales de bombas contraincendios:

- Las líneas de salida de tanques a cabezal de succión de bombas son de 16" de diámetro.
- El cabezal de succión de bombas contraincendios es de 20" de diámetro.
- El cabezal de descarga de bombas es de 16" de diámetro reduciendo a 12" que es el diámetro nominal de toda la red contraincendios.

Equipo de bombeo principal y bomba jockey. La bomba jockey es una bomba de 10 a 20 HP operada por un motor eléctrico de 480 Volts trifásico, tiene una capacidad de 40 a 50 gpm, tiene una presión máxima de descarga de 7.7 Kg/cm² a 13 Kg/cm²., la capacidad será como se indica en el capítulo 4.26.3 de la NFPA 20.

Como equipo principal se cuenta con 2 bombas contraincendios de 5,000 gpm, las dos bombas serán impulsadas con motor de combustión interna, alimentado con combustible diésel, la presión máxima de descarga de cada una de ellas es de 215 psi.



Filosofía operativa: La operación de este sistema contra incendio será principalmente con la bomba jockey existente, la cual mantendrá presionada toda la red con una presión de 7 Kg/cm², al llegar a esta presión la bomba jockey para. Cuando la presión en la red llega a bajar a 4 Kg/cm² la bomba jockey arranca nuevamente. Y así será su función diariamente.

Para el caso de cuando se abre un hidrante y se abate la presión en la red hasta 2,5 Kg/cm², en ese momento arrancan de manera paralela las bombas principales. Cubriendo así de inmediato el requerimiento del o los hidrantes y sistemas que lo requieran. Estas bombas tendrán su protección por alta descarga a 16 Kg. /cm². Se hace notar que después de actuado el sistema de bombeo principal, estos se tendrán que desactivar antes de cerrar los hidrantes.

Se hace notar que esta red contra incendio dará protección a las principales instalaciones de la planta como son:

Área de descarga de Ferrocarril

Se tiene una red de 12" tanto interna como externa, la cual dispondrá de 8 monitores para atender cualquier eventualidad en esta área; de aquí mismo se tomará un cabezal de 8" el cual contendrá 104 aspersores de 1/2" de diámetro, el cual servirá para enfriamiento de carro tanques en descarga.

Área de almacenamiento de productos

Los tanques de almacenamiento dispondrán de anillos de enfriamiento, cada anillo estará seccionado en cuatro cuadrantes, los cuales harán su función a través de aspersores. De igual manera dichos tanques dispondrá de cámaras de espuma para sofocar el fuego que se llegase a producir en el tanque. Dicho sistema será alimentado a través de un tanque que contendrá espuma AFFF, este tomará agua de la propia red C.I. para formar dicha espuma. Este sistema será activado por un sistema de fusibles instalados en una línea la cual toma agua de la red C.I. y mantiene cerrada la válvula de diluvio que bloquea el paso al sistema de agua para formar espuma.

Estos fusibles se ubican alrededor de los tanques los cuales se funden al ser expuestos a temperaturas de 57° C, habilitando así el sistema de espuma dentro del tanque, a través de las cámaras de espuma, el sistema de espuma contra incendios cumplirá con los requerimientos de la norma NFPA 11. De manera alterna alrededor de los diques se dispondrá de monitores, los cuales estarán habilitados con equipos formadores de espuma para el caso de tener fuego dentro del dique.



Área de llenaderas

Hasta el área de llenaderas llega el cabezal principal de la red C.I. de esta se deriva un cabezal de menor diámetro en el cobertizo de llenaderas, interconectándose entre ambas a través de líneas de enfriamiento los cuales harán su función a través de aspersores, haciendo su función de enfriamiento de auto tanques en caso de algún evento en esta área.

Estas líneas permanecerán secas y solo serán inundadas cuando el sistema sea activado por un sistema de fusibles la cual toma agua de la red C.I y mantiene cerrada la válvula de diluvio, Estos fusibles se ubican en una línea presurizada con agua de la propia red la cual se ubica encima de cada isla de llenado, cuando estos se funden al ser expuestos a temperaturas de 57° C, habilita así el sistema de enfriamiento de auto tanques. De manera alterna alrededor del cobertizo se dispondrá de monitores los cuales estarán habilitados con equipos formadores de espuma para el caso de tener fuego dentro del mismo. Estos sistemas serán construidos de acuerdo a los requerimientos de la norma NFPA 11.

A continuación, se muestra como ejemplo el DTI área de llenaderas: bahías de carga de producto combustible diésel plano No. GNN-NL-GME-TAS-DTI-ALL-17_03:

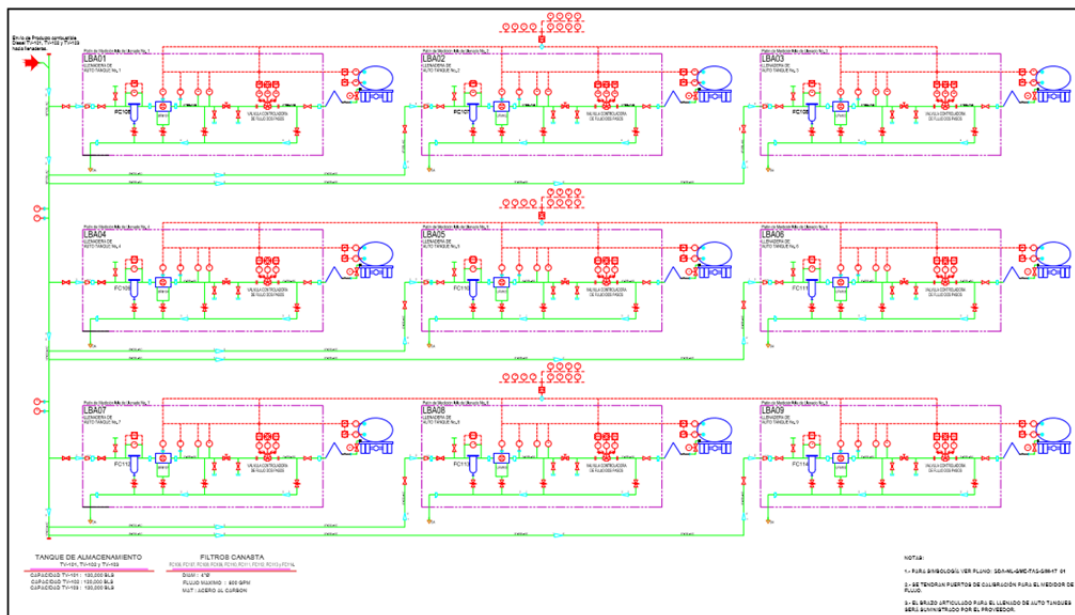


Fig 54. DTI área de llenaderas: bahías de carga de producto combustible diésel



El sistema de llenaderas contara con sistemas de inyección de aditivos de acuerdo a las especificaciones de los clientes y serán conectados a brazo de carga de auto tanques.

Sistema de supresión de agente limpio

Se contará con un sistema de supresión de incendios, se complementan con elementos de detección, así como alarmas audibles y visibles para una adecuada notificación. Todo el conjunto de elementos de iniciación, notificación, supervisión y control.

Considerar dispositivos de detección y alarmas en las diferentes áreas de los Cuartos de Control y Site's (detección de humo, temperatura, mezclas explosivas y toxicas, hidrogeno, etc., así como la instalación de sus respectivas alarmas).

Para la protección de los Cuartos de Control y Site's será seleccionado un sistema de supresión de incendio a base de agente limpio, mismo que se evaluará en ingeniería básica que tipos de agente limpio se seleccionará.

SISTEMA ELECTRICO

Descripción general del sistema eléctrico

El propósito de este alcance es obtener un diseño seguro, confiable, uniforme y económico, así como incorporar las mejores prácticas de ingeniería y experiencia que satisfagan al máximo los requerimientos, estándares y códigos aplicables. El propósito del diseño eléctrico pretende el desarrollo de la ingeniería a lujo de detalle requerida para la instalación de servicios de fuerza, tierras, alumbrado, contactos, así como el alimentador general, incluyendo subestación, transformadores y tableros de distribución de los sistemas eléctricos del proyecto.

Las actividades de la ingeniería básica eléctrica incluyen. (información de ingeniería), especificación de la Subestación, transformadores, tableros de distribución y Centros de Control de Motores, planta de emergencia (generador eléctrico) el cual será capaz de suministrar energía a los equipos críticos del proceso, así mismo contará con un equipo de respaldo que evita el corte instantáneo de energía (UPS), para el suministro eléctrico de fuerza, el diagrama unifilar de los CCM'S con los equipos correspondientes a este proyecto, carátula de CCM'S, el diseño del sistema de fuerza en el área de proceso, Sistemas de puesta a tierra, sistemas de apantallamiento, sistemas de iluminación y áreas clasificadas. así como los detalles de instalación, cédulas de cableado, memorias de cálculo, y catálogos de conceptos.

A continuación, se muestra el plano GNN-NL-GME-TAS-ELC-17_01 Diagrama unifilar:

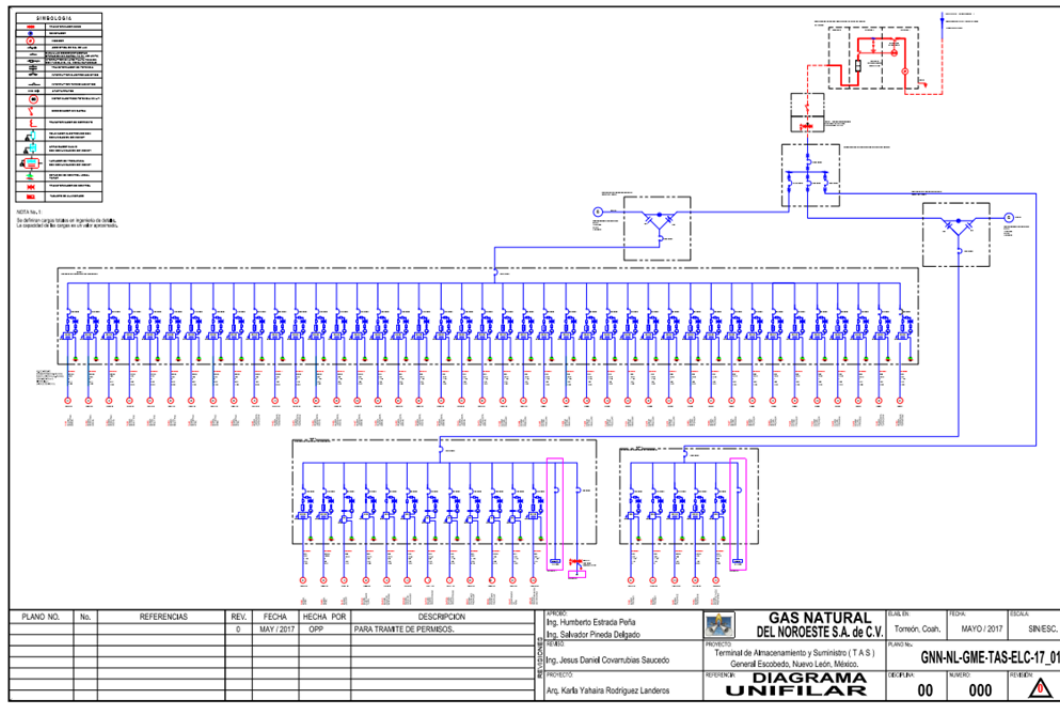


Fig 55. Diagrama unifilar, T.A.S. General Escobedo.

Criterios de diseño

El diseño, instalación, equipo y materiales se harán de acuerdo a los requerimientos de las últimas ediciones de los siguientes códigos, estándares y normas.

Códigos y normas

1. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.
2. Requisitos Regulatorios ASEA y CRE (Normas, Códigos, DACG y Especificaciones).
3. NEC 2017.
4. API-RP 500.
5. NFPA 780.
6. NFPA 497-2012
7. API-RP 540.
8. STD IEEE 80.



-
9. NMX-J-549-ANCE-2005
 10. NMX-J-486-ANCE-2005
 11. NFPA 70
 12. NFPA 77
 13. NFPA 850
 14. NFPA 1221
 15. IEEE 32
 16. IEEE 81
 17. IEEE 399
 18. IEEE 1100
 19. NEMA
 20. UL
 21. NOM-022-STPS-2008
 22. NOM-025-STPS-2008
 23. NOM-EM-003-ASEA-2016

Consideraciones generales

Las consideraciones y criterios que a continuación se describen serán tomados en cuenta para el diseño eléctrico del proyecto:

- Clasificación de las áreas.
- Estudio de Corto circuito
- Flujo de Carga
- Coordinación de protecciones
- Tensiones de operación
- Localización de equipos de Distribución Eléctrica.
- Rutas de Distribución de fuerza y control.
- Estudio de arco eléctrico
- Sistemas de puesta a tierra
- Arranque de motores
- Caída de tensión



- Corriente de falla y protección sobrecorrientes
- Sistemas de protección de descargas atmosféricas.

Nota: Para la ingeniería básica es necesario realizar un flujo de carga y un estudio de corto circuito.

Clasificación de áreas

Debido a que en esta terminal se tendrán zonas donde los materiales que formen mezclas explosivas o inflamables, en presencia de oxígeno, se deberá realizar la clasificación de áreas por parte de personal autorizado. Por lo tanto, el diseño de las instalaciones se deberá realizar tomando en cuenta esta clasificación. (estas áreas son recibo por auto-tanques, almacenamiento, llenaderas de auto-tanques).

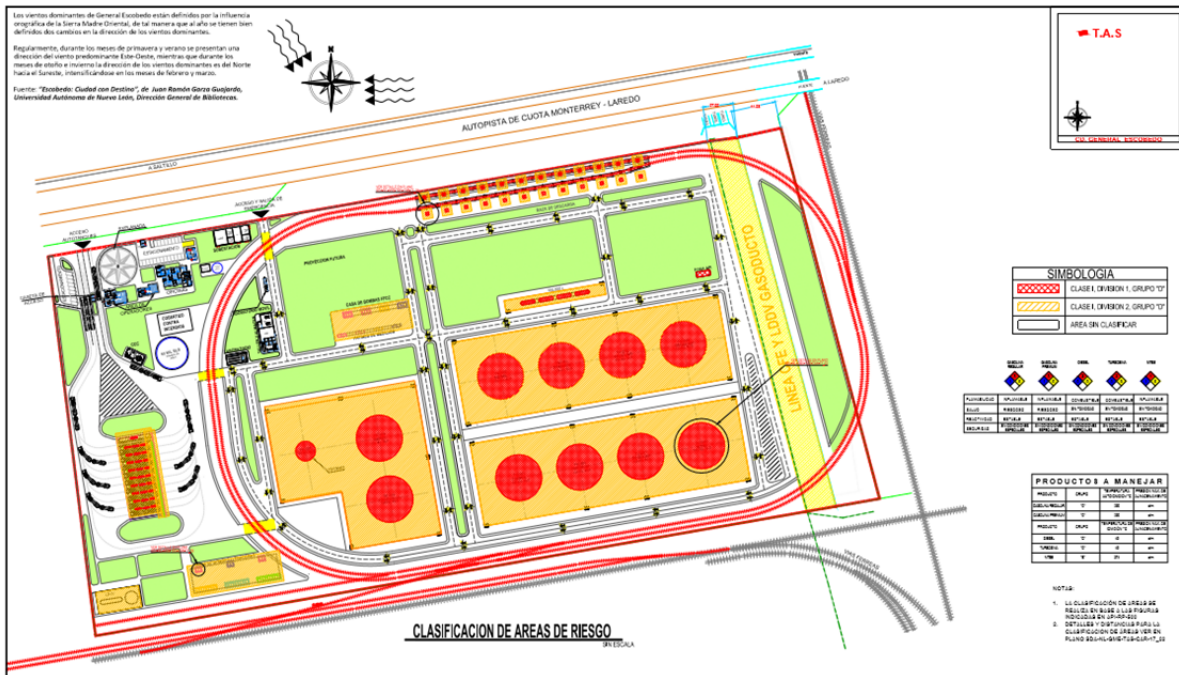


Fig 56. Clasificación áreas de riesgo eléctrico, plano GNN-NL-GME-TAS-CAR-17_01.

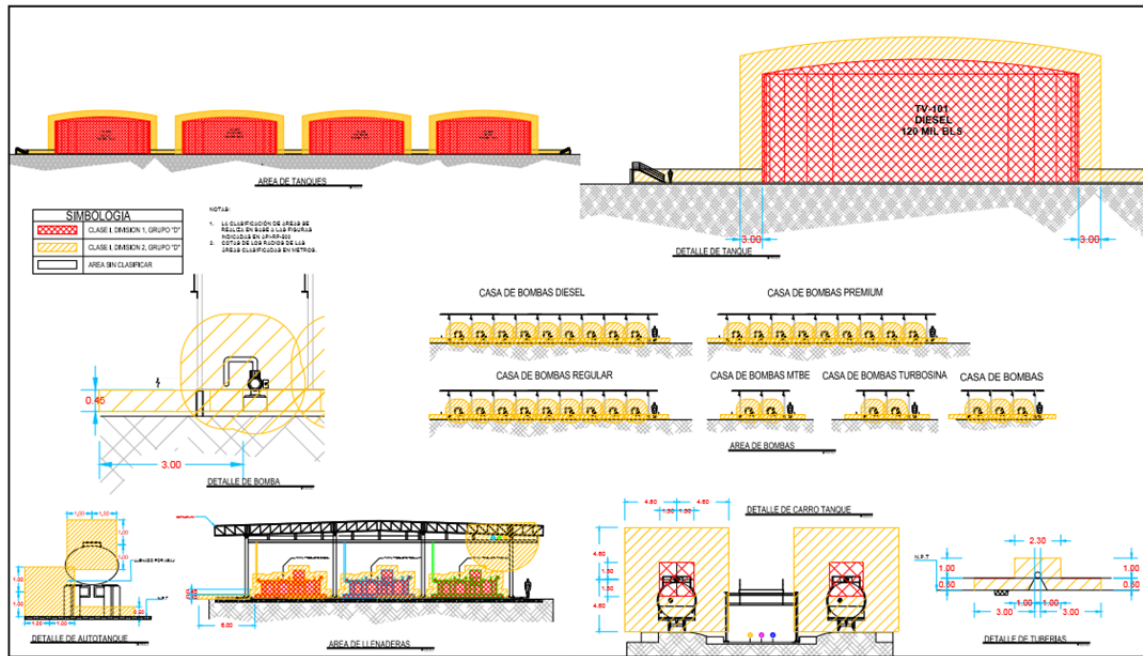


Fig 57. Clasificación áreas de riesgo, plano GNN-NL-GME-TAS-CAR-17_02

En las imágenes anteriores destacan los planos correspondientes a la clasificación de áreas de riesgo de la Terminal de Almacenamiento y Suministro de General Escobedo con el fin de identificar los niveles que estas poseen.

Suministro externo

El suministro eléctrico se tomará desde la línea más cercana del proveedor Comisión Federal de Electricidad, esta línea viene con una tensión de 13.8kV, la cual dará energía a la Subestación Eléctrica Principal, de esta subestación se alimentará eléctricamente a todos los equipos instalados en las diferentes áreas de la planta.

La tensión nominal del sistema en baja tensión es de 480 volts, trifásica 3F, 3h, 60 Hz, más un conductor de puesta a tierra para motores de potencia que funcionen en procesos críticos, incluyendo los motores para servicios de lubricación y bombas auxiliares de aceite. 240V trifásica, 3F, 3h, 60 Hz, más un conductor de puesta a tierra y 127V 1 fase, 2 hilos, 60Hz, más un conductor de puesta a tierra para motores de potencia fraccionaria que funcionen en procesos no críticos, o equipos que no pertenezcan al proceso. Esto basado en la norma mexicana NMX-J-098-ANCE2014 en la tabla 1 donde se presentan las tensiones normalizadas.



Generadores eléctricos

Se deben incluir dos generadores de emergencia en 480 Volts para respaldar algunos servicios, los cuales son primordiales para la operación de la terminal.

Estos servicios estarán descritos en el diagrama unifilar y serán definidos por proceso. Durante la ingeniería de detalle se tendrá que corroborar la potencia total del sistema de acuerdo a la información de proveedores de las potencias de los motores y equipos, así como también se tendrá que confirmar el dimensionamiento de equipo eléctrico.

Sistema de transferencia de carga automática

En caso de que el CCM tuviera más de una fuente de energía eléctrica el interruptor principal deberá ser normalmente cerrado (NC) y el resto normalmente abiertos (NA), conectados a una transferencia automática, para que, en caso de falla del alimentador principal, su interruptor normalmente cerrado (NC) abra y los otros permanezcan cerrados. Durante la ingeniería de detalle se validará la filosofía de operación del sistema eléctrico.

Localización de equipos de distribución

Los CCM'S se localizarán en el cuarto eléctrico a construirse para tal fin en la parte oriente de la planta, y serán dedicados para la alimentación de las cargas correspondientes a los equipos eléctricos del proyecto de referencia.

Equipos y materiales

Todo el material y equipo requerido en el proyecto deberá ser nuevo, de alta calidad y cumplir en su fabricación con los códigos y estándares que se indican en la norma eléctrica, por lo que para asegurar lo antes mencionado, los fabricantes deberán ser conocidos y de seriedad comprobada.

Si en la especificación de material o equipo se indica nombre del fabricante y número de catálogo, estos deberán respetarse.

Canalizaciones

La canalización para la acometida será a base de tubo PAD de 3" de diámetro el cual comunicará los registros de la subestación con el registro de bajada de postes en la línea de media tensión. La canalización para el alimentador general en baja tensión será a base de tubo conduit de PVC PESADO, el cual será encofrado con concreto.

Todos los conduit metálicos deberán ser galvanizados por inmersión con rosca y cople o tubo de aluminio. El conduit cumplirá con las normas locales de manufactura. El diámetro mínimo de tuberías a usarse será de 21 mm Ø. (3/4). Se deberá usar coples flexibles



clasificados para áreas peligrosas para conexión de motores y equipo que tenga base deslizante o que este sujeto a vibraciones, esto para los equipos a los que se instale cable monopolar. Todos los conectores de conduit a tableros y cajas de control serán a prueba de polvo uso industrial. Todos los conduit deberán ser equipados con tapa ciega y empaque de neopreno.

En áreas donde se acumulen los líquidos dentro de los conduits, deberá proveerse de sello con drenaje, también a todos los conduits que conecten por la parte superior a gabinetes conteniendo interruptores, contactos y controles. La soportería deberá ser de fierro galvanizado, acero negro y se instalará por lo menos a intervalos de cada 2 metros como máximo. Todos los equipos llevaran por separado su canalización de fuerza y de control.

Cables eléctricos

Para el diseño de los métodos de cableado, se seguirán los lineamientos del capítulo 3 artículos 300 al 398 del código NOM-001-SEDE-2012. Para la conexión de los alimentadores de media tensión y baja tensión se utilizará charolas porta-cables siguiendo los lineamientos del código NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 392, estas, deberán ser utilizadas en todo el recorrido.

Las charolas porta cables deberán ser especificadas para trabajo cerca a la costa o ambiente marinos; por tal razón deberán contener la pintura para tal fin o deberán ser especificadas en fibra de vidrio. Donde no sea posible la instalación de Charolas porta-cables por el acceso de equipos, cruces de vía o pasos donde se afecte el mantenimiento de la planta, será necesario realizar una canalización siguiendo las indicaciones del código NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 390, donde se deberán instalar cajas del tipo invertidas sobre nivel de piso, ya sean estas del tipo metálico o tipo en concreto.

La tubería deberá ser del tipo PVC apta para trabajar en lugares húmedos o del tipo multicapa. En caso de ser requerido la instalación de una caja vial o subterránea esta deberá ser impermeabilizada, deberá contener un sistema de drenajes, y se deberá proponer un sistema de sellos que no permitan el ingreso de agua a las cajas. Todas las canalizaciones deberán ser rellenadas en concreto durante todo su recorrido apto para el trabajo en lugares con una humedad alta.

Código de colores

Negro	Línea y carga, circuitos C.A.
Rojo	Control C.A.



Blanco	Neutro
Azul	Fuerza C.D.
Desnudo	Tierra

Red de tierras

A fin de evitar riesgos por la electricidad estática generada y acumulada, se debe diseñar un sistema de red de tierras que permita la conexión a tierra de los equipos e instalaciones de los tanques de Almacenamiento, áreas de Recepción y Entrega, tuberías, bombas, Auto-tanques, Carro-tanques, para ello, el Regulado debe demostrar el cumplimiento de las Normas, Códigos y Estándares referidos en la NOM-EM-003-ASEA-2016.

Consideraciones generales de la Red de tierras

Para cada área que conforma el sistema de proceso y operación de la planta se construirá un anillo con conductor cal. 4/0 awg para garantizar la conductividad eléctrica y la resistencia mecánica del sistema. Todos y cada uno de los anillos se unirán en su parte más cercana con el anillo adjunto y así sucesivamente para dar cumplimiento a la NOM, artículo 250. La subestación cuenta con su malla propia y calculada de acuerdo a la NRF-011 DE CFE Aplicable para dichas áreas.

A todos los equipos de fuerza junto con su alimentador se le instalará un conductor puesto a tierra del calibre adecuado y de acuerdo a su protección como lo recomienda la NOM-001-SEDE-2012, estos equipos se pondrán a tierra derivada de los anillos correspondientes de cada área para asegurar la derivación de las cargas estáticas. La puesta a tierra del tanque de almacenamiento se realizará al menos en tres puntos de conexión, la cual se realizará con soldadura exotérmica a una placa soldada a expreso en el cuerpo de cada tanque para tal fin y esta será por lo menos de un espesor de 3/8". El cable de puesta a tierra de estos tanques se unirá al anillo correspondiente también con soldadura exotérmica.

Para los demás sistemas como son sistemas de control, alumbrado, contactos, etc se les instalara un conductor de puesta a tierra junto con cada uno de sus circuitos y derivados de los tableros correspondientes.

Sistema de Pararrayos

Para dar protección en las zonas de Almacenamiento, Recepción y Entrega y otras instalaciones que se localicen en sitios expuestos a descargas eléctricas atmosféricas (de acuerdo a estudio), se debe contar con un Diseño que evidencie con lo establecido en las Normas, Códigos y Estándares referidos en la NOM-EM-003-ASEA-2016.



SISTEMA DE DRENAJES PLUVIAL Y ACEITOSO

El Diseño de los drenajes, debe considerar la captación de aguas en patios de maniobra, calles, áreas adyacentes del Almacenamiento, Recepción-Entrega y casa de bombas, tomando en cuenta lo siguiente:

1. Especificaciones propias del proyecto.
2. La profundidad del manto freático.
3. El tipo de suelo.
4. Capacidad de los sistemas de drenajes y la velocidad de flujo mínima y máxima permisible para evitar inundaciones.
5. La resistencia de los materiales de construcción de los sistemas de drenajes, conforme al servicio.
6. La profundidad a la plantilla hidráulica aguas abajo del tramo en cuestión;
7. El diámetro, material y tipo de la tubería.
8. Juntas entre tubos y accesorios.
9. Tener suficiente capacidad para transportar la captación de agua esperada de los sistemas contra incendio.
10. Prevenga la propagación de un incendio a través de sellos hidráulicos;
11. Contar con registros de captación.
12. La identificación física de los tres tipos de drenajes en los registros debe realizarse conforme al siguiente código de letras y colores: aceitoso A café seguridad (4265 C), pluvial P azul seguridad (300 C) y sanitario S negro (Black C).
13. En los registros se debe indicar el sentido de flujo de las corrientes mediante flechas.
14. Su Diseño, debe permitir la limpieza de los depósitos y sedimentos.
15. Los conductos, tuberías, conexiones y accesorios deben ser herméticos para evitar que los suelos se contaminen por filtraciones o fugas; que resistan el efecto corrosivo de los gases emanados por las aguas residuales y que las aguas sean conducidas de tal manera que no contaminen el manto freático y los lugares por donde atraviesan otras tuberías.
16. Procedimientos y recomendaciones de instalación del fabricante del componente.
17. Ventilación adecuada para evitar la acumulación de vapores explosivos y corrosivos.
18. El diámetro del drenaje debe calcularse para una velocidad de 0.60 m³/s como mínimo y una máxima de 5 m³/s; La profundidad del flujo de diseño de la tubería no debe exceder 2/3 del diámetro del tubo. Localizar pozos de inspección, a intervalos de espacio que faciliten el mantenimiento, la inspección y la limpieza.
19. Cuando los contenedores individuales exceden los 38 litros (10.04 galones), se debe proveer, sardineles, cárcamos y otros medios adecuados para evitar el flujo de líquidos en emergencias hacia áreas de edificios adyacentes.



20. A menos que se tomen otras provisiones en el plan de prevención de derrames del sitio, los drenajes, se conectarán al sistema de drenaje aceitoso y deben operarse mediante válvulas de bloqueo que se ubiquen en la parte externa del área con diques.

Las zonas de Almacenamiento, Entrega y Recepción de Petrolíferos deben contar con drenajes independientes: pluvial y aceitoso. A continuación, se muestra el plano GNN-NL-GME-TAS-RHD-17_01 Plano general de la red hidráulica y drenajes:

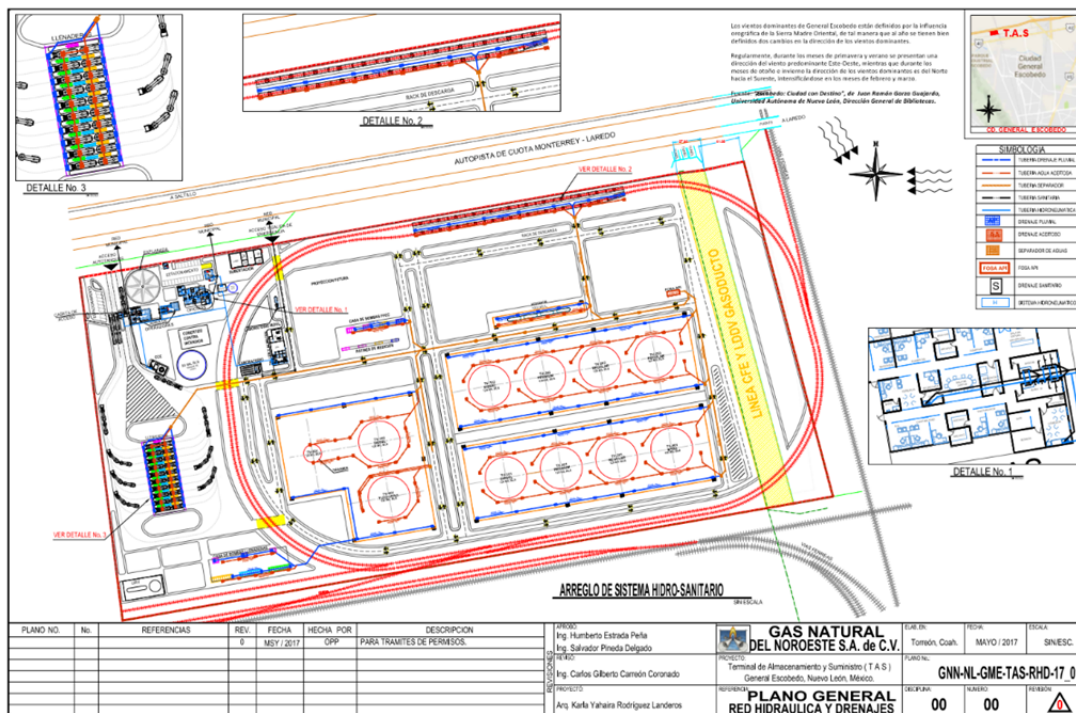


Fig 58. Red hidráulica y drenaje T.A.S. General Escobedo

Drenaje pluvial

El drenaje pluvial debe tener la capacidad de conducir las aguas recuperadas a un separador de aceite, a un sistema de tratamiento o bien conducirlos a un punto de descarga autorizado (drenaje municipal, pozo de absorción, entre otros). Debe ser controlado para evitar la libre entrada a los cuerpos naturales de agua, alcantarillas o drenajes públicos.

La capacidad del drenaje pluvial se debe calcular en función del mayor volumen que resulte de la cantidad de agua colectada de áreas clasificadas como pluviales o de áreas libres de contaminación con Petrolíferos, durante la máxima precipitación pluvial anual registrada en la zona por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, sobre la base de



los datos estadísticos meteorológicos de históricos máximos registrados en los últimos 10 años y en la intensidad de una tormenta durante 24 h con consideración a los volúmenes del agua contra incendio.

Drenaje aceitoso

El drenaje aceitoso debe conducir el Hidrocarburo o agua aceitosa captada a un separador de aceite. El sistema de drenaje aceitoso debe diseñarse para evitar que el Hidrocarburo proveniente de derrames accidentales, purgado de tanques de Almacenamiento y lavado de áreas penetre a los cuerpos de agua natural y/o al suelo, subsuelo y manto acuífero.

Drenaje en zona de descarga de carro tanques

En el área de carro tanques se debe contar con dos drenajes: un drenaje pluvial que capte la precipitación pluvial dentro de la zona de descarga de carro tanques y un drenaje aceitoso que capte y dirija el agua de desalojo hacia la fosa API y posteriormente a separador de aceites. La superficie ó piso debajo de vías/rieles de carro tanques será impermeable de concreto, se tendrá por medio de un sardinel o dique de contención cuya superficie tenga una pendiente que direcciona cualquier escurrimiento de Petrolíferos a drenajes aceitoso y pluvial con capacidad suficiente para contener y drenar, además del posible Petrolífero derramado, el volumen de agua aplicado en una situación de emergencia por fuego.

Drenajes en zona de Almacenamiento

En la zona de Almacenamiento cada dique debe contar con dos drenajes: un drenaje pluvial que capte la precipitación pluvial dentro del dique del tanque y un drenaje aceitoso que capte y dirija el agua de desalojo hacia el separador de aceites. Los sistemas de drenajes de cada dique deben tener válvulas de bloqueo para cada drenaje, localizada fuera del dique de contención, las cuales deben permanecer normalmente cerradas. Estas válvulas deben contar con una clara indicación de "abierto" o "cerrado"; así como con letreros indicativos que permitan identificar a cuál drenaje pertenece dicha válvula y a qué tanque presta servicio.

Cada dique que contenga dos o más tanques debe ser subdividido por muretes intermedios no menores de 0.45 m (1.48 pies) de altura, para evitar que derrames menores desde un tanque pongan en peligro los tanques adyacentes dentro del área de dique, teniendo en cuenta las capacidades individuales de los tanques. La ruta de drenaje debe tener una pendiente no menor al 1%, alejándose del tanque cuando menos 15 m (49.21 pies) hacia el área de desalojo. El área de desalojo debe tener una capacidad no menor a la del tanque mayor que pueda drenar en ella. La pendiente de las paredes de



los diques de tierra debe ser consistente con el ángulo de reposo del material. El piso del patio de tanques será impermeable.

Deben minimizar las pasadas a través de las paredes del dique para evitar puntos de fuga. El área alrededor de los agujeros debe ser sellada con un material impermeable resistente al fuego. Buscar materiales de recubrimiento alternativos que cumplan los requisitos técnicos y, a su vez, sean económicamente eficientes. Se deben considerar incluir sistema de drenajes cerrados en la facilidad, para envío de productos de líneas e imboombeable de tanques, para efectos de facilidad en operaciones de mantenimiento.

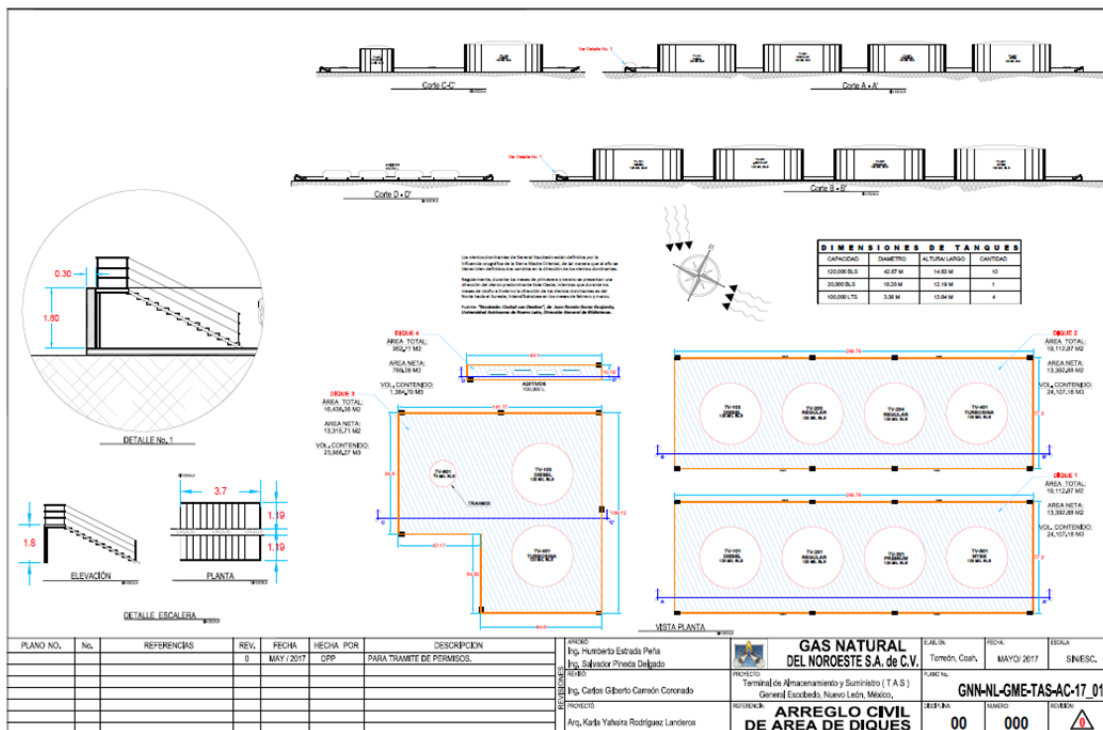


Fig 59. Área de diques T.A.S. General Escobedo

Drenajes en zona de Recepción y Entrega

Cada isla y el espacio entre ellas deben contar con registros para drenajes aceitosos (provistos de sellos hidráulicos) que capten posibles derrames de Hidrocarburos mediante pendientes diseñadas para este fin.



Drenajes en casa de bombas

Todo equipo de bombeo ya sea que se encuentre unitario o agrupado debe estar desplantado sobre un piso impermeable de concreto, el cual debe estar delimitado por un sardinel o dique de contención y cuya superficie tenga una pendiente que direcciona cualquier escurrimiento de Petrolíferos a un drenaje aceitoso con capacidad suficiente para contener y drenar, además del posible Petrolífero derramado, el volumen de agua aplicado en una situación de emergencia por fuego.

Sistema de detección de humo, gas y fuego

Se deberá implementar en las instalaciones, un sistema de detección y alarma que debe considerar humo, gas y fuego para monitorear, alertar y suprimir eventos y siniestros causados por fuga de gases tóxicos y mezclas explosivas de hidrocarburos y fuego.

Los elementos de este sistema deben corresponder a los que se determinen en la ingeniería del proyecto y al Análisis de Riesgo de la instalación, considerando los siguientes elementos de forma enunciativa y no limitativa:

1. Detector de humo;
2. Detector térmico;
3. Detector de fuego;
4. Detector de gas combustible;
5. Detector de gas tóxico, cuando la instalación preste servicio a la Recepción o Entrega de Petroquímicos;
6. Alarmas audibles y visibles;
7. Generador de tonos y/o mensajes;
8. Altoparlantes (bocinas);
9. Estaciones manuales de alarma;
10. Procesadores;
11. Fuentes de alimentación;
12. Tarjetas de entrada / salida;
13. Enlaces de comunicación, y
14. Software.

Los detectores de humo y sistemas de detección de gas inflamable en las áreas específicas determinadas deben estar activados permanentemente y deben activar una alarma sonora y visual en el centro de control con vigilancia permanente de la terminal de Almacenamiento y, si es necesario, en la propia área. Los detectores de fuego deben activar alarmas sonoras y visuales en el centro de control con vigilancia permanente de la Terminal de Almacenamiento.



Para el punto 10.6.7.2.1 Capacidad de acuerdo a lo indicado en la NFPA 72, se debe considerar la fuente de alimentación secundaria deberá tener capacidad de funcionamiento del sistema en régimen de que funciona en condición no armonizada, durante un mínimo de 24 horas y al final de ese período, deberá ser capaz de todos los aparatos de notificación de alarma utilizados para evacuar o para dirigir la ayuda a la localización de una emergencia por 5 minutos.

Sistema de monitoreo operativo

La operación de la planta será monitoreada a través de estaciones de trabajo que se ubicarán en el cuarto de control, en campo, en el cobertizo de contraincendios, en el área del patín de recibo de producto y de manera local en cada patín de llenado de auto-tanques.

La TAS tendrá la capacidad de monitorear en tiempo real la operación de la planta, así como llevar el balance de entradas, salidas de producto de planta y el inventario de productos en tanques.

Este sistema de administración operativa de la planta (TAS) también tendrá comunicación con sus clientes, permitiéndoles llevar el control de disposición de su producto, así como sus inventarios. Administrando el acceso y llenado de sus auto-tanques y personal, en planta.

Sistemas de seguridad física

Para la seguridad física de la planta se construirá una barda perimetral alrededor de la planta, la cual tendrá una altura de cuando menos 3 metros con concertina en su parte superior. De igual manera en su puerta de acceso principal se construirá una exclusiva para tener doble control en el acceso a la planta, en este acceso se tendrá personal de seguridad privada para el control del mismo.

De igual manera se contará con los servicios de personal profesional para protección y resguardo de las instalaciones. Adicionalmente se contará con un sistema de circuito cerrado de televisión, integrado por 12 cámaras distribuidas estratégicamente en toda la planta.

Sistemas de seguridad operativa

Para la seguridad operativa del proceso se contará con la instrumentación necesaria la cual permita operar dentro de los parámetros establecidos (presión, nivel, temperatura, flujo, presión diferencial), sin caer en situaciones que pongan en riesgo el proceso, las instalaciones, al personal y al medio ambiente. Dentro de estos sistemas de seguridad operativa se encuentran los siguientes:



El equipo de bombeo para carga de auto-tanques (llenaderas) tendrá un solo interruptor en el cabezal de succión de bombas el cual actuará sobre los arrancadores de todos estos equipos al detectar una presión de 1 Kg/cm². Para la protección a los equipos de Bombeo se tiene contemplado la instalación de un interruptor de baja presión (PSL) en la línea de succión y otro de alta presión (PSH) en la línea de descarga para cada bomba.

El Sistema de paro por Emergencia es requerido en las áreas de transferencia de producto, al activarse, se deberán detener todos los flujos y activarse una indicación visual y audible. Protección por alta presión de descarga y baja succión. En los cabezales de descarga de las bombas a llenaderas se contará con interruptores de presión por alta descarga, el cual estará a un valor de 7 Kg/cm², actuando sobre el arrancador de cada una de las bombas a llenaderas para suspender el bombeo en caso de que se presentase esta condición.

El equipo de bombeo estará protegido de presiones bajas en la succión con un interruptor de presión el cual enviará una señal para parar el equipo o no le permitirá arrancar si el cabezal de succión del equipo no tiene la suficiente presión de succión requerida por el sistema. Para el caso del Blending en tanques de almacenamiento se considerará la opción de instalar mixer o la opción de recircular producto con las bombas de llenadera e instalación de anillos de recirculación.

Así mismo sistema alivio el cual enviara el producto a una recirculación aliviando la presión de línea de descarga conectada del cabezal de descarga de la bomba a la tubería de entrada del tanque de origen del producto bombeado. Con el fin de mantener de una manera más estable la presión de operación en los cabezales de alimentación a llenaderas, se instalará una válvula de recirculación la cual actuará de manera proporcional al excedente de presión después de 5 Kg/cm².

Relevo de presión por temperatura en cabezales (relevo térmico) En todas las líneas de proceso de la planta se instalarán válvulas de alivio las cuales actuarán por sobrepresión al incrementarse la presión dentro de estas, al ocurrir un incremento de temperatura del producto al encontrarse entrampado (sin flujo por suspensión del proceso) entre válvulas, aliviando dichos excedentes a líneas de recolección las cuales lo conducirán a fosas de captación para su posterior recuperación.

Control de inventarios

Para el control de inventarios, se contará con un sistema de administración operativa de la terminal, el cual interactuará con todos los sistemas de medición y control operativo, obteniendo a través de ellos la información necesaria para determinar la conciliación entre las entradas, salidas, e inventarios.



El monitoreo operativo de la Terminal también se ejecutará a través de este sistema, desplegando gráficos y transmitiendo la información en tiempo real en estaciones de trabajo que estarán instaladas en un cuarto de control y otra en campo. Para el control de inventarios de la planta se instalarán patines de medición, mediante los cuales se totalizará el volumen del combustible descargado por auto-tanques.

Cabe señalar que los medidores considerados o contemplados serán medidores coriolis o desplazamiento positivo, en donde estos se evaluarán de acuerdo a la ingeniería básica o de detalle a manejar. Se contempla que la calibración de las unidades de medición de transferencia, sean calibrados a través por un sistema móvil donde se evaluará en ingeniería básica o de detalle. Este volumen será almacenado en los tanques de almacenamiento, en los cuales se medirá todo el producto que entre en ellos.

De igual manera el producto que se despache por auto-tanques será medido por el sistema de medición que serán instalados en cada isla. Para el cálculo de volumen en los tanques de almacenamiento se contará con medición de nivel y un promedio de la temperatura dentro de los tanques, muestreando periódicamente para determinar los parámetros necesarios para el cálculo de los volúmenes netos dentro del mismo en un periodo de 24 horas.

De todo lo anterior, diariamente se hará un balance entre todas las entradas, salidas de terminal y la diferencia de lo almacenado en tanques en 24 Horas.

Sistema de telecomunicaciones

Los sistemas de Telecomunicaciones considerados en el proyecto son:

1. Sistema de voz y datos
2. Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV)
3. Sistema de control de acceso
4. Sistema de detección de intrusión
5. Sistemas de intercomunicación
6. Medios de enlace

Sistemas auxiliares en la TAS

1. Sistema de agua potable.



Un sistema de abastecimiento de agua tiene como finalidad entregar agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer las necesidades, dicho sistema contará con un Tanque y un sistema hidroneumático (equipo paquete).

2. Sistema de aire para instrumentos y servicios.

Suministrar a la terminal aire comprimido limpio y seco, el sistema de aire incluye: un compresor, encargado de suministrar aire para los instrumentos de la planta además de suministrar aire, un tanque acumulador y secadora de aire.

3. Sistema de Nitrógeno si es requerido (Básica).

Se contempla en la limpieza, purga de ductos o equipos de la terminal de almacenamiento, utilizar nitrógeno para evitar cualquier tipo de inflamabilidad o explosividad, esta unidad deberá ser analizada durante el desarrollo de la ingeniería.

4. Cuarto de Control Central.

Cuarto dedicado para la instalación de componentes electrónicos dedicado al sistema de operación, control y seguridad de la terminal de almacenamiento y suministro.

5. Cuarto para los choferes de camiones para descansar y con baños.

Lugar estimado para personal fuera de la terminal, para un descanso en el tiempo de liberación del auto-tanque.

6. Fuente de agua para el sistema contra incendio.

El suministro hacia al tanque de almacenamiento de agua, se contemplará a través de la red pública del lugar, pozo o por medio de auto-tanque/pipas, para la demanda de red contra incendio.

7. Cuarto para un Laboratorio.

Lugar designado para el análisis de muestreo de los auto-tanques/tanques de almacenamiento, destinado a diferentes análisis para su aprobación de descarga o envío, en cuanto a la liberación de estos productos.

A continuación se muestra el plano GNN-NL-GME-TAS-AGP-17_01 de arreglo general, haciendo énfasis en las zonas mencionadas anteriormente como la subestación, la cisterna, laboratorios, cuartos de servicios y oficinas en general.



Fig 60. Zona de sub-estación, oficinas, cuartos de descanso y laboratorio móvil.

VARIABLES DE PROCESO

Carro tanques

Elemento de aterrizamiento para, habilitación, monitoreo y aseguramiento de conducción de carga estática a tierra, como permisivo para iniciar descarga de las tres secciones de carro tanques.

Presión. Transmisor indicador de presión para conocer el valor de la correspondiente en cada una de las secciones de cabezal que alimenta las bombas de descarga de carro-tanques.

Temperatura. Termómetro para conocer la temperatura en cada una de las secciones del cabezal que alimenta las bombas de descarga de carro-tanques.

Alivio por relevo térmico. Válvula que permite desfogar los vapores provocados por temperatura cuando las secciones del cabezal se encuentren en estado estático

Válvula motorizada operada eléctricamente, que incluye: interruptores de posición de abierta y cerrada, con elementos de apertura y cierre a control remoto y manual, para cada una de las secciones del cabezal de descarga de carro-tanques.

Presión diferencial de filtros. Transmisor indicador de presión diferencial, que permita conocer la condición de obstrucción del filtro antes de succión de bomba.

Velocidad operativa de bomba. Dependiente de la operación del transmisor indicador de presión en succión de bomba y del transmisor indicador de flujo de descarga de bomba se retroalimenta desde el centro de control, incluye permisivo para arranque, paro y aceleración local.



Flujo total de descarga de bombas de carro-tanques. Permite conocer paso de producto desde cualquier sección del cabezal de descarga a patín de medición.

Presión de entrada a patín de medición. Mediante un transmisor indicador de presión se conoce la presión que ingresa al patín de medición.

Temperatura de entrada a patín de medición. Indicada mediante un termómetro.

Alivio de presión. Válvula que permite desfogar la presión del cabezal de descarga de bombas e ingreso a patín de medición desde carro-tanques. Incluye interruptor de flujo para conocer cuando ésta haya operado.

Presión diferencial de filtros. Transmisor indicador de presión diferencial que permita conocer la condición de obstrucción del filtro en la entrada al patín de medición de descarga de carro-tanques.

Temperatura. Indicador para conocer la temperatura del producto al ingreso a medición.

Presión. Indica la presión de entrada a medición.

Flujo másico. Transmisor indicador de medición para conocer: la cantidad de producto instantáneo y total, así como la densidad del mismo.

Temperatura de medición. Transmisor indicador de temperatura utilizado para realizar la compensación que la variable representa en la medición del flujo.

Presión de medición. Transmisor indicador de presión utilizado para realizar la compensación que la variable ejerce en la medición del flujo.

Válvula motorizada operada eléctricamente, que incluye: interruptores de posición de abierta y cerrada, con elementos de apertura y cierre a control remoto y manual instalada en salida de patín de medición hacia tanque de almacenamiento.

Llegada a tanques de almacenamiento

Alivio por relevo térmico. Válvula que permite desfogar los vapores provocados por temperatura cuando la línea de llegada a tanque se encuentra seccionada en estado estático

Temperatura. Indicador de temperatura de cabezal de entrada a tanque.

Presión. Indicador de presión de cabezal de entrada a tanque.

Flujo. Indicador de flujo de cabezal de entrada a tanque.



Válvula motorizada operada eléctricamente, que incluye: interruptores de posición de abierta y cerrada, con elementos de apertura y cierre a control remoto y manual instalada al pie de dique de entrada a tanques.

Alivio por relevo térmico. Válvula que permite desfogar los vapores provocados por temperatura en el interior del tanque.

Elemento palpador de nivel. Flotador sobre la superficie del producto en tanque instalado en el tubo de medición.

Nivel de producto en tanque. Transmisor indicador de nivel que permite conocer la altura del producto contenido en tanques.

Interruptor de nivel. Switch que permiten conocer el bajo nivel de producto contenido en tanque.

Nivel. Transmisor indicador de nivel de tanque que señaliza el nivel bajo de producto contenido.

Temperatura. Elemento térmico que proporciona señales de temperatura a diferentes niveles de producto en tanques.

Temperatura. Transmisor indicador de temperatura que transmite la señal de temperatura a diferentes niveles de producto.

Nivel. Elementos sensores de alarmas de nivel de alto y alto-alto contenido en tanque.

Alivio por relevo térmico. Válvula que permite desfogar los vapores provocados por temperatura cuando la línea de descarga de tanques se encuentra en estado estático.

Presión. Transmisor indicador de presión que indica presión de cabezal de succión de bombas para llenaderas.

Presión diferencial de filtros. Indicador de presión diferencial para conocer la condición de obstrucción del filtro en la entrada en cada una de las bombas para llenaderas.

Velocidad operativa de bomba. Dependiente de la operación del transmisor indicador de flujo en la salida de cada una de las bombas hacia llenaderas de auto tanques, incluye permisivo para arranque, paro y aceleración local.

Válvula motorizada operada eléctricamente, que incluye: interruptores de posición de abierta y cerrada, con elementos de apertura y cierre a control remoto y manual instalada en la salida de cada una de las bombas hacia llenaderas.



Flujo. Indicador-interruptor de flujo que indica paso de producto a llenaderas, ubicado en cada una de las descargas de bombas a llenaderas.

Válvula motorizada operada eléctricamente, que incluye: interruptores de posición de abierta y cerrada, con elementos de apertura y cierre a control remoto y manual instalada en cabezal de descarga hacia llenaderas para seccionar este cabezal en caso de necesidad de trasiego programado.

Alivio por relevo térmico. Válvula que permite desfogar los vapores provocados por temperatura cuando la línea de descarga hacia llenaderas se encuentre en estado estático.

Alivio de presión. Válvula que permite desfogar la presión del cabezal de descarga de bombas hacia llenaderas. Incluye interruptor de flujo para conocer cuando esta haya operado.

Presión. Transmisor indicador de presión en cabezal de descarga hacia llenaderas para control de la variable en caso de sobre-presionamiento operativo.

Ajuste de presión. Válvula con actuador controlador de presión para derivar el excedente de presión de descarga hacia llenaderas, considerándose como de recirculación.

Válvula motorizada operada eléctricamente, que incluye: interruptores de posición de abierta y cerrada, con elementos de apertura y cierre a control remoto y manual instalada entre el cabezal de descarga hacia llenaderas y el cabezal de descarga hacia tanques para derivar o trasegar producto en forma programada.

Alivio por relevo térmico. Válvula que permite desfogar los vapores provocados por temperatura cuando la línea de trasiego programado se encuentre en estado estático.

Presión. Indicador que permite conocer la presión del cabezal de descarga de llenaderas hacia el cabezal de succión de tanque durante el trasiego programado.

Temperatura. Indicador que permite conocer la temperatura del producto en el cabezal de descarga de llenaderas hacia el cabezal de succión de tanque durante el trasiego programado.

Llenaderas de Auto Tanques

Control de flujo. Válvula motorizada operada eléctricamente para control de flujo, que incluye: interruptores de posición de abierta y cerrada, con elementos de apertura y cierre a control remoto y manual instalada a la llegada a cada una de las islas de llenaderas de auto-tanques.



Presión diferencial de filtros. Indicador de presión diferencial que permite conocer la condición de obstrucción del filtro en la entrada al patín de medición de cada una de las llenaderas de auto tanques.

Alivio por relevo térmico. Válvula que permite desfogar los vapores provocados por temperatura cuando la línea de cualquiera de las llenaderas se encuentre en estado estático.

Flujo. Transmisor indicador de medición desplazamiento positivo para conocer: la cantidad de producto instantáneo y total en cada una de las llenaderas.

Temperatura de medición. Transmisor indicador de temperatura utilizado para realizar la compensación que la variable representa en la medición del flujo en cada una de las llenaderas.

Presión de medición. Transmisor indicador de presión utilizado para realizar la compensación que la variable ejerce en la medición del flujo en cada una de las llenaderas.

Control de presión. Válvula para control de presión, que incluye: interruptores de posición de abierta y cerrada, instalada a la salida de la medición en cada una de las islas de llenaderas de auto-tanques.

Elemento de aterrizamiento para, habilitación, monitoreo y aseguramiento de conducción de carga estática a tierra, como permisivo para iniciar carga en cada una de las cuatro islas de llenaderas de auto-tanques.

ESPECIFICACIONES GENERALES

Materiales de construcción

Para la realización de esta obra deberán considerarse las especificaciones de fabricación y las propiedades de los materiales que se encuentran comprendidas en el conjunto de normas de en las normas y referencias que marque la regulación mexicana y las referencias internacionales de los Códigos ASME, ASTM, API, ANSI, AWS, etc., aplicando el Código ANSI en el interior de las TAS y en las instalaciones superficiales en general.

Válvulas de esfera

Válvulas esféricas de paso completo y continuado, con bridas 150 ANSI, R.F. según especificación MSS-SP-44, con cuerpo integral soldado o ensamblado según fabricante con autorización vigente de American Petroleum Institute para uso del monograma API-6D (no se aceptan válvulas de fabricantes sin registro del API-6D), suministradas con



pintura exterior anticorrosiva conforme a la especificación a los estándares o códigos internacionales que apliquen.

Materiales de fabricación:

Cuerpo y esfera de acero al carbón fundido ASTM-A-216, grado WCB, de acero al carbón forjado ASTM-A-105 ó a partir de placa de acero al carbón ASTM-A-515 ó 516, grado 70; brida de acero al carbón ASTM-A-105; vástago y muñón de acero 17-4PH, AISI-4130 ó 4140; anillo de asiento de acero inoxidable 316; insertos del cuerpo de la válvula de nylon ó teflón; sellos del cuerpo de la válvula de teflón; empaquetadura del vástago de teflón, marca Walworth, Camerón, Fipsa o similar, con actuador rotatorio eléctrico montado y probado en planta por el fabricante de las válvulas.

Actuadores

Cada actuador deberá contar con una brida de acoplamiento para montaje directo sobre el vástago de la válvula esférica, a fin de evitar empujes laterales que dañen el interior de la válvula, así como todos los accesorios y aditamentos para operación del actuador en forma local y un sistema operativo para actuación remota desde tablero de control de las estaciones de bombeo, dispositivo de transferencia de mando y las facilidades de control para un paro de emergencia.

Válvula macho. Fabricada de acero al carbón fundido especificación 150 ANSI, R.F. para 4" de diámetro y mayores.

Válvulas para tomas de presión. Fabricadas en clase 150 (380 psig A 100 grados F) de acero forjado ASTM-A-105, para 1 ½" de diámetro y mayores.

Válvulas para instrumentos. Fabricadas de globo tipo aguja de acero al carbón formado ASTM-A-105, para 1 ½" de diámetro y mayores.

Bridas. Todas serán clase 150 ANSI, R.F. de acero al carbón forjado ASTM-A-105, de 2" a 24" de diámetro con cuello para soldar dimensionadas de acuerdo con ANSI B 16.5.

Conexiones soldables (codos, tees, reducciones, etc.). Fabricadas de 2" a 24" de diámetro de acero al carbón ASTM-A-234, grado WPB cédula 20 como mínimo.

Conexiones de embutir. Conexiones para soldar (SW) de acero al carbón forjado ASTM-A-105, 400 libras WOG, para 1 ½" de diámetro y menores.

Insertos. Weldolets de acero al carbón forjado ASTM-A-105, todos los diámetros.

Bridas de anclaje. Bridas de acero al carbón forjado ASTM-A-105 Ó MSS-SP-44, grado F-60.



Tubería instalaciones superficiales. Para superficiales ASTM-53, grado B o A-106, grado B, para 1" de diámetro y menores con extremos planos y para 2" de diámetro y mayor con extremos biselados para soldar, de 10" de diámetro y menor de deberá ser sin costura.

Empaques. Para uniones bridadas de espiro metálicos tipo CG o similar, todos los diámetros.

Espárragos. De acero al carbón ASTM-A-197, grado B- 7 con dos tuercas hexagonales cada uno de acero al carbón ASTM-A-194, grado 2H, todos los diámetros y longitudes.

Manómetros indicadores de presión para montaje local. Provistos con carátula blanca de 4 1/2" de diámetro, caja fenólica. Anillo roscado, elemento de presión tipo Bourdon de acero inoxidable 316, con conexión inferior a proceso de acero inoxidable 316 de 11/4" N.P.T. o similar.

Unión aislante. Tipo monoblock especificación 150 ANSI o similar modelo 1K, con resistencia eléctrica medida con 1,000 volts de corriente directa de 40 mega ohms en promedio y resistencia dieléctrica a la tensión de perforación entre 15,000 y 2,000 Volts para instalarse en tubería API-SPC-5L, grado X-42 o grado B.

V.2 PROCESOS POR LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

La terminal de almacenamiento no tiene un proceso productivo como tal. En primera fase, la carga de hidrocarburos llegara a la base por medio de carros tanque, conectándose a bombas que transportaran el material a los tanques dentro de la base. En segunda fase será el suministro de auto tanques en las islas de abastecimiento para el reparto de los bienes.

V.3 MATERIAS PRIMAS

Dentro de este proyecto no se maneja el término de materia prima ya que la Terminal de Almacenamiento y Suministro de General Escobedo solo almacenará los hidrocarburos que ésta recibirá, desligándose de los procesos de producción, por lo cual no se mencionan en este apartado, sin embargo los productos a almacenar en la base son los siguientes:

NOMBRE	CANTIDAD MÁXIMA ALMACENAMIENTO	FLUJO	TIPO DE ALMACENAMIENTO
Diésel	120,000 lt.	1.265 ft/s	Tanque atmosférico vertical
Diésel	120,000 lt.	1.265 ft/s	Tanque atmosférico vertical



NOMBRE	CANTIDAD MÁXIMA ALMACENAMIENTO	FLUJO	TIPO DE ALMACENAMIENTO
Diésel	120,000 lt.	1.265 ft/s	Tanque atmosférico vertical
Gasolina Regular	120,000 lt.	1.265 ft/s	Tanque atmosférico vertical
Gasolina Regular	120,000 lt.	1.265 ft/s	Tanque atmosférico vertical
Gasolina Regular	120,000 lt.	1.265 ft/s	Tanque atmosférico vertical
Gasolina Premium	120,000 lt.	1.265 ft/s	Tanque atmosférico vertical
Gasolina Premium	120,000 lt.	1.265 ft/s	Tanque atmosférico vertical
Turbosina	120,000 lt.	1.265 ft/s	Tanque atmosférico vertical
MTBE	120,000 lt.	1.265 ft/s	Tanque atmosférico vertical

Los productos que almacene la terminal deben cumplir con las bases de la NOM-016-CRE-2016 Especificaciones de calidad de los hidrocarburos, ya que estos productos deben cumplir con ciertos aditivos tales como agentes oxidantes, agentes traza entre otros.



V.4 HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD (MSD)



PEMEX - MAGNA (1) RESTO DEL PAÍS

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

SECCIÓN I. DATOS GENERALES

HDSS: PR-107/2010

PEMEX-MAGNA (1) RESTO DEL PAÍS



No. ONU²: 1203

No. CAS²: 8006-61-9

FECHA ELAB: 20/10/1998

REVISIÓN: 5

FECHA REV: 01/09/2011

FABRICANTE	EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR:
PEMEX: Av. Marina Nacional No. 329, colonia Petróleos Mexicanos, Delegación Miguel Hidalgo, México, D. F. C. P. 11311. Teléfonos: (0155) - 19449365 y 19448895 (Horario de oficina). ASISTENCIA TÉCNICA: Teléfonos: (0155) - 19448164 (Horario de oficina). CONSULTA HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD: Teléfonos: (0155) - 19448628 y 19448041 (Horario de oficina).	SETIQ³: <ul style="list-style-type: none"> 01800 - 0021400, sin costo las 24 horas. (0155) - 55591588, Cd. de México, las 24 horas.
	CENACOM⁴: <ul style="list-style-type: none"> 01800 - 0041300, sin costo las 24 horas. (0155) - 51280000, ext. 11470 a 11476, Cd. de México, las 24 horas.
	COATEA⁵: <ul style="list-style-type: none"> 01800 - 7104943, sin costo las 24 horas. (0155) - 54496391 y 26152045 Cd. de México, las 24 horas.
	CCAE⁶: <ul style="list-style-type: none"> 49166 (número único nacional, las 24 horas). (0155) - 19442500, extensión 49166 Cd. de México, las 24 horas. Correo electrónico: cae@pemex.com

SECCIÓN II. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO

Nombre químico: ND	Estado físico: Líquido
Nombre comercial: Gasolina Pemex-Magna	Clase de Riesgo de transporte SCT ⁷ : Clase 3, "Líquidos inflamables"
Familia química: ND	No. Guía de Respuesta GRE ⁸ : 128
Sinónimos: Gasolina Pemex-Magna, Pemex-Magna Resto del País	
Descripción general del producto: Mezcla de hidrocarburos parafínicos de cadena recta y ramificada, olefinas, cicloparafinas y aromáticos, que se obtienen del petróleo. Se utiliza como combustible en motores de combustión interna y es para uso en el	



PEMEX - MAGNA (1) RESTO DEL PAÍS

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

interior del país, excepto en las zonas metropolitanas del Valle de México, Guadalajara y Monterrey. Índice de octano igual a 87 y 1000 ppm de contenido máximo de azufre total.

SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

COMPONENTE	% VOL.	NÚMERO ONU ²	NÚMERO CAS ²	PPT ⁹ (ppm)	CT ¹⁰ (ppm)	P ¹¹ (ppm)	IPVS ¹² (ppm)	GRADO DE RIESGO NFPA ¹³			
								S ¹⁴	I ¹⁵	R ¹⁶	E ¹⁷
Gasolina	100%	1203	8006-61-9	300	500	ND	ND	1	3	0	NA
Aromáticos	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Olefinas	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benceno	3.0% máx.	1114	71-43-2	0.5	2.5	ND	ND	2	3	0	NA

SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Temperatura de ebullición (°C): 60-70 (máx. 10% destilac.) ⁸	Color: Rojo (visual)
Temperatura de fusión (°C): NA	Olor: Característico a gasolina
Temperatura de inflamación (°C): Inferior a 0°C	Velocidad de evaporación: ND
Temperatura de auto ignición (°C): aproximadamente 250°C ^A	Solubilidad en agua: Insoluble
Densidad relativa de vapor (aire=1): 3.0 – 4.0 ^A	Presión de vapor @ 37.8 °C (kPa): 54.0 – 79.0 (7.8 – 11.5 lb/pulg ²)
pH: (IV.6) ND	% de volatilidad: NA
Peso molecular: ND	Límites de explosividad inferior-superior: 1.3 – 7.1 ^A
Estado físico: Líquido	Gravedad específica 20/4 °C: 0.700 – 0.770

SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN

Medio de extinción:

- Fuegos pequeños: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, polvo químico seco, Bióxido de Carbono o espuma química.



Hoja de Datos de Seguridad

- Fuegos grandes: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, no usar chorro de agua directa, usar espuma química.

Equipo de protección personal para el combate de incendios:

- El personal que combate incendios de esta sustancia en espacios confinados, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje para bombero profesional completo; el uso de este último proporciona solamente protección limitada.

Procedimiento y precauciones especiales durante el combate de incendios:

- Utilizar agua en forma de rocío para enfriar contenedores y estructuras expuestas, y para proteger al personal que intenta eliminar la fuga.
- Continuar el enfriamiento con agua de los contenedores, aún después de que el fuego haya sido extinguido. Eliminar la fuente de fuga si es posible hacerlo sin riesgo. Si la fuga o derrame no se ha incendiado, utilice agua en forma de rocío para dispersar los vapores.
- Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados.
- En función de las condiciones del incendio, permitir que el fuego arda de manera controlada o proceder a su extinción con espuma o polvo.
- En incendio masivo, utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores; si no es posible, retírese del área y deje que arda.
- Aislar el área de peligro, mantener alejadas a las personas innecesarias, evitar situarse en las zonas bajas, mantenerse siempre alejado de los extremos de los contenedores. Retírese de inmediato en caso de que aumente el sonido de los dispositivos de alivio de presión, o cuando el contenedor empiece a decolorarse.
- Tratar de cubrir el líquido derramado con espuma, evitando introducir agua directamente dentro del contenedor.

Condiciones que conducen a otros riesgos especiales:

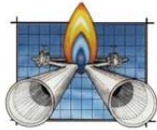
- La gasolina es un líquido extremadamente inflamable, puede incendiarse fácilmente a temperatura normal, sus vapores son más pesados que el aire por lo que se dispersarán por el suelo y se concentrarán en las zonas bajas.
- Esta sustancia puede almacenar cargas electrostáticas debidas al flujo o movimiento del líquido. Los vapores de gasolina acumulados y no controlados que alcancen una fuente de ignición, pueden provocar una explosión.
- El trapo y materiales similares contaminados con gasolina y almacenados en espacios cerrados, pueden sufrir combustión espontánea.
- Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos del mismo, por lo que no deben presurizarse, calentarse, cortarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición.

Productos de la combustión nocivos para la salud:

- La combustión de esta sustancia genera Monóxido de Carbono y Bióxido de Carbono.

SECCIÓN VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD

Estabilidad (condiciones a evitar): Esta sustancia es estable.



PEMEX - MAGNA (1) RESTO DEL PAÍS
Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

Incompatibilidad (sustancias a evitar): Evitar el contacto con fuentes de ignición y oxidantes fuertes como: peróxidos, ácido nítrico y percloratos.

Descomposición en componentes o productos peligrosos:

Esta sustancia no se descompone a temperatura ambiente. Su combustión genera Monóxido de Carbono, Bióxido de Carbono y otros gases asfixiantes, irritantes y corrosivos.

Polimerización espontánea (condiciones a evitar):

Esta sustancia no presenta polimerización.

Otras condiciones a evitar para prevenir que reaccione:

No se tiene información.

SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

EFFECTOS POR EXPOSICIÓN AGUDA:

Ingestión:

- Produce inflamación y ardor, irritación de la mucosa de la garganta, esófago y estómago.
- En caso de presentarse vómito severo puede haber aspiración hacia los bronquios y pulmones, lo que puede causar inflamación y riesgo de infección.

Inhalación:

- La exposición a concentraciones elevadas de vapores causan irritación a los ojos, nariz, garganta, bronquios y pulmones; puede causar dolor de cabeza y mareos; puede ser anestésico y puede causar otros efectos al sistema nervioso central.
- Causa sofocación (asfixiante) si se permite que se acumule a concentraciones que reduzcan la cantidad de Oxígeno por abajo de niveles de respiración seguros.
- En altas concentraciones, los componentes de la gasolina pueden causar desórdenes en el sistema nervioso central.
- Es asfixiante, la exposición a atmósferas con concentraciones excesivas de vapores de gasolina, puede causar un colapso repentino, coma y la muerte.

Piel (contacto):

- El contacto de gasolina en la piel causa irritación y resequedad.

Contacto con los ojos:

- El contacto de esta sustancia con los ojos causa irritación y/o quemadura de la córnea y/o conjuntiva, así como inflamación de los párpados.
- La gasolina causa sensación de quemadura severa, con irritación temporal e hinchazón de los párpados.



Hoja de Datos de Seguridad

EFECTOS POR EXPOSICIÓN CRÓNICA:

- La exposición repetida a la gasolina puede causar efectos en el sistema nervioso central, como: fatiga, trastornos de la memoria, dificultad de concentración y para conciliar el sueño, cefalea y vértigo, entre otros.
- En la piel el contacto prolongado puede causar inflamación, resequedad, comezón, formación de grietas y riesgo de infección secundaria.

Sustancia carcinogénica:

ND

Sustancia mutagénica:

ND

Sustancia teratogénica:

ND

Otras (especifique):

ND

NOTAS:

- La Norma Oficial Mexicana 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", no incluye a este producto en la relación de sustancias cancerígenas.
- La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) clasifica a la gasolina como una sustancia "cancerígena en animales" (clasificación A3), puntualizando que: "El agente es cancerígeno en animales de experimentación a dosis relativamente alta, por vías de administración en órganos, tejidos o por mecanismos que no son considerados relevantes para el trabajador expuesto. Los estudios epidemiológicos disponibles no confirman un aumento en el riesgo de cáncer en humanos expuestos. La evidencia sugiere que no es probable que el agente cause cáncer en humanos excepto bajo vías o niveles de exposición poco comunes e improbables. Para los A3 se debe controlar cuidadosamente la exposición de los trabajadores por todas las vías de ingreso para mantener esta exposición lo más abajo posible de dicho límite".

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:

CL₅₀³⁸: ND

DL₅₀³⁹: ND

Otra información: ND

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS:

Procedimientos para la aplicación de primeros auxilios para las diferentes vías de entrada al organismo:

Ingestión:

- Mantener a la víctima abrigada y en reposo.



PEMEX - MAGNA (1) RESTO DEL PAÍS

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

- Mantener a la víctima acostada de lado; de esta manera, disminuirá la posibilidad de aspiración de gasolina a los bronquios y pulmones en caso de vómito .
- No provocar vómito por ser peligrosa la aspiración del líquido a los pulmones.
- Si espontáneamente se presenta el vómito, observar si existe dificultad para respirar.
- Solicitar atención médica inmediatamente.

Inhalación:

- En situaciones de emergencia, utilice equipo de protección respiratoria de aire autónomo de presión positiva para retirar inmediatamente a la víctima afectada por la exposición.
- Si la víctima respira con dificultad, administrar Oxígeno.
- Si la víctima no respira, aplicar respiración artificial.
- ¡CUIDADO! el método de respiración artificial de boca a boca puede ser peligroso para la persona que lo aplica, ya que ésta puede inhalar materiales tóxicos.
- Mantenga a la víctima abrigada y en reposo.
- Las personas expuestas a atmósferas con altas concentraciones de vapores o atomizaciones de gasolina, deben trasladarse a un área libre de contaminantes donde respire aire fresco.
- Solicitar atención médica.

Contacto con la piel:

- Retirar inmediatamente y confinar la ropa y calzado contaminados.
- Lavar la parte afectada con abundante agua durante 20 minutos por lo menos.
- Lavar ropa y calzado contaminados con gasolina antes de utilizarlos nuevamente.
- Mantener a la víctima en reposo y abrigada para proporcionar una temperatura corporal normal.
- En caso de que la víctima presente algún síntoma anormal o si la irritación persiste después del lavado, obtener atención médica inmediatamente.

Contacto con los ojos:

- En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con agua abundante por lo menos durante 15 minutos, o hasta que la irritación disminuya.
- Sostener los párpados de manera que se garantice una adecuada limpieza con agua abundante en el globo ocular.
- Si la irritación persiste obtenga atención médica inmediatamente.
- Si se producen quemaduras en conjuntiva y córnea, se requerirá atención médica especializada en forma inmediata.

OTROS RIESGOS O EFECTOS A LA SALUD:

- La exposición prolongada a vapores de gasolina, puede producir signos y síntomas de intoxicación, como depresión del sistema nervioso central; sin embargo, estos síntomas pueden variar dependiendo del tiempo de exposición y de la concentración de vapores de gasolina.



Hoja de Datos de Seguridad

ANTÍDOTO (DOSIS EN CASO DE EXISTIR):

- No se tiene información.

OTRA INFORMACIÓN PARA LA ATENCIÓN MÉDICA PRIMARIA Y LAS CONTRAINDICACIONES PERTINENTES:

- El personal médico debe tener conocimiento de la identidad y características de esta sustancia.
- Si la cantidad de gasolina ingerida es considerable, el Médico debe practicar un lavado del estómago.
- En tanto se aplica el lavado estomacal, debe colocarse a la víctima acostado de lado para que en caso de presentarse vómito, disminuya la posibilidad de aspiración de gasolina hacia los bronquios y pulmones.
- Cuando la aspiración de vapores de gasolina causa paro respiratorio, procédase de inmediato a proporcionar respiración artificial hasta que la respiración se restablezca.

SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Procedimiento y precauciones inmediatas:

Primeramente llamar al número telefónico de respuesta en caso de emergencia.

- Eliminar las fuentes de ignición cercanas (no fumar, no usar bengalas, chispas o llama abierta en el área de riesgo).
- No tocar ni caminar sobre el producto derramado.
- Mantener alejado al personal que no participa directamente en las acciones de control; aislar el área de riesgo y prohibir el acceso.
- Permanecer fuera de las zonas bajas y en un sitio donde el viento sople a favor.
- Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados.
- En caso de fugas o derrames pequeños, cubrir con arena u otro material absorbente no combustible.
- Cuando se trate de derrames mayores, se debe represar a distancia, recoger el producto y colocarlo en tambores para su disposición posterior.
- Utilizar herramientas antichispas para recoger el material derramado, y conectar eléctricamente a tierra el equipo utilizado.
- Ventile los espacios cerrados antes de entrar.
- El agua en forma de rocío puede reducir los vapores, pero no puede prevenir su ignición en espacios cerrados.
- Todo el equipo que se use para el manejo de esta sustancia, debe estar conectado eléctricamente a tierra.
- Debe trabajarse en áreas bien ventiladas.
- Debe proveerse ventilación mecánica a prueba de explosión, cuando se maneje esta sustancia en espacios confinados.



PEMEX - MAGNA (1) RESTO DEL PAÍS
Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

Métodos de mitigación para controlar la sustancia:

- En caso de emplear equipos de bombeo para recuperar el producto derramado, éste debe ser a prueba de explosión.
- Detener la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo.
- De ser posible, los recipientes que lleguen a fugar deben ser trasladados a un sitio bien ventilado y alejado del resto de las instalaciones y de fuentes de ignición; el producto, deberá trasegarse a otros recipientes que se encuentren en buenas condiciones, observando los procedimientos establecidos para esta actividad.

Recomendaciones para evacuación:

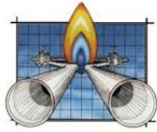
- En caso de un derrame grande, considere la evacuación inicial de por lo menos 300 metros a favor del viento u 800 metros a la redonda.
- En caso de que un tanque, carrotanque o autotanque que contenga este producto esté involucrado en un incendio, debe aislarse 800 metros a la redonda.
- Considerar también la evacuación inicial de 800 metros a la redonda.

SECCIÓN IX. PROTECCIÓN ESPECIAL EN SITUACIONES DE EMERGENCIA

Equipo de protección personal específico:

- La selección del equipo de protección personal varía dependiendo de las condiciones de uso.
- Se recomienda utilizar guantes de hule cuando el contacto prolongado con la piel no puede evitarse.
- La concentración de vapores en el aire determina el tipo de protección respiratoria que es necesaria.
- En caso de fuga o derrame, emplear equipo de protección personal incluyendo: botas, guantes y delantal de hule.
- Cuando la fuga o derrame genera vapores o neblinas de esta sustancia, debe emplearse equipo de respiración autocontenido.
- Deben emplearse anteojos de seguridad con protección lateral o careta facial cuando se efectúen labores de atención a fugas o derrames.
- No debe usarse lentes de contacto cuando se maneja esta sustancia.
- En las instalaciones donde se maneja esta sustancia, deben colocarse estaciones de regadera-lavaojos en sitios estratégicos, los cuales deben estar accesibles, operables en todo momento y bien identificadas.
- El personal que combate incendios de esta sustancia en espacios confinados, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje para bombero profesional completo; el uso de este último proporciona solamente protección limitada.

SECCIÓN X. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN



PEMEX - MAGNA (1) RESTO DEL PAÍS

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

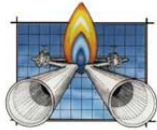
Hoja de Datos de Seguridad

Número ONU: 1203	
Clase de riesgo de transporte: Clase 3 Líquidos inflamables	
Guía de Respuesta en caso de Emergencia: Guía número 128	
Colocar el cartel que identifica el contenido y riesgo del producto transportado, cumpliendo con el color, dimensiones, colocación, etc., dispuestos en la NOM-004-SCT-2008 y empleando cualquiera de los dos modelos que se muestran en el recuadro de la derecha.	
Recomendaciones del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos: <ol style="list-style-type: none">1.- Las unidades que transporten materiales y residuos peligrosos deberán estar en óptimas condiciones de operación, físicas y mecánicas, verificando el transportista que la unidad reúna tales condiciones antes de proceder a cargar los materiales y residuos peligrosos.2.- Los operadores de vehículos se abstendrán a realizar paradas no justificadas, que no estén contempladas en la operación del servicio, así como circular por áreas centrales de ciudades y poblados. Al efecto, utilizarán los libramientos periféricos cuando éstos existan.3.- Ninguna unidad que traslade materiales o residuos peligrosos deberá transportar personas no relacionadas con las operaciones de la unidad.4.- Demás información, contenida en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.	

SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

Comportamiento de la sustancia química peligrosa cuando se libera al aire, agua o suelo y sus efectos en la flora o fauna:

- Disponer apropiadamente de los productos y materiales contaminados usados en las maniobras de limpieza de fugas o derrames.
- El suelo y los materiales afectados por el derrame y por los trabajos de limpieza, deberán recibir el tratamiento y/o disposición correspondiente, de acuerdo a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.
- Cuando el derrame No exceda de 1 m³, se deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlos en la bitácora. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención a contingencias o emergencias ambientales o accidentes.
- Cuando el derrame exceda de 1 m³, se deberán ejecutar las medidas inmediatas para contener los materiales liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar limpieza del sitio. Asimismo, se deberá:



PEMEX - MAGNA (1) RESTO DEL PAÍS

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

- Avisar de inmediato a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido del material peligroso.
- Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto las autoridades competentes conforme a lo previsto en el Art. 72 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
- Iniciar los trabajos de Caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de Remediación correspondientes.
- El aviso del derrame se deberá formalizar dentro de los tres días hábiles siguientes al día en que hayan ocurrido los hechos y deberá contener lo indicado en el Art. 131 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

SECCIÓN XII. INFORMACIÓN SOBRE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Para el manejo, transporte y almacenamiento:

- El personal no debe ingerir alimentos, beber o fumar durante el manejo de esta sustancia.
- El personal no debe emplear lentes de contacto cuando se manipula este producto.
- Deben evitarse temperaturas extremas en el almacenamiento de esta sustancia; almacenar en contenedores resistentes, cerrados, fríos, secos, aislados, en áreas bien ventiladas y alejados del calor, fuentes de ignición y productos incompatibles.
- Almacenar en contenedores con etiquetas; los recipientes que contengan esta sustancia, deben almacenarse separados de los vacíos y de los parcialmente vacíos.
- El almacenamiento de pequeñas cantidades de este producto, debe hacerse en contenedores resistentes y apropiados.
- Los equipos empleados para el manejo de esta sustancia, deben estar debidamente aterrizados.

Otras precauciones:

- La ropa y trapos contaminados, deben estar libres de este producto antes de almacenarlos o utilizarlos nuevamente.
- No utilizar presión para vaciar los contenedores.
- Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos de él, por lo que no deben presurizarse, calentarse, cortarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición.

SECCIÓN XIII. INFORMACIÓN ADICIONAL

FUENTES DE INFORMACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- NOM-018-STPS-2000 "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo".
- NOM-010-STPS-1999 "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen,



PEMEX - MAGNA (1) RESTO DEL PAÍS
Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

<p>transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral".</p> <ul style="list-style-type: none">▪ "Reglamento de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos".▪ NOM-004-SCT-2008 "Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos".▪ Especificación No. 107/2010 "PEMEX-MAGNA (1) RESTO DEL PAÍS".▪ NIOSH: "Pocket Guide to Chemical Hazards", "Occupational Health Guideline for Mineral Oil Mist", "IDLH Documentation".▪ NFPA 400 "Hazardous Materials Code", 2010 Edition.▪ Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.▪ Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.▪ NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 "Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS	
<p>¹ ONU: Número asignado por la Organización de las Naciones Unidas.</p> <p>² CAS: Número asignado por la Chemical Abstracts Service.</p> <p>³ SETIQ: Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química.</p> <p>⁴ CENACOM: Centro Nacional de Comunicación. (Protección Civil).</p> <p>⁵ COATEA: Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales.</p> <p>⁶ CCAE: Centro de Coordinación y Apoyo a Emergencias.</p> <p>⁷ SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.</p> <p>⁸ GRE: Guía de Respuesta a Emergencia.</p> <p>⁹ LMPE-PPT: Límite Máximo Permissible de Exposición Promedio Ponderada en el Tiempo (TWA, siglas en inglés).</p> <p>¹⁰ LMPE-CT: Límite Máximo Permissible de Exposición de Corto Tiempo (STEL, en inglés).</p>	<p>¹¹ P: Límite Máximo Permissible de Exposición Pico.</p> <p>¹² IPVS: Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud. (IDLH, siglas en inglés).</p> <p>¹³ NFPA: National Fire Protection Association.</p> <p>¹⁴ S: Grado de riesgo a la Salud.</p> <p>¹⁵ I: Grado de riesgo de Inflamabilidad.</p> <p>¹⁶ R: Grado de riesgo de Reactividad.</p> <p>¹⁷ E: Grado de riesgo Especial.</p> <p>¹⁸ CL₅₀: Concentración Letal Media.</p> <p>¹⁹ DL₅₀: Dosis Letal Media.</p> <p>NA: No Aplica.</p> <p>ND: No Disponible.</p>

NIVEL DE RIESGO



PEMEX - MAGNA (1) RESTO DEL PAÍS
Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

MODELO ROMBO	S = SALUD (Rombo Azul)	I = INFLAMABILIDAD (Rombo Rojo)	R = REACTIVIDAD (Rombo Amarillo)	E = ESPECIAL (Rombo Blanco)
	4 Fatal.	Extremadamente inflamable.	Puede detonar.	Oxidante (OXI)
	3 Extremadamente peligroso.	Inflamable.	Puede detonar, requiere fuente de inicio.	Ácido (ACID)
	2 Ligeramente peligroso.	Combustible.	Cambio químico violento.	Alcalino (ALC)
	1 Riesgoso.	Combustible si se calienta.	Inestable si se calienta.	Corrosivo (CORR)
	0 Material normal.	No se quema.	Estable.	No use agua (W̄) Material radiactivo (☣)

CONTROL DE REVISIONES		
REVISIÓN	FECHA	MOTIVO
5	01/09/2011	Actualización de la especificación No. 107/2010.

Declaración:

Es responsabilidad del comprador juzgar si la información aquí contenida es adecuada para sus propósitos. Pemex no asume ninguna responsabilidad por cualquier daño resultante del uso incorrecto del producto o de cualquier peligro inherente a la naturaleza del mismo.



PEMEX PREMIUM (1) ZMVM
Núm. Versión: 4
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

SECCIÓN I. DATOS GENERALES

HDSS: PR-104/2010

PEMEX PREMIUM (1) ZMVM



No. ONU³: 1203

No. CAS²: 8006-61-9

FECHA ELAB: 26/09/2004

REVISIÓN: 4

FECHA REV: 01/09/2011

FABRICANTE	EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR:
<p>PEMEX: Av. Marina Nacional No. 329, colonia Petróleos Mexicanos, Delegación Miguel Hidalgo, México, D. F. C. P. 11311. Teléfonos: (0155) - 19449365 y 19448895 (Horario de oficina).</p> <p>ASISTENCIA TÉCNICA: Teléfonos: (0155) - 19448164 (Horario de oficina).</p> <p>CONSULTA HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD: Teléfonos: (0155) - 19448628 y 19448041 (Horario de oficina).</p>	<p>SETIQ³:</p> <ul style="list-style-type: none"> 01800 - 0021400, sin costo las 24 horas. (0155) - 55591588, Cd. de México, las 24 horas. <p>CENACOM⁴:</p> <ul style="list-style-type: none"> 01800 - 0041300, sin costo las 24 horas. (0155) - 51280000, ext. 11470 a 11476, Cd. de México, las 24 horas. <p>COATEA⁵:</p> <ul style="list-style-type: none"> 01800 - 7104943, sin costo las 24 horas. (0155) - 54496391 y 26152045 Cd. de México, las 24 horas. <p>CCAE⁶:</p> <ul style="list-style-type: none"> 49166 (número único nacional, las 24 horas). (0155) - 19442500, extensión 49166 Cd. de México, las 24 horas. Correo electrónico: ccae@pemex.com

SECCIÓN II. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO

Nombre químico: ND	Estado físico: Líquido
Nombre comercial: Gasolina Pemex Premium	Clase de Riesgo de transporte SCT ⁷ : Clase 3, "Líquidos inflamables"
Familia química: ND	No. Guía de Respuesta GRE ⁸ : 128
Sinónimos: Gasolina Pemex Premium, Pemex Premium Zona Metropolitana del Valle de México	
Descripción general del producto: Mezcla de hidrocarburos parafínicos de cadena recta y ramificada, olefinas, cicloparafinas y aromáticos, que se obtienen del petróleo. Se utiliza como combustible en motores de combustión interna y es para uso	



PEMEX PREMIUM (1) ZMVM

Núm. Versión: 4
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

obligatorio en la Zona Metropolitana del Valle de México.

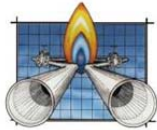
SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

COMPONENTE	% VOL.	NÚMERO ONU ³	NÚMERO CAS ²	PPT ⁹ (ppm)	CT ¹⁰ (ppm)	P ¹¹ (ppm)	IPVS ¹² (ppm)	GRADO DE RIESGO NFPA ¹⁵			
								S ¹⁴	I ¹⁵	R ¹⁶	E ¹⁷
Gasolina	100%	1203	8006-61-9	300	500	ND	ND	1	3	0	NA
Aromáticos	25.0% máx.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Olefinas	10.0% máx.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benceno	1.0% máx.	1114	71-43-2	0.5	2.5	ND	ND	2	3	0	NA
Oxígeno	2.7% máx.	1072	7782-44-7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Temperatura de ebullición (°C): 70 (temp. máx. 10% destilac.) ⁵	Color: Sin Anilina ⁵
Temperatura de fusión (°C): NA	Olor: Característico a gasolina
Temperatura de inflamación (°C): Inferior a 0°C	Velocidad de evaporación: ND
Temperatura de auto ignición (°C): aproximadamente 250°C ^A	Solubilidad en agua: Insoluble
Densidad relativa de vapor (aire=1): 3.0 – 4.0 ^A	Presión de vapor (kPa): 45–54 (6.5-7.8 lb/pulg ²)
pH: (IV.6) ND	% de volatilidad: NA
Peso molecular: ND	Límites de explosividad inferior-superior: 1.3 – 7.1 ^A
Estado físico: Líquido	Gravedad específica 20/4 °C: 0.700 – 0.770

SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN



PEMEX PREMIUM (1) ZMVM
Núm. Versión: 4
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

Medio de extinción:

- Fuegos pequeños: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, polvo químico seco, Bióxido de Carbono o espuma química.
- Fuegos grandes: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, no usar chorro de agua directa, usar espuma química.

Equipo de protección personal para el combate de incendios:

- El personal que combate incendios de esta sustancia en espacios confinados, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje para bombero profesional completo; el uso de este último proporciona solamente protección limitada.

Procedimiento y precauciones especiales durante el combate de incendios:

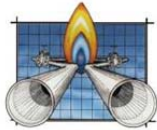
- Utilizar agua en forma de rocío para enfriar contenedores y estructuras expuestas, y para proteger al personal que intenta eliminar la fuga.
- Continuar el enfriamiento con agua de los contenedores, aún después de que el fuego haya sido extinguido. Eliminar la fuente de fuga si es posible hacerlo sin riesgo. Si la fuga o derrame no se ha incendiado, utilice agua en forma de rocío para dispersar los vapores.
- Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados.
- En función de las condiciones del incendio, permitir que el fuego arda de manera controlada o proceder a su extinción con espuma o polvo.
- En incendio masivo, utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores; si no es posible, retírese del área y deje que arda.
- Aislar el área de peligro, mantener alejadas a las personas innecesarias, evitar situarse en las zonas bajas, mantenerse siempre alejado de los extremos de los contenedores. Retírese de inmediato en caso de que aumente el sonido de los dispositivos de alivio de presión, o cuando el contenedor empiece a decolorarse.
- Tratar de cubrir el líquido derramado con espuma, evitando introducir agua directamente dentro del contenedor.

Condiciones que conducen a otros riesgos especiales:

- La gasolina es un líquido extremadamente inflamable, puede incendiarse fácilmente a temperatura normal, sus vapores son más pesados que el aire por lo que se dispersarán por el suelo y se concentrarán en las zonas bajas.
- Esta sustancia puede almacenar cargas electrostáticas debidas al flujo o movimiento del líquido. Los vapores de gasolina acumulados y no controlados que alcancen una fuente de ignición, pueden provocar una explosión.
- El trapo y materiales similares contaminados con gasolina y almacenados en espacios cerrados, pueden sufrir combustión espontánea.
- Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos del mismo, por lo que no deben presurizarse, calentarse, cortarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición.

Productos de la combustión nocivos para la salud:

- La combustión de esta sustancia genera Monóxido de Carbono y Bióxido de Carbono.



PEMEX PREMIUM (1) ZMVM
Núm. Versión: 4
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

SECCIÓN VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD

Estabilidad (condiciones a evitar): Esta sustancia es estable.

Incompatibilidad (sustancias a evitar): Evitar el contacto con fuentes de ignición y oxidantes fuertes como: peróxidos, ácido nítrico y percloratos.

Descomposición en componentes o productos peligrosos:

Esta sustancia no se descompone a temperatura ambiente. Su combustión genera Monóxido de Carbono, Bióxido de Carbono y otros gases asfixiantes, irritantes y corrosivos.

Polimerización espontánea (condiciones a evitar):

Esta sustancia no presenta polimerización.

Otras condiciones a evitar para prevenir que reaccione:

No se tiene información.

SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

EFFECTOS POR EXPOSICIÓN AGUDA:

Ingestión:

- Produce inflamación y ardor, irritación de la mucosa de la garganta, esófago y estómago.
- En caso de presentarse vómito severo puede haber aspiración hacia los bronquios y pulmones, lo que puede causar inflamación y riesgo de infección.

Inhalación:

- La exposición a concentraciones elevadas de vapores causan irritación a los ojos, nariz, garganta, bronquios y pulmones; puede causar dolor de cabeza y mareos; puede ser anestésico y puede causar otros efectos al sistema nervioso central.
- Causa sofocación (asfixiante) si se permite que se acumule a concentraciones que reduzcan la cantidad de Oxígeno por abajo de niveles de respiración seguros.
- En altas concentraciones, los componentes de la gasolina pueden causar desórdenes en el sistema nervioso central.
- Es asfixiante, la exposición a atmósferas con concentraciones excesivas de vapores de gasolina, puede causar un colapso repentino, coma y la muerte.

Piel (contacto):

- El contacto de gasolina en la piel causa irritación y resequedad.

Contacto con los ojos:



PEMEX PREMIUM (1) ZMVM
Núm. Versión: 4
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

- El contacto de esta sustancia con los ojos causa irritación y/o quemadura de la córnea y/o conjuntiva, así como inflamación de los párpados.
- La gasolina causa sensación de quemadura severa, con irritación temporal e hinchazón de los párpados.

EFFECTOS POR EXPOSICIÓN CRÓNICA:

- La exposición repetida a la gasolina puede causar efectos en el sistema nervioso central, como: fatiga, trastornos de la memoria, dificultad de concentración y para conciliar el sueño, cefalea y vértigo, entre otros.
- En la piel el contacto prolongado puede causar inflamación, resequedad, comezón, formación de grietas y riesgo de infección secundaria.

Sustancia carcinogénica:

NO

Sustancia mutagénica:

NO

Sustancia teratogénica:

NO

Otras (especifique):

NO

NOTAS:

- La Norma Oficial Mexicana 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", no incluye a este producto en la relación de sustancias cancerígenas.
- La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) clasifica a la gasolina como una sustancia "cancerígena en animales" (clasificación A3), puntualizando que: "El agente es cancerígeno en animales de experimentación a dosis relativamente alta, por vías de administración en órganos, tejidos o por mecanismos que no son considerados relevantes para el trabajador expuesto. Los estudios epidemiológicos disponibles no confirman un aumento en el riesgo de cáncer en humanos expuestos. La evidencia sugiere que no es probable que el agente cause cáncer en humanos excepto bajo vías o niveles de exposición poco comunes e improbables. Para los A3 se debe controlar cuidadosamente la exposición de los trabajadores por todas las vías de ingreso para mantener esta exposición lo más abajo posible de dicho límite".

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:

CL₅₀³⁸: ND

DL₅₀³⁹: ND

Otra información: ND



PEMEX PREMIUM (1) ZMVM
Núm. Versión: 4
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS:

Procedimientos para la aplicación de primeros auxilios para las diferentes vías de entrada al organismo:

Ingestión:

- Mantener a la víctima abrigada y en reposo.
- Mantener a la víctima acostada de lado; de esta manera, disminuirá la posibilidad de aspiración de gasolina a los bronquios y pulmones en caso de vómito.
- No provocar vómito por ser peligrosa la aspiración del líquido a los pulmones.
- Si espontáneamente se presenta el vómito, observar si existe dificultad para respirar.
- Solicitar atención médica inmediatamente.

Inhalación:

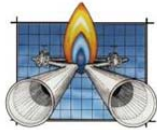
- En situaciones de emergencia, utilice equipo de protección respiratoria de aire autónomo de presión positiva para retirar inmediatamente a la víctima afectada por la exposición.
- Si la víctima respira con dificultad, administrar Oxígeno.
- Si la víctima no respira, aplicar respiración artificial.
- ¡CUIDADO! el método de respiración artificial de boca a boca puede ser peligroso para la persona que lo aplica, ya que ésta puede inhalar materiales tóxicos.
- Mantenga a la víctima abrigada y en reposo.
- Las personas expuestas a atmósferas con altas concentraciones de vapores o atomizaciones de gasolina, deben trasladarse a un área libre de contaminantes donde respire aire fresco.
- Solicitar atención médica.

Contacto con la piel:

- Retirar inmediatamente y confinar la ropa y calzado contaminados.
- Lavar la parte afectada con abundante agua durante 20 minutos por lo menos.
- Lavar ropa y calzado contaminados con gasolina antes de utilizarlos nuevamente.
- Mantener a la víctima en reposo y abrigada para proporcionar una temperatura corporal normal.
- En caso de que la víctima presente algún síntoma anormal o si la irritación persiste después del lavado, obtener atención médica inmediatamente.

Contacto con los ojos:

- En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con agua abundante por lo menos durante 15 minutos, o hasta que la irritación disminuya.
- Sustener los párpados de manera que se garantice una adecuada limpieza con agua abundante en el globo ocular.
- Si la irritación persiste obtenga atención médica inmediatamente.
- Si se producen quemaduras en conjuntiva y córnea, se requerirá atención médica especializada en forma



PEMEX PREMIUM (1) ZMVM
Núm. Versión: 4
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

inmediata.

OTROS RIESGOS O EFECTOS A LA SALUD:

- La exposición prolongada a vapores de gasolina, puede producir signos y síntomas de intoxicación, como depresión del sistema nervioso central; sin embargo, estos síntomas pueden variar dependiendo del tiempo de exposición y de la concentración de vapores de gasolina.

ANTÍDOTO (DOSIS EN CASO DE EXISTIR):

- No se tiene información.

OTRA INFORMACIÓN PARA LA ATENCIÓN MÉDICA PRIMARIA Y LAS CONTRAINDICACIONES PERTINENTES:

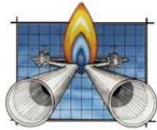
- El personal médico debe tener conocimiento de la identidad y características de esta sustancia.
- Si la cantidad de gasolina ingerida es considerable, el Médico debe practicar un lavado del estómago.
- En tanto se aplica el lavado estomacal, debe colocarse a la víctima acostado de lado para que en caso de presentarse vómito, disminuya la posibilidad de aspiración de gasolina hacia los bronquios y pulmones.
- Cuando la aspiración de vapores de gasolina causa paro respiratorio, procédase de inmediato a proporcionar respiración artificial hasta que la respiración se restablezca.

SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Procedimiento y precauciones inmediatas:

Primeramente llamar al número telefónico de respuesta en caso de emergencia.

- Eliminar las fuentes de ignición cercanas (no fumar, no usar bengalas, chispas o llama abierta en el área de riesgo).
- No tocar ni caminar sobre el producto derramado.
- Mantener alejado al personal que no participa directamente en las acciones de control; aislar el área de riesgo y prohibir el acceso.
- Permanecer fuera de las zonas bajas y en un sitio donde el viento sople a favor.
- Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados.
- En caso de fugas o derrames pequeños, cubrir con arena u otro material absorbente no combustible.
- Cuando se trate de derrames mayores, se debe represar a distancia, recoger el producto y colocarlo en tambores para su disposición posterior.
- Utilizar herramientas antichispas para recoger el material derramado, y conectar eléctricamente a tierra el equipo utilizado.
- Ventile los espacios cerrados antes de entrar.
- El agua en forma de rocío puede reducir los vapores, pero no puede prevenir su ignición en espacios cerrados.
- Todo el equipo que se use para el manejo de esta sustancia, debe estar conectado eléctricamente a tierra.



PEMEX PREMIUM (1) ZMVM
Núm. Versión: 4
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

- Debe trabajarse en áreas bien ventiladas.
- Debe proveerse ventilación mecánica a prueba de explosión, cuando se maneje esta sustancia en espacios confinados.

Métodos de mitigación para controlar la sustancia:

- En caso de emplear equipos de bombeo para recuperar el producto derramado, éste debe ser a prueba de explosión.
- Detener la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo.
- De ser posible, los recipientes que lleguen a fugar deben ser trasladados a un sitio bien ventilado y alejado del resto de las instalaciones y de fuentes de ignición; el producto, deberá trasegarse a otros recipientes que se encuentren en buenas condiciones, observando los procedimientos establecidos para esta actividad.

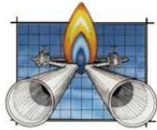
Recomendaciones para evacuación:

- En caso de un derrame grande, considere la evacuación inicial de por lo menos 300 metros a favor del viento u 800 metros a la redonda.
- En caso de que un tanque, carro tanque o autotanque que contenga este producto esté involucrado en un incendio, debe aislarse 800 metros a la redonda.
- Considerar también la evacuación inicial de 800 metros a la redonda.

SECCIÓN IX. PROTECCIÓN ESPECIAL EN SITUACIONES DE EMERGENCIA

Equipo de protección personal específico:



- La selección del equipo de protección personal varía dependiendo de las condiciones de uso.
- Se recomienda utilizar guantes de hule cuando el contacto prolongado con la piel no puede evitarse.
- La concentración de vapores en el aire determina el tipo de protección respiratoria que es necesaria.
- En caso de fuga o derrame, emplear equipo de protección personal incluyendo: botas, guantes y delantal de hule.
- Cuando la fuga o derrame genera vapores o neblinas de esta sustancia, debe emplearse equipo de respiración autocontenido.
- Deben emplearse anteojos de seguridad con protección lateral o careta facial cuando se efectúen labores de atención a fugas o derrames.
- No debe usarse lentes de contacto cuando se maneja esta sustancia.
- En las instalaciones donde se maneja esta sustancia, deben colocarse estaciones de regadera-lavaojos en sitios estratégicos, los cuales deben estar accesibles, operables en todo momento y bien identificadas.
- El personal que combate incendios de esta sustancia en espacios confinados, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje para bombero profesional completo; el uso de este último proporciona solamente protección limitada.



PEMEX PREMIUM (1) ZMVM
Núm. Versión: 4
NOM-018-STPS-2000

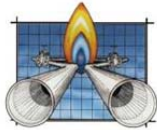
Hoja de Datos de Seguridad

SECCIÓN X. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

Número ONU: 1203	 	
Clase de riesgo de transporte: Clase 3 Líquidos inflamables		
Guía de Respuesta en caso de Emergencia: Guía número 128		
Colocar el cartel que identifica el contenido y riesgo del producto transportado, cumpliendo con el color, dimensiones, colocación, etc., dispuestos en la NOM-004-SCT-2008 y empleando cualquiera de los dos modelos que se muestran en el recuadro de la derecha.		
<p>Recomendaciones del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Las unidades que transporten materiales y residuos peligrosos deberán estar en óptimas condiciones de operación, físicas y mecánicas, verificando el transportista que la unidad reúna tales condiciones antes de proceder a cargar los materiales y residuos peligrosos. Los operadores de vehículos se abstendrán a realizar paradas no justificadas, que no estén contempladas en la operación del servicio, así como circular por áreas centrales de ciudades y poblados. Al efecto, utilizarán los libramientos periféricos cuando éstos existan. Ninguna unidad que traslade materiales o residuos peligrosos deberá transportar personas no relacionadas con las operaciones de la unidad. Demás información, contenida en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. 		

SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

<p>Comportamiento de la sustancia química peligrosa cuando se libera al aire, agua o suelo y sus efectos en la flora o fauna:</p> <ul style="list-style-type: none"> Disponer apropiadamente de los productos y materiales contaminados usados en las maniobras de limpieza de fugas o derrames. El suelo y los materiales afectados por el derrame y por los trabajos de limpieza, deberán recibir el tratamiento y/o disposición correspondiente, de acuerdo a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Cuando el derrame No exceda de 1 m³, se deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlos en la bitácora. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención a contingencias o emergencias ambientales o accidentes. Cuando el derrame exceda de 1 m³, se deberán ejecutar las medidas inmediatas para contener los



PEMEX PREMIUM (1) ZMVM
Núm. Versión: 4
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

materiales liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar limpieza del sitio. Asimismo, se deberá:

- Avisar de inmediato a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido del material peligroso.
- Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto las autoridades competentes conforme a lo previsto en el Art. 72 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
- Iniciar los trabajos de Caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de Remediación correspondientes.
- El aviso del derrame se deberá formalizar dentro de los tres días hábiles siguientes al día en que hayan ocurrido los hechos y deberá contener lo indicado en el Art. 131 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

SECCIÓN XII. INFORMACIÓN SOBRE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Para el manejo, transporte y almacenamiento:

- El personal no debe ingerir alimentos, beber o fumar durante el manejo de esta sustancia.
- El personal no debe emplear lentes de contacto cuando se manipula este producto.
- Deben evitarse temperaturas extremas en el almacenamiento de esta sustancia; almacenar en contenedores resistentes, cerrados, fríos, secos, aislados, en áreas bien ventiladas y alejados del calor, fuentes de ignición y productos incompatibles.
- Almacenar en contenedores con etiquetas; los recipientes que contengan esta sustancia, deben almacenarse separados de los vacíos y de los parcialmente vacíos.
- El almacenamiento de pequeñas cantidades de este producto, debe hacerse en contenedores resistentes y apropiados.
- Los equipos empleados para el manejo de esta sustancia, deben estar debidamente aterrizados.

Otras precauciones:

- La ropa y trapos contaminados, deben estar libres de este producto antes de almacenarlos o utilizarlos nuevamente.
- No utilizar presión para vaciar los contenedores.
- Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos de él, por lo que no deben presurizarse, calentarse, cortarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición.

SECCIÓN XIII. INFORMACIÓN ADICIONAL



PEMEX PREMIUM (1) ZMVM

Núm. Versión: 4
NOM-018-STPS-2000

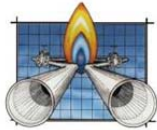
Hoja de Datos de Seguridad

FUENTES DE INFORMACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- NOM-018-STPS-2000 "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas 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".
- "Reglamento de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos".
- NOM-004-SCT-2008 "Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos".
- Especificación No. 104/2010 "PEMEX-PREMIUM (1) ZMVM".
- NIOSH: "Pocket Guide to Chemical Hazards", "Occupational Health Guideline for Mineral Oil Mist", "IDLH Documentation".
- NFPA 400 "Hazardous Materials Code", 2010 Edition.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 "Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

¹ ONU: Número asignado por la Organización de las Naciones Unidas.	¹⁴ P: Límite Máximo Permissible de Exposición Pico.
² CAS: Número asignado por la Chemical Abstracts Service.	¹⁵ IPVS: Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud. (IDLH, siglas en inglés).
³ SETIQ: Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química.	¹⁶ NFPA: National Fire Protection Association.
⁴ CENACOM: Centro Nacional de Comunicación. (Protección Civil).	¹⁷ S: Grado de riesgo a la Salud.
⁵ COATEA: Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales.	¹⁸ I: Grado de riesgo de Inflamabilidad.
⁶ CCAE: Centro de Coordinación y Apoyo a Emergencias.	¹⁹ R: Grado de riesgo de Reactividad.
⁷ SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	²⁰ E: Grado de riesgo Especial.
⁸ GRE: Guía de Respuesta a Emergencia.	²¹ CL ₅₀ : Concentración Letal Media.
⁹ LMPE-PPT: Límite Máximo Permissible de Exposición Promedio Ponderada en el Tiempo (TWA, siglas en inglés).	²² DL ₅₀ : Dosis Letal Media.
¹⁰ LMPE-CT: Límite Máximo Permissible de Exposición de	NA: No Aplica.
	ND: No Disponible.



PEMEX PREMIUM (1) ZMVM

Núm. Versión: 4
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

Corto Tiempo (STEL, en inglés).	
---------------------------------	--

NIVEL DE RIESGO					
MODELO ROMBO		S = SALUD (Rombo Azul)	I = INFLAMABILIDAD (Rombo Rojo)	R = REACTIVIDAD (Rombo Amarillo)	E = ESPECIAL (Rombo Blanco)
	4	Fatal.	Extremadamente inflamable.	Puede detonar.	Oxidante (OXI)
	3	Extremadamente peligroso.	Inflamable.	Puede detonar, requiere fuente de inicio.	Ácido (ACID)
	2	Ligeramente peligroso.	Combustible.	Cambio químico violento.	Alcalino (ALC)
	1	Riesgoso.	Combustible si se calienta.	Inestable si se calienta.	Corrosivo (CORR)
	0	Material normal.	No se quema.	Estable.	No use agua (W)
					Material radiactivo (☣)

CONTROL DE REVISIONES		
REVISIÓN	FECHA	MOTIVO
4	01/09/2011	Actualización de la especificación No. 104/2010.

Declaración:

Es responsabilidad del comprador juzgar si la información aquí contenida es adecuada para sus propósitos. Pemex no asume ninguna responsabilidad por cualquier daño resultante del uso incorrecto del producto o de cualquier peligro inherente a la naturaleza del mismo.



DIÉSEL MARINO ESPECIAL
Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

SECCIÓN I. DATOS GENERALES

HDSS: PR-303/2010

DIÉSEL MARINO ESPECIAL



No. ONU²: 1202

No. CAS²: 68476-34-6

FECHA ELAB: 30/10/1998

REVISIÓN: 5

FECHA REV: 06/07/2011

FABRICANTE	EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR:
<p>PEMEX: Av. Marina Nacional No. 329, colonia Petróleos Mexicanos, Delegación Miguel Hidalgo, México, D. F. C. P. 11311. Teléfonos: (0155) - 19449365 y 19448895 (Horario de oficina).</p> <p>ASISTENCIA TÉCNICA: Teléfonos: (0155) - 19448164 (Horario de oficina).</p> <p>CONSULTA HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD: Teléfonos: (0155) - 19448628 y 19448041 (Horario de oficina).</p>	<p>SETIQ³:</p> <ul style="list-style-type: none"> 01800 - 0021400, sin costo las 24 horas. (0155) - 55591588, Cd. de México, las 24 horas.
	<p>CENACOM⁴:</p> <ul style="list-style-type: none"> 01800 - 0041300, sin costo las 24 horas. (0155) - 51280000, ext. 11470 a 11476, Cd. de México, las 24 horas.
	<p>COATEA⁵:</p> <ul style="list-style-type: none"> 01800 - 7104943, sin costo las 24 horas. (0155) - 54496391 y 26152045 Cd. de México, las 24 horas.
	<p>CCAE⁶:</p> <ul style="list-style-type: none"> 49166 (número único nacional, las 24 horas). (0155) - 19442500, extensión 49166 Cd. de México, las 24 horas. Correo electrónico: ccae@pemex.com

SECCIÓN II. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO

Nombre químico: ND	Estado físico: Líquido
Nombre comercial: Diésel	Clase de Riesgo de transporte SCT ⁷ : Clase 3, "Líquidos inflamables"
Familia química: ND	No. Guía de Respuesta GRE ⁸ : 128
Sinónimos: Diésel Marino Especial	
Descripción general del producto: No se tiene registro.	



DIÉSEL MARINO ESPECIAL

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

COMPONENTE	% VOL.	NÚMERO ONU ¹	NÚMERO CAS ²	PPT ³ (ppm)	CT ¹⁰ (ppm)	P ¹¹ (ppm)	IPVS ¹² (ppm)	GRADO DE RIESGO NFPA ¹³			
								S ¹⁴	H ¹⁵	R ¹⁶	E ¹⁷
Diésel	100%	1202	68476-34-6	100	ND	ND	ND	0	2	0	ND
Aromáticos	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Azufre	500 mg/kg	1350	7704-34-9	ND	ND	ND	ND	1	1	0	ND

SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Temperatura de ebullición (°C): ND	Color: Morado (Visual)
Temperatura de fusión (°C): ND	Olor: Característico a hidrocarburo
Temperatura de inflamación (°C): 60 (mínimo) (ASTM-D 93) ⁸	Velocidad de evaporación: ND
Temperatura de auto ignición (°C): 254 - 285°C ^A	Solubilidad en agua @ 20°C (g/100 ml): 0.0005 ^A
Densidad (g/m ³): 0.87 – 0.95 ^A	Presión de vapor (kPa): ND
pH: (IV.6) ND	% de volatilidad: NA
Peso molecular: ND	Límites de explosividad inferior-superior: 0.6 - 6.5 ^A
Estado físico: Líquido	Viscosidad cinemática @ 40°C (mm ² /s): 1.9 - 4.1 _g

SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN

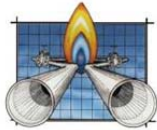
Medio de extinción:

- Fuegos pequeños: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, polvo químico seco, Bióxido de Carbono o espuma química.
- Fuegos grandes: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, no usar chorro de agua directa, usar espuma química.

Equipo de protección personal para el combate de incendios:

- El personal que combate incendios de esta sustancia en espacios confinados, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje para bombero profesional completo; el uso de este último proporciona solamente protección limitada.

3/14



DIÉSEL MARINO ESPECIAL

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

Procedimiento y precauciones especiales durante el combate de incendios:

- Utilizar agua en forma de rocío para enfriar contenedores y estructuras expuestas y para proteger al personal que intenta eliminar la fuga.
- Continuar el enfriamiento con agua de los contenedores, aún después de que el fuego haya sido extinguido.
- Eliminar la fuente de fuga si es posible hacerlo sin riesgo; de no ser posible y en función de las condiciones del incendio, permitir que el fuego arda de manera controlada o proceder a su extinción.
- Utilizar agua como medio de lavado para retirar los derrames de las fuentes de ignición. Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados.
- En incendio masivo, utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores; si no es posible, retírese del área y deje que arda.
- Aislar el área de peligro, mantener alejadas a las personas innecesarias y evitar situarse en las zonas bajas.
- Tratar de cubrir el líquido derramado con espuma, evitando introducir agua directamente dentro del contenedor.
- Retírese de inmediato en caso de que aumente el sonido de los dispositivos de alivio de presión, o cuando el contenedor empiece a decolorarse.
- Manténgase siempre alejado de los extremos de los tanques.

Condiciones que conducen a otros riesgos especiales:

- Sus vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Pueden viajar a una fuente de ignición y regresar con flama.
- Esta sustancia puede almacenar cargas electrostáticas debidas al flujo del movimiento.
- Puede encenderse por calor, flama o chispas. Los contenedores pueden explotar cuando se calientan.

Productos de la combustión nocivos para la salud:

- La combustión de esta sustancia genera Monóxido de Carbono y Bióxido de Carbono.

SECCIÓN VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD

Estabilidad (condiciones a evitar): Esta sustancia es estable.

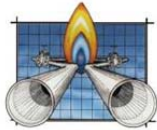
Incompatibilidad (sustancias a evitar): Evitar el contacto con oxidantes fuertes, como Cloro líquido y Oxígeno.

Descomposición en componentes o productos peligrosos:

Esta sustancia no se descompone a temperatura ambiente. Su combustión genera Monóxido de Carbono, Bióxido de Carbono y otros gases asfixiantes, irritantes y corrosivos.

Polimerización espontánea (condiciones a evitar):

Esta sustancia no presenta polimerización.



DIÉSEL MARINO ESPECIAL

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

Otras condiciones a evitar para prevenir que reaccione:

No se tiene información.

SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

EFFECTOS POR EXPOSICIÓN AGUDA:

Ingestión:

- Esta sustancia no es tóxica.
- Su ingestión puede causar trastornos gastrointestinales; en este caso, los síntomas incluyen: ardor de esófago y estómago, náuseas, vómito y diarrea.
- En caso de presentarse vómito severo existe peligro de aspiración hacia bronquios y pulmones, lo que puede causar inflamación y riesgo de infección.

Inhalación:

- A temperatura ambiente no existe riesgo por inhalación.
- A temperaturas elevadas o por acción mecánica puede formar vapores o nieblas; las cuales, pueden ser irritantes para los bronquios y pulmones.

Piel (contacto):

- Irritante de la piel que produce sensación de ardor con enrojecimiento e inflamación. Si la exposición es a producto caliente se generará quemadura de grado variable.

Contacto con los ojos:

- El contacto de esta sustancia con los ojos puede causar irritación de la conjuntiva.
- El contacto con aceite caliente puede causar quemaduras en córnea y/o conjuntiva.

EFFECTOS POR EXPOSICIÓN CRÓNICA:

- El contacto repetido o prolongado de esta sustancia con la piel puede causar enrojecimiento, inflamación, resequedad, comezón, formación de grietas y riesgo de infección secundaria.

Sustancia carcinogénica:

NO

Sustancia mutagénica:

NO

Sustancia teratogénica:

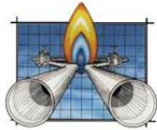
NO

Otras (especifique):

NO

NOTAS:

- La Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de



DIÉSEL MARINO ESPECIAL

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral", no incluye a este producto en la relación de sustancias cancerígenas.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:

CL₅₀²⁸: ND

DL₅₀²⁹: ND

Otra información: ND

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS:

Procedimientos para la aplicación de primeros auxilios para las diferentes vías de entrada al organismo:

Ingestión:

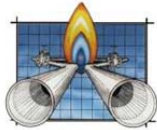
- En caso de que cantidades pequeñas de esta sustancia entren a la boca, debe enjuagarse con agua hasta eliminar los residuos del producto.
- Si la víctima está consciente, dar a beber líquidos e inducir el vómito observando en todo momento para evitar que se aspire esta sustancia hacia los bronquios y pulmones.
- Si la víctima está inconsciente no debe inducirse el vómito, ya que puede aspirar el producto hacia los bronquios y pulmones, y provocar la inflamación severa de éstos, así como riesgo de infecciones.
- Solicitar atención médica inmediata.

Inhalación:

- El personal médico que atienda las emergencias debe tomar en cuenta las características de los materiales involucrados, así como las recomendaciones dispuestas en esta Hoja de Seguridad para protegerse a sí mismo.
- **En caso de exposición a vapores y/o nieblas de esta sustancia:**
 - Retirar a la víctima a un lugar bien ventilado y donde se respire aire fresco.
 - Si la víctima no respira, aplicar la respiración artificial.
 - ¡CUIDADO! El método de respiración artificial de boca a boca puede ser peligroso para la persona que lo aplica, ya que ésta puede inhalar materiales tóxicos.
 - Mantenga a la víctima abrigada y en reposo.
 - Solicitar atención médica inmediata.

Contacto con la piel:

- Retirar inmediatamente y confinar la ropa y el calzado contaminados.
- Lavar la parte afectada con abundante agua, hasta que se eliminen los residuos del producto.



DIÉSEL MARINO ESPECIAL

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

- Lavar la ropa y calzado antes de utilizarlos nuevamente.
- Mantener la víctima en reposo y abrigada para proporcionar una temperatura corporal normal.
- En caso de que la víctima presente algún síntoma anormal o si la irritación persiste después del lavado, obtener atención médica inmediata.
- Las quemaduras requieren atención médica especializada en forma inmediata.

Contacto con los ojos:

- En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua por lo menos durante 15 minutos o hasta que se eliminen los residuos del producto.
- Sostener los párpados de manera que se garantice una adecuada limpieza con abundante agua en el globo ocular.
- Si la irritación persiste aún después del lavado, solicitar atención médica inmediata.
- Las quemaduras en conjuntiva y córnea requieren atención médica especializada en forma inmediata.

OTROS RIESGOS O EFECTOS A LA SALUD:

- No se tiene información.

ANTÍDOTO (DOSIS EN CASO DE EXISTIR):

- No se tiene información.

OTRA INFORMACIÓN PARA LA ATENCIÓN MÉDICA PRIMARIA Y LAS CONTRAINDICACIONES PERTINENTES:

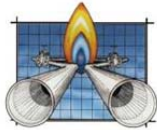
- La aspiración de esta sustancia hacia los pulmones puede causar inflamación y riesgo de infección de bronquios y pulmones, por lo que no debe inducirse el vómito a las víctimas inconscientes.

SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Procedimiento y precauciones inmediatas:

Primeramente llamar al número telefónico de respuesta en caso de emergencia.

- Eliminar las fuentes de ignición cercanas (no fumar, no usar bengalas, chispas o llama abierta en el área de riesgo).
- No tocar ni caminar sobre el producto derramado.
- Mantener alejado al personal que no participa directamente en las acciones de control; aislar el área de riesgo y prohibir el acceso.
- Permanecer fuera de las zonas bajas y en un sitio donde el viento sople a favor.
- Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados.
- En caso de fugas o derrames pequeños, cubrir con arena u otro material absorbente no combustible.
- Cuando se trate de derrames mayores, se debe represar a distancia, recoger el producto y colocarlo en



DIÉSEL MARINO ESPECIAL

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

tambores para su disposición posterior.

- Utilizar herramientas antichispas para recoger el material derramado, y conectar eléctricamente a tierra el equipo utilizado.
- Ventile los espacios cerrados antes de entrar.
- El agua en forma de rocío puede reducir los vapores, pero no puede prevenir su ignición en espacios cerrados.
- Todo el equipo que se use para el manejo de esta sustancia, debe estar conectado eléctricamente a tierra.
- Debe trabajarse en áreas bien ventiladas.
- Debe proveerse ventilación mecánica a prueba de explosión, cuando se maneje esta sustancia en espacios confinados.

Métodos de mitigación para controlar la sustancia:

- En caso de emplear equipos de bombeo para recuperar el producto derramado, éste debe ser a prueba de explosión.
- Detener la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo.
- De ser posible, los recipientes que lleguen a fugar deben ser trasladados a un sitio bien ventilado y alejado del resto de las instalaciones y de fuentes de ignición; el producto, deberá trasegarse a otros recipientes que se encuentren en buenas condiciones, observando los procedimientos establecidos para esta actividad.

Recomendaciones para evacuación:

- En caso de un derrame grande, considere la evacuación inicial de por lo menos 300 metros a favor del viento u 800 metros a la redonda.
- En caso de que un tanque, carrotanque o autotanque que contenga este producto esté involucrado en un incendio, debe aislarse 800 metros a la redonda.
- Considerar también la evacuación inicial de 800 metros a la redonda.

SECCIÓN IX. PROTECCIÓN ESPECIAL EN SITUACIONES DE EMERGENCIA

Equipo de protección personal específico:

- La selección del equipo de protección personal varía dependiendo de las condiciones de uso.
- Se recomienda utilizar guantes de hule cuando el contacto prolongado con la piel no puede evitarse.
- La concentración de vapores en el aire determina el tipo de protección respiratoria que es necesaria.
- En caso de fuga o derrame, emplear equipo de protección personal incluyendo: botas, guantes y delantal de hule.
- Cuando la fuga o derrame genera vapores o neblinas de esta sustancia, debe emplearse equipo de



DIÉSEL MARINO ESPECIAL
Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

<p>respiración autocontenido.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deben emplearse anteojos de seguridad con protección lateral o careta facial cuando se efectúen labores de atención a fugas o derrames. ▪ No debe usarse lentes de contacto cuando se maneja esta sustancia. ▪ En las instalaciones donde se maneja esta sustancia, deben colocarse estaciones de regadera-lavajojos en sitios estratégicos, los cuales deben estar accesibles, operables en todo momento y bien identificadas. ▪ El personal que combate incendios de esta sustancia en espacios confinados, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje para bombero profesional completo; el uso de este último proporciona solamente protección limitada.
--

SECCIÓN X. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

Número ONU: 1202		
Clase de riesgo de transporte: Clase 3 Líquidos inflamables		
Guía de Respuesta en caso de Emergencia: Guía número 128		
<p>Colocar el cartel que identifica el contenido y riesgo del producto transportado, cumpliendo con el color, dimensiones, colocación, etc., dispuestos en la NOM-004-SCT-2008 y empleando cualquiera de los dos modelos que se muestran en el recuadro de la derecha.</p>		

Recomendaciones del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos:

- 1.- Las unidades que transporten materiales y residuos peligrosos deberán estar en óptimas condiciones de operación, físicas y mecánicas, verificando el transportista que la unidad reúna tales condiciones antes de proceder a cargar los materiales y residuos peligrosos.
- 2.- Los operadores de vehículos se abstendrán a realizar paradas no justificadas, que no estén contempladas en la operación del servicio, así como circular por áreas centrales de ciudades y poblados. Al efecto, utilizarán los libramientos periféricos cuando éstos existan.
- 3.- Ninguna unidad que traslade materiales o residuos peligrosos deberá transportar personas no relacionadas con las operaciones de la unidad.
- 4.- Demás información, contenida en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

Comportamiento de la sustancia química peligrosa cuando se libera al aire, agua o suelo y sus efectos en la flora o fauna:



DIÉSEL MARINO ESPECIAL

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

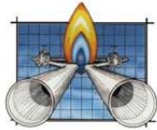
- Disponer apropiadamente de los productos y materiales contaminados usados en las maniobras de limpieza de fugas o derrames.
- El suelo y los materiales afectados por el derrame y por los trabajos de limpieza, deberán recibir el tratamiento y/o disposición correspondiente, de acuerdo a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.
- Cuando el derrame No exceda de 1 m³, se deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlos en la bitácora.
- Cuando el derrame exceda de 1 m³, se deberán ejecutar las medidas inmediatas para contener los materiales liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar limpieza del sitio. Asimismo, se deberá:
 - Avisar de inmediato a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido del material peligroso.
 - Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto las autoridades competentes conforme a lo previsto en el Art. 72 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
 - Iniciar los trabajos de Caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de Remediación correspondientes.
 - El aviso del derrame se deberá formalizar dentro de los tres días hábiles siguientes al día en que hayan ocurrido los hechos y deberá contener lo indicado en el Art. 131 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

SECCIÓN XII. INFORMACIÓN SOBRE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Para el manejo, transporte y almacenamiento:

- El personal no debe ingerir alimentos, beber o fumar durante el manejo de esta sustancia.
- El personal no debe emplear lentes de contacto cuando se manipula este producto.
- Deben evitarse temperaturas extremas en el almacenamiento de esta sustancia; almacenar en contenedores resistentes, cerrados, fríos, secos, aislados, en áreas bien ventiladas y alejados del calor, fuentes de ignición y productos incompatibles.
- Almacenar en contenedores con etiquetas; los recipientes que contengan esta sustancia, deben almacenarse separados de los vacíos y de los parcialmente vacíos.
- El almacenamiento de pequeñas cantidades de este producto, debe hacerse en contenedores resistentes y apropiados.
- Los equipos empleados para el manejo de esta sustancia, deben estar debidamente aterrizados.

Otras precauciones:



DIÉSEL MARINO ESPECIAL

Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

- La ropa y trapos contaminados, deben estar libres de este producto antes de almacenarlos o utilizarlos nuevamente.
- No utilizar presión para vaciar los contenedores.
- Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos de él, por lo que no deben presurizarse, calentarse, cortarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición.

SECCIÓN XIII. INFORMACIÓN ADICIONAL

FUENTES DE INFORMACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- NOM-018-STPS-2000 "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas 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".
- "Reglamento de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos".
- NOM-004-SCT-2000 "Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos".
- Especificación No. 303/2010 "DIÉSEL MARINO ESPECIAL".
- NIOSH: "Pocket Guide to Chemical Hazards", "Occupational Health Guideline for Mineral Oil Mist", "IDLH Documentation".
- NFPA 400 "Hazardous Materials Code", 2010 Edition.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- NOM-138-SEMARNAT/SS-2006 "Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

¹ ONU: Número asignado por la Organización de las Naciones Unidas.	¹¹ P: Límite Máximo Permissible de Exposición Pico.
² CAS: Número asignado por la Chemical Abstracts Service.	¹² IPVS: Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud. (IDLH, siglas en inglés).
³ SETIQ: Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química.	¹³ NFPA: National Fire Protection Association.
⁴ CENACOM: Centro Nacional de Comunicación. (Protección Civil).	¹⁴ S: Grado de riesgo a la Salud.
⁵ COATEA: Centro de Orientación para la Atención de	¹⁵ I: Grado de riesgo de Inflamabilidad.
	¹⁶ R: Grado de riesgo de Reactividad.



DIÉSEL MARINO ESPECIAL
Núm. Versión: 5
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

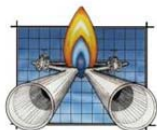
<p>Emergencias Ambientales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ CCAE: Centro de Coordinación y Apoyo a Emergencias. ▪ SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes. ▪ GRE: Guía de Respuesta a Emergencia. ▪ LMPE-PPT: Límite Máximo Permissible de Exposición Promedio Ponderada en el Tiempo (TWA, siglas en inglés). ▪ LMPE-CT: Límite Máximo Permissible de Exposición de Corto Tiempo (STEL, en inglés). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ E: Grado de riesgo Especial. ▪ CL₅₀: Concentración Letal Media. ▪ DL₅₀: Dosis Letal Media. ▪ NA: No Aplica. ▪ ND: No Disponible.
--	--

NIVEL DE RIESGO					
MODELO ROMBO		S = SALUD (Rombo Azul)	I = INFLAMABILIDAD (Rombo Rojo)	R = REACTIVIDAD (Rombo Amarillo)	E = ESPECIAL (Rombo Blanco)
	4	Fatal.	Extremadamente inflamable.	Puede detonar.	Oxidante (OXI)
	3	Extremadamente peligroso.	Inflamable.	Puede detonar, requiere fuente de inicio.	Ácido (ACID)
	2	Ligeramente peligroso.	Combustible.	Cambio químico violento.	Alcalino (ALC)
	1	Riesgoso.	Combustible si se calienta.	Inestable si se calienta.	Corrosivo (CORR)
	0	Material normal.	No se quema.	Estable.	No use agua (W̄)
					Material radiactivo (R̄)

CONTROL DE REVISIONES		
REVISIÓN	FECHA	MOTIVO
5	06/07/2011	Actualización de la especificación No. 303/2010.

Declaración:

Es responsabilidad del comprador juzgar si la información aquí contenida es adecuada para sus propósitos. Pemex no asume ninguna responsabilidad por cualquier daño resultante del uso incorrecto del producto o de cualquier peligro inherente a la naturaleza del mismo.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

OXIQUIM S.A., pide al cliente o a quien reciba la presente Hoja de Seguridad, leerla cuidadosamente para que conozca y comprenda los peligros asociados con el producto. Es conveniente que el lector consulte obras de referencia o a expertos en el tema a fin de entender y utilizar correctamente la información contenida en la presente Hoja de Seguridad.

Para asegurar la manipulación correcta de la sustancia, usted debe:

- 1.- Comunicar a sus empleados, agentes y contratistas o cualquier otra persona que pudiese utilizar este material, la información contenida en esta hoja así como cualquier otra información relativa a los riesgos y medidas de seguridad.
- 2.- Suministrar una copia a cada uno de sus clientes para este producto, y
- 3.- Proveer esta misma información a cada uno de sus clientes para este producto, además de pedir a sus clientes que notifiquen a sus empleados, clientes y otros usuarios del producto con esta información.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

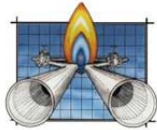
Fecha de vigencia: Enero 2007

Sección 1 : Identificación de la sustancia química y del proveedor

Nombre de la sustancia química	:	METIL Tert BUTIL ETER (METB)
Código interno de la sustancia química	:	----
Proveedor	:	OXIQUIM S.A.
Dirección	:	Limache 3117, Viña del Mar, Chile.
		Fono: 32-2468300 Fax: 32-2468348
Teléfonos de emergencia en Chile	:	Quilicura: 02-4788111
		Coronel: 041-2866523
		Celular emergencia 1: 97995292
		Celular emergencia 2: 97995285
		CITUC (Emergencias Químicas): 2-2473600
e-mail	:	jyanez@oxiquim.cl

Sección 2: Información sobre la sustancia o mezcla

Nombre químico (IUPAC)	:	2 Metoxi -2-metil propano.
Fórmula química	:	CH₃ O C₄H₉.
Sinónimos	:	Metil 1,1-dimetil etil éter.
No. CAS	:	1634-04-4.
No. NU	:	2398



Sección 3: Identificación de los riesgos

Marca en etiqueta : **INFLAMABLE**
Clasificación de riesgos del producto químico:

Salud: 0 **Inflamabilidad: 3** **Reactividad: 0.**

a) **Riesgos para la salud de las personas:** El MTBE es un narcótico e irritante suave.

Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez):

Inhalación : Debido al efecto narcótico la persona puede sentir mareos y náuseas si está expuesta por un período prolongado de tiempo.

Contacto con la piel : La exposición prolongada producirá irritación de la piel.

Contacto con los ojos : El efecto irritante del producto se notará en los ojos, en los que puede producirse una conjuntivitis química.

Ingestión : Se producirá irritación del conducto digestivo, lo que provocará náuseas.

Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo): No se ha podido comprobar efectos de largo plazo del MTBE. Existe polémica acerca de sus posibles efectos.

Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición al producto: Las personas con afecciones pulmonares crónicas no deben exponerse a este producto.

b) **Riesgos para el medio ambiente:** El MTBE presenta, para el medio ambiente, peligros similares a los de otros hidrocarburos. Es peligroso para la vida acuática animal.

c) **Riesgos especiales del producto:** El mayor peligro del MTBE lo constituye su inflamabilidad.

Sección 4: Medidas de primeros auxilios

En caso de contacto accidental con el producto, proceder de acuerdo con:

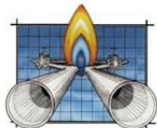
Inhalación : Lleve a la persona al aire fresco y ayude a la respiración, si ello es necesario. Consulte un médico.

Contacto con la piel : Lave la zona contaminada con abundante agua corriente. Bajo la ducha retire la ropa contaminada. Si hay un enrojecimiento de la piel que persiste, consulte a un médico.

Contacto con los ojos : Lave de inmediato con abundante agua corriente por un mínimo de 15 minutos. De inmediato, consulte un médico.

Ingestión : **NO INDUZCA LOS VÓMITOS.** Si la persona está consciente, dé a beber agua o leche. Consiga atención médica.

Notas para el médico tratante: No existe un antídoto específico. El tratamiento debe ser de acuerdo con los síntomas presentes.



Sección 3: Identificación de los riesgos

Marca en etiqueta : **INFLAMABLE**

Clasificación de riesgos del producto químico:

Salud: 0

Inflamabilidad: 3

Reactividad: 0.

a) **Riesgos para la salud de las personas:** El MTBE es un narcótico e irritante suave.
Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez):

Inhalación : Debido al efecto narcótico la persona puede sentir mareos y náuseas si está expuesta por un período prolongado de tiempo.

Contacto con la piel : La exposición prolongada producirá irritación de la piel.

Contacto con los ojos : El efecto irritante del producto se notará en los ojos, en los que puede producirse una conjuntivitis química.

Ingestión : Se producirá irritación del conducto digestivo, lo que provocará náuseas.

Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo): No se ha podido comprobar efectos de largo plazo del MTBE. Existe polémica acerca de sus posibles efectos.

Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición al producto: Las personas con afecciones pulmonares crónicas no deben exponerse a este producto.

b) **Riesgos para el medio ambiente:** El MTBE presenta, para el medio ambiente, peligros similares a los de otros hidrocarburos. Es peligroso para la vida acuática animal.

c) **Riesgos especiales del producto:** El mayor peligro del MTBE lo constituye su inflamabilidad.

Sección 4: Medidas de primeros auxilios

En caso de contacto accidental con el producto, proceder de acuerdo con:

Inhalación : Lleve a la persona al aire fresco y ayude a la respiración, si ello es necesario. Consulte un médico.

Contacto con la piel : Lave la zona contaminada con abundante agua corriente. Bajo la ducha retire la ropa contaminada. Si hay un enrojecimiento de la piel que persiste, consulte a un médico.

Contacto con los ojos : Lave de inmediato con abundante agua corriente por un mínimo de 15 minutos. De inmediato, consulte un médico.

Ingestión : **NO INDUZCA LOS VÓMITOS.** Si la persona está consciente, dé a beber agua o leche. Consiga atención médica.

Notas para el médico tratante: No existe un antídoto específico. El tratamiento debe ser de acuerdo con los síntomas presentes.



Sección 8 : Control de exposición/protección ambiental

Medidas para reducir la posibilidad de exposición: En los lugares de manipulación del producto debe existir buena ventilación, ya sea natural o forzada. Use sólo la cantidad necesaria para el proceso. Use los equipos de protección personal recomendados.

Parámetros para control : Límite permisible: No esta regulado.

Límites permisibles ponderado (LPP), absoluto (LPA) y temporal (LPT): Dato no disponible.

Protección respiratoria : En ambientes cerrados, use trompa con 2 filtros amarillos.

Guantes de protección : De protección química, de puño largo.

Protección de la vista : Use lentes de protección química.

Otros equipos de protección: No son necesarios. Si existe peligro de salpicadura, proteja el cuerpo con delantal de plástico.

Ventilación : Debe existir en los lugares de manipulación del producto, ya sea natural o forzada.

Sección 9 : Propiedades físicas y químicas

Estado físico : Líquido.

Apariencia y olor : Incoloro, móvil, con olor característico a terpenos.

Concentración : 98-99% en peso.

pH : No corresponde.

Temperaturas específicas y/o intervalos de temperatura: Dato no disponible.

Punto de inflamación : -28 °C.

Límites de inflamabilidad: Dato no disponible.

Temperatura de autoignición: 460 °C.

Peligros de fuego o explosión: Cualquier fuente de ignición es capaz de encender las mezclas de MTBE con aire.

Presión de vapor a 20°C : 26,8 kPa.

Densidad de vapor : Dato no disponible.

Densidad a 20°C : 0,7407.

Solubilidad en agua y otros solventes: Soluble un 3,3% en agua a 20 °C.

Sección 10 : Estabilidad y reactividad

Estabilidad : Estable.

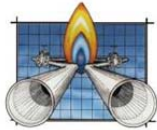
Condiciones que se deben evitar: Evite exponer los envases al calor del sol directo.

Incompatibilidad (materiales que se deben evitar): Puede reaccionar con violencia con materiales oxidantes. Almacene lejos de ácidos oxidantes, tales como nítrico o sulfúrico.

Productos peligrosos de la descomposición: No descompone.

Productos peligrosos de la combustión: La combustión de MTBE produce humos tóxicos de aldehidos y cetonas, además de CO, CO₂ y H₂O.

Polimerización peligrosa: No se producirá.



Sección 11 : Información toxicológica

Toxicidad a corto plazo : Por ingestión oral, en ratas: LD50 = 4 g/kg.
Toxicidad a largo plazo: No se ha comprobado para el MTBE.
Efectos locales o sistémicos : Irritante suave de la piel y mucosas.
Sensibilización alérgica : No se produce.

Sección 12 : Información ecológica

Inestabilidad : Estable.
Persistencia/Degradabilidad : Al igual que otros hidrocarburos, degradable en un tiempo relativamente corto.
Bio-acumulación : No se produce.
Efectos sobre el medio ambiente: Por su solubilidad en agua debe tomarse precauciones especiales para que no llegue a las napas subterráneas.

Sección 13 : Consideraciones sobre disposición final

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para disponer de la sustancia, residuos, desechos: Se prefiere su incineración en instalaciones especialmente diseñadas al efecto.

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para la eliminación de envases / embalajes contaminados: También se prefiere su incineración.

Sección 14 : Información sobre transporte

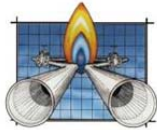
Terrestre por carretera o ferrocarril: Clase 3.1, NU 2398
Vía marítima : Clase 3.1, NU 2398
Vía aérea : Clase 3.1, NU 2398
Vía fluvial / lacustre : Clase 3.1, NU 2398
Distintivos aplicables NCh 2190 : **INFLAMABLE**
No. NU : **2398**

Sección 15 : Normas vigentes

Normas internacionales aplicables: IMO / NU : Clase 3.1 / 2398.

Normas nacionales aplicables: N Ch 2190; N Ch 382; D.S. 298. D.S.148

Marca en etiqueta : INFLAMABLE



Sección 16 : Otras informaciones

Al igual que con otros hidrocarburos, con el MTBE es necesario tomar precauciones especiales para eliminar las fuentes de electricidad estática. Es necesario conectar a tierra todos los equipos en los que se manipule el producto.

Los datos consignados en esta Hoja de Datos fueron obtenidos de fuentes confiables. Sin embargo, se entregan sin garantía expresa o implícita respecto de su exactitud o corrección. Las opiniones expresadas en este formulario son las de profesionales capacitados de OXIQUM S.A. La información que se entrega en él es la conocida actualmente sobre la materia.

Considerando que el uso de esta información y de los productos está fuera del control de OXIQUM S.A., la empresa no asume responsabilidad alguna por este concepto. Determinar las condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario.

JYG/



TURBOSINA
Núm. Versión: 3
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

SECCIÓN I. DATOS GENERALES

HDSS: PR-201/2010

TURBOSINA



No. ONU²: 1223

No. CAS²: 8008-20-6

FECHA ELAB: 20/10/1998

REVISIÓN: 3

FECHA REV: 01/09/2011

FABRICANTE	EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR:
PEMEX: Av. Marina Nacional No. 329, colonia Petróleos Mexicanos, Delegación Miguel Hidalgo, México, D. F., C. P. 11311. Teléfonos: (0155) - 19449365 y 19448895 (Horario de oficina). ASISTENCIA TÉCNICA: Teléfonos: (0155) - 19448164 (Horario de oficina). CONSULTA HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD: Teléfonos: (0155) - 19448628 y 19448041 (Horario de oficina).	SETIQ³: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 01800 - 0021400, sin costo las 24 horas. ▪ (0155) - 55591588, Cd. de México, las 24 horas.
	CENACOM⁴: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 01800 - 0041300, sin costo las 24 horas. ▪ (0155) - 51280000, ext. 11470 a 11476, Cd. de México, las 24 horas.
	COATEA⁵: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 01800 - 7104943, sin costo las 24 horas. ▪ (0155) - 54496391 y 26152045 Cd. de México, las 24 horas.
	CCAE⁶: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 49166 (número único nacional, las 24 horas). ▪ (0155) - 19442500, extensión 49166 Cd. de México, las 24 horas. ▪ Correo electrónico: ccae@pemex.com

SECCIÓN II. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO

Nombre químico: ND	Estado físico: Líquido
Nombre comercial: Turbosina	Clase de Riesgo de transporte SCT ⁷ : Clase 3, "Líquidos inflamables"
Familia química: ND	No. Guía de Respuesta GRE ⁸ : 128
Sinónimos: Combustible para motores de aviación a turbina	
Descripción general del producto: Mezcla de hidrocarburos parafínicos y aromáticos, que se obtienen del petróleo. Se utiliza como combustible en motores de aviación a turbina.	



TURBOSINA
Núm. Versión: 3
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

COMPONENTE	% VOL.	NÚMERO ONU ¹	NÚMERO CAS ²	PPT ² (ppm)	CT ¹⁰ (ppm)	P ¹¹ (ppm)	IPVS ¹² (ppm)	GRADO DE RIESGO NFPA ¹⁵			
								S ¹⁴	I ¹⁵	R ¹⁶	E ¹⁷
Turbosina	100 %	1223	8008-20-6	ND	ND	ND	ND	0	2	0	ND
Aromáticos	25.0% máx.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Temperatura de ebullición (°C): 205 máx. (temp. 10% destilac.) ⁵	Color: Brillante y claro ⁵
Temperatura de congelación (°C): -47 máximo ⁵	Olor: Característico a gasolina
Temperatura de inflamación (°C): 38 mínimo ⁵	Densidad relativa (agua=1): 0.8 ^A
Temperatura de auto ignición (°C): 220 ^A	Solubilidad en agua: Insoluble
Temperatura de fusión (°C): -20 ^A	Densidad relativa de vapor (aire=1): 4.5 ^A
Gravedad específica @ 20/4: 0.7720 – 0.8370 ⁵	% de volatilidad: ND
Conductividad eléctrica (pS/m): 50 – 450 ⁵	Límites de explosividad (vol.% en aire): 0.7 – 5 ^A
Estado físico: Líquido	Viscosidad cinemática @ -20°C (mm ² /s): 8.0 ⁵

SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN

Medio de extinción:

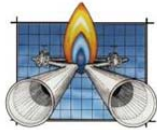
- Fuegos pequeños: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, polvo químico seco, Bióxido de Carbono o espuma química.
- Fuegos grandes: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, no usar chorro de agua directa, usar espuma química.

Equipo de protección personal para el combate de incendios:

- El personal que combate incendios de esta sustancia en espacios confinados, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje para bombero profesional completo; el uso de este último proporciona solamente protección limitada.

Procedimiento y precauciones especiales durante el combate de incendios:

- Utilizar agua en forma de rocío para enfriar contenedores y estructuras expuestas, y para proteger al personal que intenta eliminar la fuga.
- Continuar el enfriamiento con agua de los contenedores, aún después de que el fuego haya sido



TURBOSINA
Núm. Versión: 3
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

extinguido. Eliminar la fuente de fuga si es posible hacerlo sin riesgo. Si la fuga o derrame no se ha incendiado, utilice agua en forma de rocío para dispersar los vapores.

- Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados.
- En función de las condiciones del incendio, permitir que el fuego arda de manera controlada o proceder a su extinción con espuma o polvo.
- En incendio masivo, utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores; si no es posible, retírese del área y deje que arda.
- Aislar el área de peligro, mantener alejadas a las personas innecesarias, evitar situarse en las zonas bajas, mantenerse siempre alejado de los extremos de los contenedores. Retírese de inmediato en caso de que aumente el sonido de los dispositivos de alivio de presión, o cuando el contenedor empiece a decolorarse.
- Tratar de cubrir el líquido derramado con espuma, evitando introducir agua directamente dentro del contenedor.

Condiciones que conducen a otros riesgos especiales:

- La turbosina es un líquido extremadamente inflamable, puede incendiarse fácilmente a temperatura normal, sus vapores son más pesados que el aire por lo que se dispersarán por el suelo y se concentrarán en las zonas bajas.
- Esta sustancia puede almacenar cargas electrostáticas debidas al flujo o movimiento del líquido. Los vapores de turbosina acumulados y no controlados que alcancen una fuente de ignición, pueden provocar una explosión.
- El trapo y materiales similares contaminados con turbosina y almacenados en espacios cerrados, pueden sufrir combustión espontánea.
- Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos del mismo, por lo que no deben presurizarse, calentarse, cortarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición.

Productos de la combustión nocivos para la salud:

- La combustión de esta sustancia genera Monóxido de Carbono y Bióxido de Carbono.

SECCIÓN VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD

Estabilidad (condiciones a evitar): Esta sustancia es estable.

Incompatibilidad (sustancias a evitar): Evitar el contacto con fuentes de ignición y oxidantes fuertes como: peróxidos, ácido nítrico y percloratos.

Descomposición en componentes o productos peligrosos:

Esta sustancia no se descompone a temperatura ambiente. Su combustión genera Monóxido de Carbono, Bióxido de Carbono y otros gases asfixiantes, irritantes y corrosivos.

Polimerización espontánea (condiciones a evitar):

Esta sustancia no presenta polimerización.

Otras condiciones a evitar para prevenir que reaccione:



TURBOSINA
Núm. Versión: 3
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

No se tiene información.

SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

EFFECTOS POR EXPOSICIÓN AGUDA:

Ingestión:

- Produce inflamación y ardor, irritación de la mucosa de la garganta, esófago y estómago.
- En caso de presentarse vómito severo puede haber aspiración hacia los bronquios y pulmones, lo que puede causar inflamación y riesgo de infección.

Inhalación:

- La exposición a concentraciones elevadas de vapores causan irritación a los ojos, nariz, garganta, bronquios y pulmones; puede causar dolor de cabeza y mareos; puede ser anestésico y puede causar otros efectos al sistema nervioso central.
- Causa sofocación (asfixiante) si se permite que se acumule a concentraciones que reduzcan la cantidad de Oxígeno por abajo de niveles de respiración seguros.
- En altas concentraciones, los componentes de la turbosina pueden causar desórdenes en el sistema nervioso central.
- Es asfixiante, la exposición a atmósferas con concentraciones excesivas de vapores de turbosina, puede causar un colapso repentino, coma y la muerte.

Piel (contacto):

- El contacto de turbosina en la piel causa irritación y resequead.

Contacto con los ojos:

- El contacto de esta sustancia con los ojos causa irritación y/o quemadura de la córnea y/o conjuntiva, así como inflamación de los párpados.
- La turbosina causa sensación de quemadura severa, con irritación temporal e hinchazón de los párpados.

EFFECTOS POR EXPOSICIÓN CRÓNICA:

- La exposición repetida a la turbosina puede causar efectos en el sistema nerviosos central, como: fatiga, trastornos de la memoria, dificultad de concentración y para conciliar el sueño, cefalea y vértigo, entre otros.
- En la piel el contacto prolongado puede causar inflamación, resequead, comezón, formación de grietas y riesgo de infección secundaria.



TURBOSINA
Núm. Versión: 3
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

Sustancia carcinogénica:	<input type="checkbox"/> NO
Sustancia mutagénica:	<input type="checkbox"/> NO
Sustancia teratogénica:	<input type="checkbox"/> NO
Otras (especifique):	<input type="checkbox"/> NO
NOTAS: <ul style="list-style-type: none">La Norma Oficial Mexicana 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", no incluye a este producto en la relación de sustancias cancerígenas.La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) clasifica a la turbosina como una sustancia "cancerígena en animales" (clasificación A3), puntualizando que: "El agente es cancerígeno en animales de experimentación a dosis relativamente alta, por vías de administración en órganos, tejidos o por mecanismos que no son considerados relevantes para el trabajador expuesto. Los estudios epidemiológicos disponibles no confirman un aumento en el riesgo de cáncer en humanos expuestos. La evidencia sugiere que no es probable que el agente cause cáncer en humanos excepto bajo vías o niveles de exposición poco comunes e improbables. Para los A3 se debe controlar cuidadosamente la exposición de los trabajadores por todas las vías de ingreso para mantener esta exposición lo más abajo posible de dicho límite".	
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA: CL ₅₀ ²⁸ : ND DL ₅₀ ²⁹ : ND Otra información: ND	
PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS: Procedimientos para la aplicación de primeros auxilios para las diferentes vías de entrada al organismo: Ingestión: <ul style="list-style-type: none">Mantener a la víctima abrigada y en reposo.Mantener a la víctima acostada de lado; de esta manera, disminuirá la posibilidad de aspiración de turbosina a los bronquios y pulmones en caso de vómito.No provocar vómito por ser peligrosa la aspiración del líquido a los pulmones.Si espontáneamente se presenta el vómito, observar si existe dificultad para respirar.Solicitar atención médica inmediatamente.	



TURBOSINA
Núm. Versión: 3
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

Inhalación:

- En situaciones de emergencia, utilice equipo de protección respiratoria de aire autónomo de presión positiva para retirar inmediatamente a la víctima afectada por la exposición.
- Si la víctima respira con dificultad, administrar Oxígeno.
- Si la víctima no respira, aplicar respiración artificial.
- ¡CUIDADO! el método de respiración artificial de boca a boca puede ser peligroso para la persona que lo aplica, ya que ésta puede inhalar materiales tóxicos.
- Mantenga a la víctima abrigada y en reposo.
- Las personas expuestas a atmósferas con altas concentraciones de vapores o atomizaciones de turbosina, deben trasladarse a un área libre de contaminantes donde respire aire fresco.
- Solicitar atención médica.

Contacto con la piel:

- Retirar inmediatamente y confinar la ropa y calzado contaminados.
- Lavar la parte afectada con abundante agua durante 20 minutos por lo menos.
- Lavar ropa y calzado contaminados con turbosina antes de utilizarlos nuevamente.
- Mantener a la víctima en reposo y abrigada para proporcionar una temperatura corporal normal.
- En caso de que la víctima presente algún síntoma anormal o si la irritación persiste después del lavado, obtener atención médica inmediatamente.

Contacto con los ojos:

- En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con agua abundante por lo menos durante 15 minutos, o hasta que la irritación disminuya.
- Sostener los párpados de manera que se garantice una adecuada limpieza con agua abundante en el globo ocular.
- Si la irritación persiste obtenga atención médica inmediatamente.
- Si se producen quemaduras en conjuntiva y córnea, se requerirá atención médica especializada en forma inmediata.

OTROS RIESGOS O EFECTOS A LA SALUD:

- La exposición prolongada a vapores de turbosina, puede producir signos y síntomas de intoxicación, como depresión del sistema nervioso central; sin embargo, estos síntomas pueden variar dependiendo del tiempo de exposición y de la concentración de vapores de turbosina.

ANTÍDOTO (DOSIS EN CASO DE EXISTIR):

- No se tiene información.

OTRA INFORMACIÓN PARA LA ATENCIÓN MÉDICA PRIMARIA Y LAS CONTRAINDICACIONES PERTINENTES:

- El personal médico debe tener conocimiento de la identidad y características de esta sustancia.
- Si la cantidad de turbosina ingerida es considerable, el Médico debe practicar un lavado del estómago.



TURBOSINA
Núm. Versión: 3
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

- En tanto se aplica el lavado estomacal, debe colocarse a la víctima acostado de lado para que en caso de presentarse vómito, disminuya la posibilidad de aspiración de turbosina hacia los bronquios y pulmones.
- Cuando la aspiración de vapores de turbosina causa paro respiratorio, procedase de inmediato a proporcionar respiración artificial hasta que la respiración se restablezca.

SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Procedimiento y precauciones inmediatas:

Primeramente llamar al número telefónico de respuesta en caso de emergencia.

- Eliminar las fuentes de ignición cercanas (no fumar, no usar bengalas, chispas o llama abierta en el área de riesgo).
- No tocar ni caminar sobre el producto derramado.
- Mantener alejado al personal que no participa directamente en las acciones de control; aislar el área de riesgo y prohibir el acceso.
- Permanecer fuera de las zonas bajas y en un sitio donde el viento sople a favor.
- Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados.
- En caso de fugas o derrames pequeños, cubrir con arena u otro material absorbente no combustible.
- Cuando se trate de derrames mayores, se debe represar a distancia, recoger el producto y colocarlo en tambores para su disposición posterior.
- Utilizar herramientas antichispas para recoger el material derramado, y conectar eléctricamente a tierra el equipo utilizado.
- Ventile los espacios cerrados antes de entrar.
- El agua en forma de rocío puede reducir los vapores, pero no puede prevenir su ignición en espacios cerrados.
- Todo el equipo que se use para el manejo de esta sustancia, debe estar conectado eléctricamente a tierra.
- Debe trabajarse en áreas bien ventiladas.
- Debe proveerse ventilación mecánica a prueba de explosión, cuando se maneje esta sustancia en espacios confinados.

Métodos de mitigación para controlar la sustancia:

- En caso de emplear equipos de bombeo para recuperar el producto derramado, éste debe ser a prueba de explosión.
- Detener la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo.
- De ser posible, los recipientes que lleguen a fugar deben ser trasladados a un sitio bien ventilado y alejado del resto de las instalaciones y de fuentes de ignición; el producto, deberá trasegarse a otros recipientes que se encuentren en buenas condiciones, observando los procedimientos establecidos para esta actividad.



TURBOSINA
Núm. Versión: 3
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

Recomendaciones para evacuación:



- En caso de un derrame grande, considere la evacuación inicial de por lo menos 300 metros a favor del viento u 800 metros a la redonda.
- En caso de que un tanque, carrotanque o autotanque que contenga este producto esté involucrado en un incendio, debe aislarse 800 metros a la redonda.
- Considerar también la evacuación inicial de 800 metros a la redonda.

SECCIÓN IX. PROTECCIÓN ESPECIAL EN SITUACIONES DE EMERGENCIA

Equipo de protección personal específico:

- La selección del equipo de protección personal varía dependiendo de las condiciones de uso.
- Se recomienda utilizar guantes de hule cuando el contacto prolongado con la piel no puede evitarse.
- La concentración de vapores en el aire determina el tipo de protección respiratoria que es necesaria.
- En caso de fuga o derrame, emplear equipo de protección personal incluyendo: botas, guantes y delantal de hule.
- Cuando la fuga o derrame genera vapores o neblinas de esta sustancia, debe emplearse equipo de respiración autocontenido.
- Deben emplearse anteojos de seguridad con protección lateral o careta facial cuando se efectúen labores de atención a fugas o derrames.
- No debe usarse lentes de contacto cuando se maneja esta sustancia.
- En las instalaciones donde se maneja esta sustancia, deben colocarse estaciones de regadera-lavaojos en sitios estratégicos, los cuales deben estar accesibles, operables en todo momento y bien identificadas.
- El personal que combate incendios de esta sustancia en espacios confinados, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje para bombero profesional completo; el uso de este último proporciona solamente protección limitada.

SECCIÓN X. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

Número ONU: 1223	 
Clase de riesgo de transporte: Clase 3 Líquidos inflamables	
Guía de Respuesta en caso de Emergencia: Guía número 128	
Colocar el cartel que identifica el contenido y riesgo del producto transportado, cumpliendo con el color, dimensiones, colocación, etc., dispuestos en la NOM-004-SCT-2008 y empleando cualquiera de los dos modelos que se muestran en el recuadro de la derecha.	



TURBOSINA
Núm. Versión: 3
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

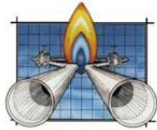
Recomendaciones del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos:

- 1.- Las unidades que transporten materiales y residuos peligrosos deberán estar en óptimas condiciones de operación, físicas y mecánicas, verificando el transportista que la unidad reúna tales condiciones antes de proceder a cargar los materiales y residuos peligrosos.
- 2.- Los operadores de vehículos se abstendrán a realizar paradas no justificadas, que no estén contempladas en la operación del servicio, así como circular por áreas centrales de ciudades y poblados. Al efecto, utilizarán los libramientos periféricos cuando éstos existan.
- 3.- Ninguna unidad que traslade materiales o residuos peligrosos deberá transportar personas no relacionadas con las operaciones de la unidad.
- 4.- Demás información, contenida en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

Comportamiento de la sustancia química peligrosa cuando se libera al aire, agua o suelo y sus efectos en la flora o fauna:

- Disponer apropiadamente de los productos y materiales contaminados usados en las maniobras de limpieza de fugas o derrames.
- El suelo y los materiales afectados por el derrame y por los trabajos de limpieza, deberán recibir el tratamiento y/o disposición correspondiente, de acuerdo a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.
- Cuando el derrame No exceda de 1 m³, se deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlos en la bitácora. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención a contingencias o emergencias ambientales o accidentes.
- Cuando el derrame exceda de 1 m³, se deberán ejecutar las medidas inmediatas para contener los materiales liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar limpieza del sitio. Asimismo, se deberá:
 - Avisar de inmediato a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido del material peligroso.
 - Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto las autoridades competentes conforme a lo previsto en el Art. 72 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
 - Iniciar los trabajos de Caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de Remedación correspondientes.
 - El aviso del derrame se deberá formalizar dentro de los tres días hábiles siguientes al día en que hayan ocurrido los hechos y deberá contener lo indicado en el Art. 131 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).



TURBOSINA
Núm. Versión: 3
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

SECCIÓN XII. INFORMACIÓN SOBRE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Para el manejo, transporte y almacenamiento:

- El personal no debe ingerir alimentos, beber o fumar durante el manejo de esta sustancia.
- El personal no debe emplear lentes de contacto cuando se manipula este producto.
- Deben evitarse temperaturas extremas en el almacenamiento de esta sustancia; almacenar en contenedores resistentes, cerrados, fríos, secos, aislados, en áreas bien ventiladas y alejados del calor, fuentes de ignición y productos incompatibles.
- Almacenar en contenedores con etiquetas; los recipientes que contengan esta sustancia, deben almacenarse separados de los vacíos y de los parcialmente vacíos.
- El almacenamiento de pequeñas cantidades de este producto, debe hacerse en contenedores resistentes y apropiados.
- Los equipos empleados para el manejo de esta sustancia, deben estar debidamente aterrizados.

Otras precauciones:

- La ropa y trapos contaminados, deben estar libres de este producto antes de almacenarlos o utilizarlos nuevamente.
- No utilizar presión para vaciar los contenedores.
- Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos de él, por lo que no deben presurizarse, calentarse, cortarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición.

SECCIÓN XIII. INFORMACIÓN ADICIONAL

FUENTES DE INFORMACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- NOM-018-STPS-2000 "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas 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".
- "Reglamento de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos".
- NOM-004-SCT-2008 "Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos".
- Especificación No. 201/2010 "TURBOSINA".
- NIOSH: "Pocket Guide to Chemical Hazards", "Occupational Health Guideline for Mineral Oil Mist", "IDLH Documentation".
- NFPA 400 "Hazardous Materials Code", 2010 Edition.

10/12



TURBOSINA
Núm. Versión: 3
NOM-018-STPS-2000

Hoja de Datos de Seguridad

- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 "Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

<ul style="list-style-type: none"> ▪ ONU: Número asignado por la Organización de las Naciones Unidas. ▪ CAS: Número asignado por la Chemical Abstracts Service. ▪ SETIQ: Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química. ▪ CENACOM: Centro Nacional de Comunicación. (Protección Civil). ▪ COATEA: Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales. ▪ CCAE: Centro de Coordinación y Apoyo a Emergencias. ▪ SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes. ▪ GRE: Guía de Respuesta a Emergencia. ▪ LMPE-PPT: Límite Máximo Permissible de Exposición Promedio Ponderada en el Tiempo (TWA, siglas en inglés). ▪ LMPE-CT: Límite Máximo Permissible de Exposición de Corto Tiempo (STEL, en inglés). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ P: Límite Máximo Permissible de Exposición Pico. ▪ IPVS: Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud. (IDLH, siglas en inglés). ▪ NFPA: National Fire Protection Association. ▪ S: Grado de riesgo a la Salud. ▪ I: Grado de riesgo de Inflamabilidad. ▪ R: Grado de riesgo de Reactividad. ▪ E: Grado de riesgo Especial. ▪ CL₅₀: Concentración Letal Media. ▪ DL₅₀: Dosis Letal Media. ▪ NA: No Aplica. ▪ ND: No Disponible.
---	--

NIVEL DE RIESGO

MODELO ROMBO		S = SALUD (Rombo Azul)	I = INFLAMABILIDAD (Rombo Rojo)	R = REACTIVIDAD (Rombo Amarillo)	E = ESPECIAL (Rombo Blanco)
	4	Fatal.	Extremadamente inflamable.	Puede detonar.	Oxidante (OXI)
	3	Extremadamente peligroso.	Inflamable.	Puede detonar, requiere fuente de inicio.	Ácido (ACID)
	2	Ligeramente peligroso.	Combustible.	Cambio químico violento.	Alcalino (ALC)



TURBOSINA
Núm. Versión: 3
NOM-018-STPS-2000

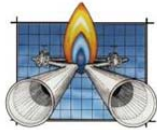
Hoja de Datos de Seguridad

	1	Riesgoso.	Combustible si se calienta.	Inestable si se calienta.	Corrosivo (CORR)
	0	Material normal.	No se quema.	Estable.	No use agua (\bar{W})
					Material radiactivo (\ast)

CONTROL DE REVISIONES		
REVISIÓN	FECHA	MOTIVO
3	01/09/2011	Actualización de la especificación No. 201/2010.

Declaración:

Es responsabilidad del comprador juzgar si la información aquí contenida es adecuada para sus propósitos. Pemex no asume ninguna responsabilidad por cualquier daño resultante del uso incorrecto del producto o de cualquier peligro inherente a la naturaleza del mismo.



V.5 TIPO DE RECIPIENTES Y/O ENVASES DE ALMACENAMIENTO

Los tanques a construir dentro de la terminal almacenadora y de suministro en General Escobedo manejarán su diseño y construcción de acuerdo al estándar API 650, serán tanques de techo fijo con membrana interna flotante (para tener la flexibilidad de usar cualquier tanque para los productos), así mismo contarán con alarmas de alto y alto-alto nivel con sistemas independientes de conexión y redundancia al PLC, transmisores de temperatura a diferentes niveles del tanque, sistemas de válvulas motorizadas de entrada y salida para paro de emergencia.

Tanque	Producto	Capacidad Nominal
TV-101	Diésel	120,000
TV-102	Diésel	120,000
TV-103	Diésel	120,000
TV-201	Gasolina regular	120,000
TV-202	Gasolina regular	120,000
TV-203	Gasolina regular	120,000
TV-301	Gasolina premium	120,000
TV-302	Gasolina premium	120,000
TV-401	Turbosina	120,000
TV-501	MTBE	120,000
TOTAL		1,200,000

Tabla 10 Numeración y capacidad total de los tanques de almacenamiento.

El sistema de red contra incendio estará basado de acuerdo a códigos NFPA, y cumpliendo la normatividad de ASEA (NOM-003-ASEA-2016) y CRE, se contarán con sistemas de líneas de monitoreo de control de inventarios y con sistemas de drenado y vaciado total, en caso de que se requiera hacer un cambio de servicio.

V.6 EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES

El plano que indica el arreglo general de la instalación es el INI4-VER-TUX-TAS-AGP-17_01 "arreglo general en planta", mostrando desde el sistema implementado en el muelle hasta la terminal de almacenamiento donde se encuentran los tanques, las cámaras de bombas y la zona de auto llenado de los auto tanques.



EQUIPO	NOMEN. DEL EQUIPO	CARACT. Y CAPACIDAD	VIDA ÚTIL	TIEMPO ESTIMADO DE USO	LOCALIZACIÓN DENTRO DEL ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA
Tanque de almacenamiento	TV-101	Tanque tipo horizontal, de acero al carbón con capacidad de 120,000 barriles.	30 años	30 años	Áreas de dique
Tanque de almacenamiento	TV-102	Tanque tipo horizontal, de acero al carbón con capacidad de 120,000 barriles.	30 años	30 años	Áreas de dique
Tanque de almacenamiento	TV-103	Tanque tipo horizontal, de acero al carbón con capacidad de 120,000 barriles.	30 años	30 años	Áreas de dique
Tanque de almacenamiento	TV-201	Tanque tipo horizontal, de acero al carbón con capacidad de 120,000 barriles.	30 años	30 años	Áreas de dique
Tanque de almacenamiento	TV-202	Tanque tipo horizontal, de acero al carbón con capacidad de 120,000 barriles.	30 años	30 años	Áreas de dique
Tanque de almacenamiento	TV-203	Tanque tipo horizontal, de acero al carbón con capacidad de 120,000 barriles.	30 años	30 años	Áreas de dique
Tanque de almacenamiento	TV-301	Tanque tipo horizontal, de acero al carbón	30 años	30 años	Áreas de



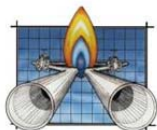
EQUIPO	NOMEN. DEL EQUIPO	CARACT. Y CAPACIDAD	VIDA ÚTIL	TIEMPO ESTIMADO DE USO	LOCALIZACIÓN DENTRO DEL ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA
		con capacidad de 120,000 barriles.			dique
Tanque de almacenamiento	TV-302	Tanque tipo horizontal, de acero al carbón con capacidad de 120,000 barriles.	30 años	30 años	Áreas de dique
Tanque de almacenamiento	TV-401	Tanque tipo horizontal, de acero al carbón con capacidad de 120,000 barriles.	30 años	30 años	Áreas de dique
Tanque de almacenamiento	TV-501	Tanque tipo horizontal, de acero al carbón con capacidad de 120,000 barriles.	30 años	30 años	Áreas de dique

Tabla 11 Equipos de proceso y sus características.

V.7 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Todas las actividades de almacenamiento en la TAS Escobedo son a presión atmosférica y a temperatura ambiente. Las operaciones de descarga de carros tanque, el bombeo de aditivos a los tanques de hidrocarburos, el envío de productos a la bahía de llenaderas para los auto tanques, requieren de incrementos de presión, pero solamente los requeridos para su desplazamiento.

Todos los circuitos que requieran equipos de bombeo y manejen hidrocarburos estarán protegidos con disparos de los motores por alta presión en la descarga y baja presión en la succión.



V.7.1 Balance de materia

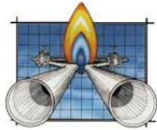
Especificación de los productos

CONCEPTO / PRODUCTO	GASOLINA REGULAR R. P.	GASOLINA REGULAR ZMVM	GASOLINA PREMIUM R. P.	GASOLINA PREMIUM ZMVM	DIESEL	TURBOSINA
ESTADO FISICO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO
CLASIFICACION DOT	CLASE 3 LIQUIDO INFLAMABLE	CLASE 3 LIQUIDO INFLAMABLE	CLASE 3 LIQUIDO INFLAMABLE	CLASE 3 LIQUIDO INFLAMABLE	CLASE 3 LIQUIDO INFLAMABLE	CLASE 3 LIQUIDO INFLAMABLE
TEMP. DE INFLAMACION °C	inferior a 0	21	inferior a 0	inferior a 0	45 minimo	38 minimo
TEMP. DE AUTO IGNICION °C	APROX. 250	APROX. 250	APROX. 250	APROX. 250	254 - 285	220
LIMITE SUPERIOR DE EXPLOSIVIDAD. %	7.1	7.1	7.1	7.1	6.5	5.0
LIMITE INFERIOR DE EXPLOSIVIDAD %	1.3	1.3	1.3	1.3	0.6	0.7
GRAVEDAD ESPECIFICA	0.70 – 0.77	0.70 – 0.77	0.70 – 0.77	0.70 – 0.77	0.815 – 0.870	0.77 – 0.83
VISCOSIDAD (Pa-s)	0.0004 - 0.0005 (0.4 - 0.5 cp)	0.0004 - 0.0005 (0.4 - 0.5 cp)	0.0004 - 0.0005 (0.4 - 0.5 cp)	0.0004 - 0.0005 (0.4 - 0.5 cp)	0.0016 - 0.0039 (1.6 - 3.9 cp)	0.0061 - 0.0069 (6.1 - 6.9 cp)
PRESION DE VAPOR (kPa)	54 – 79 (7.8-11.5 psia)	45 – 54 (6.5-7.8 psia)	54 – 79 (7.8-11.5 psia)	45 – 54 (6.5-7.8 psia)	N.D.	N.D.
DENSIDAD RELATIVA VAPOR	3.0 - 4.0	3.0 - 4.0	3.0 - 4.0	3.0 - 4.0	N.D.	4.5
TEMP. DE EBULLICION °C	60 - 70	38.8	N.D.	70	N.D.	205 Máximo
SOLUBILIDAD EN AGUA	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE

Tabla 12 Especificación de los productos. Referencia: Hojas de Datos de Seguridad para Substancias, de la Gerencia de Seguridad Industrial de PEMEX-Refinación.

V.7.2 Temperaturas y Presiones de diseño y operación

Como se ha descrito, las variables de presión y temperatura para la operación de la terminal son a condiciones atmosféricas, utilizando únicamente equipo de bombeo para el movimiento de productos.



V.8 CARACTERÍSTICAS DEL RÉGIMEN OPERATIVO DE LA INSTALACIÓN

El proyecto está diseñado para llevar una producción continua, en esta base de almacenamiento no hay algún tipo de producción, solamente será receptora de los hidrocarburos transportados vía carros tanque, y se realizará el servicio de suministro a clientes de tales hidrocarburos por medio de auto tanques.

Se dice que es producción continúa debido a que no habrá horario fijo para la recepción de carros tanque con los hidrocarburos, igualmente con la carga de auto tanques las horas de salida variaran, por lo tanto, se dependerá principalmente del transporte vía marítima hacia la base de almacenamiento, por lo cual no podrá ser precisamente en lotes específicos.

V.9 DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN (DTI's)

Los planos se anexan en este estudio debido al número y medida de estos, en la siguiente tabla se menciona la relación de los planos según sea el producto a almacenar.

Producto	Descripción	Número de plano
Diésel	DTI área de almacenamiento de producto combustible diésel	GNN-NL-GME-TAS-DTI-AAL-17_02
Gasolina regular	DTI área de almacenamiento de producto combustible Premium	GNN-NL-GME-TAS-DTI-AAL-17_07
Gasolina premium	DTI área de almacenamiento de producto gasolina regular	GNN-NL-GME-TAS-DTI-AAL-17_05
Turbosina	DTI área de almacenamiento de producto turbosina	GNN-NL-GME-TAS-DTI-AAL-17_10
MTBE	DTI área de almacenamiento de producto turbosina	GNN-NL-GME-TAS-DTI-ADE-17_12

Tabla 13. Descripción DTI y número de plano según el producto.



Fig 61. Vista plana del área general de la T.A.S., separando las diferentes áreas del proyecto.

Como se mencionó anteriormente en el capítulo V.1 la T.A.S. General Escobedo cuenta con diferentes áreas sub divididas según su clasificación con el fin de brindar un mejor servicio y seguridad para los empleados aprovechando al máximo el área otorgada para el proyecto.

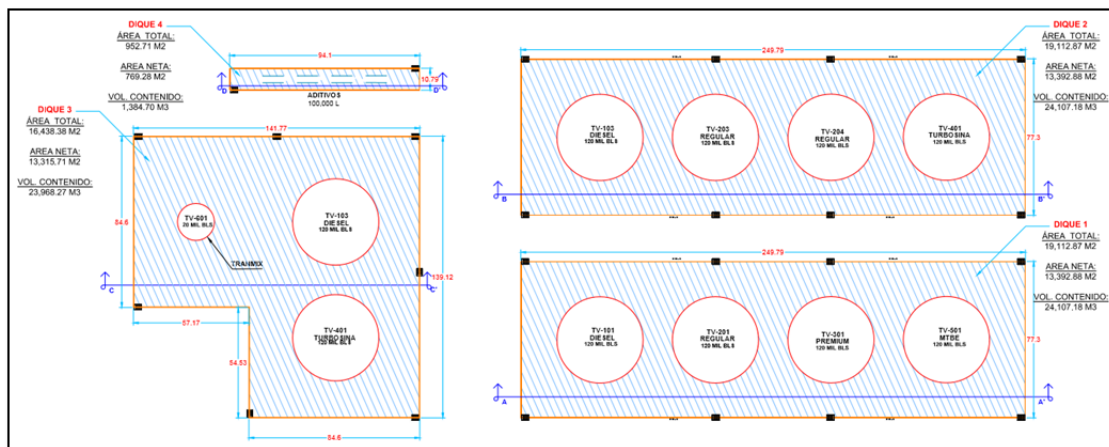


Fig 62. Vista plana del área general de diques y sus respectivos tanques.



# Dique	Área total	Área neta	Vol. Contenido
1	19,112.87 m ²	13,392.88 m ²	24,107.18 m ³
2	19,112.87 m ²	13,392.88 m ²	24,107.18 m ³
3	16,438.38 m ²	13,315.71 m ²	23,968.67 m ³
4	952.71 m ²	769.28 m ²	1,384.70 m ³

Tabla 14. Número y capacidad total presentes en diques, T.A.S. General Escobedo.

Cada dique cuenta con un determinado número de tanques los cuales almacenaran diferentes hidrocarburos, por lo tanto, se han ubicado estos según el tipo del producto y el área disponible, quedando 4 diques diseñados según las especificaciones del terreno y los tamaños de los tanques con el fin de garantizar la retención de fugas en caso de accidentes con el propósito de minimizar el impacto negativo que esto pudiese originar.



CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIONES DE RIESGOS

VI.1 ANTECEDENTES DE INCIDENTES Y ACCIDENTES

Puerto Rico. En la madrugada del viernes 23 de octubre de 2009, se produjeron una serie de explosiones e incendios dentro de las instalaciones de la compañía Caribbean Petroleum Corporation. El primer estallido fue el más potente y se registró a las 12:23 am, hora local. A partir de las 12:25 am ocurrieron múltiples explosiones secundarias ocasionales de menor intensidad que la primera. La última explosión registrada por el cuerpo de bomberos ocurrió a las 8:16 am del viernes. La onda expansiva liberada causó daños moderados a las edificaciones alrededor de la planta en un radio de unos 1600 metros y puso en riesgo a los habitantes en un radio de unos 15 kilómetros. Algunas puertas se desprendieron de sus marcos, muchas de las ventanas de cristal se resquebrajaron y los techos quedaron cubiertos de ceniza y hollín negro. Los vehículos que circulaban en el área también fueron afectados. Según algunos conductores, las ventanas de sus vehículos se rompieron debido al impacto de la onda expansiva. La explosión además ocasionó grietas en la capa de rodadura de una de las carreteras cercanas construida con pavimento asfáltico y devastó la espesa vegetación en las cercanías de la planta.

Una hora después de la primera explosión ya había cinco tanques encendidos, a las dos horas ya eran 11 tanques los involucrados (Pérez Sánchez, 2009) y a las cinco horas se reportó que habían estallado 18 tanques. De acuerdo con la Agencia Federal de Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (De La Campa, 2009), un total de 21 tanques terminaron involucrados en el incendio. Aproximadamente un 50% del área de la terminal de almacenamiento fue cubierta por las llamas, incluyendo prácticamente todos los tanques de la parte norte y la mitad de los tanques de la parte central de la terminal.

Guam. Accidente del 2002: Este accidente tuvo dos etapas: la primera ocurrió en Julio de 2002 con el paso del tifón Chata'an que afectó la pequeña planta de almacenamiento de combustible de la isla de Guam (Estados Unidos) en el Océano Pacífico. Uno de los tanques con techo fijo externo y flotante interno sufrió pandeo por acción del viento, con deformaciones que bloquearon el techo flotante. Este tanque no fue reparado, de manera que el techo flotante podía trabarse con facilidad. En Diciembre de 2002 la isla se vio afectada por un segundo tifón llamado Pongsona; en esta ocasión, la arena que transportaba el viento produjo fricción contra las paredes del tanque, generándose electricidad estática que comenzó el proceso de ignición dentro del tanque. El fuego se propagó a otros tanques de la planta.

Texas City, accidente de 2005: Texas City alberga varias granjas de tanques; en particular este accidente ocurrió en la Refinería de British Petroleum en Marzo de 2005, afectando unos 50 tanques, con muerte de 15 operarios y decenas de heridos. El origen del



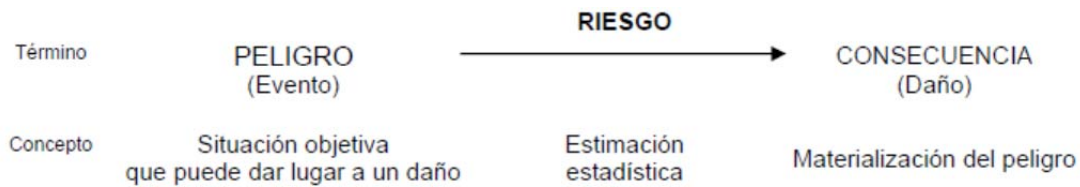
accidente fue el sobrellenado rápido de uno de los tanques, en el que no funcionaron adecuadamente el medidor de nivel de combustible en el interior y el sistema de alarma que produce corte del ingreso de fluido ante la eventualidad de llenado. La consecuencia fue el derrame de combustible al exterior, con formación de una nube de vapor que se propagó a nivel de la superficie de la planta. El mecanismo de ignición fue el encendido del motor de uno de los camiones que estaban en la planta.

Buncefield UK. Sobre las 6 de la mañana del día 11 de Diciembre de 2005 tuvo lugar una explosión de nube de vapor no confinada en el "Buncefield Oil Storage Depot" (terminal de almacenamiento de Buncefield). Como resultado de la explosión que se produjo a partir de la pérdida de contenido de unos de los depósitos de almacenamiento, se sucedieron otras explosiones y un importante incendio, en el que estuvieron involucrados varios depósitos de la instalación. El sábado 10 de diciembre de 2005, sobre las 18:50 horas comenzó el llenado del tanque 912 de la HOSL, con gasolina sin plomo. El tanque, que tenía una capacidad de 6 millones de litros, estaba dotado de un sistema automático de medida del nivel del depósito. A las 03:05 horas del sábado 11 de diciembre, el display asociado al sistema de control del nivel dejó de registrar la medida de nivel del tanque, aunque éste continuó llenándose. Por tanto, las alarmas de alto nivel y muy alto nivel no se activaron puesto que la lectura de nivel siempre se encontraba en valores inferiores. El depósito también estaba dotado de un sistema independiente de control de alto nivel, cuya finalidad era parar el sistema de llenado automáticamente, cerrando las válvulas de entrada de producto y poniendo en marcha una alarma. Este sistema también falló y, por tanto, no se tuvo registro del nivel alcanzado en el depósito. Sobre las 5:37 horas el tanque se llenó por completo y el combustible comenzó a derramarse. La devastación producida por la explosión fue enorme. Afortunadamente, no hubo pérdidas humanas, puesto que el accidente ocurrió en la madrugada del domingo y, al tratarse de una zona industrial, se encontraba relativamente tranquila en esos momentos. Aún así, unas 40 personas resultaron heridas. El fuego que se produjo tras la explosión afectó a unos 20 tanques ubicados en la zona y ardió durante varios días.



VI.2 RIESGOS EN ÁREAS DE PROCESO

En la vida en general y en la actividad industrial en particular es usado el término “riesgo” para hacer referencia a situaciones que entrañan algún peligro para el ser humano, el medioambiente o los bienes en general. Peligro, riesgo y consecuencia (o daño) son a menudo usados indistintamente, sin embargo, es importante tener claros los términos usados y diferenciar correctamente unos de otros para entender bien el concepto asociado al riesgo.



Por tanto, ha de quedar claro que Peligro y Riesgo no son sinónimos, aunque se tienda a confundirlos. Éstos se diferencian en un punto fundamental, mientras que un peligro se puede determinar objetivamente, la estimación del riesgo es estadística. Se habla de estimación y no de cálculo puesto que la materialización de un peligro no es un suceso seguro, sino que hay que hacer uso de la probabilidad para poder cuantificarla.

Dado que la actividad industrial involucra el uso de gran cantidad de sistemas técnicos, cuyo funcionamiento tiene asociado un riesgo de fallo que puede dar lugar a escenarios peligrosos, que desemboquen en accidentes y por consiguiente en daños de distinta tipología en los sistemas técnicos.





Seguridad y Riesgo

Seguridad es estar exento de que un riesgo inaceptable que ocasione lesiones físicas o daños a la salud humana de forma directa o indirecta, como resultado de un daño a la propiedad o al Medio Ambiente.

Riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un suceso con efectos adversos sobre la salud humana, los bienes materiales o el medio ambiente como consecuencias de la exposición de un riesgo a un peligro que pueda provocar un accidente.

El riesgo de un sistema técnico se puede cuantificar como función de la frecuencia de ocurrencia y de la gravedad de las consecuencias:

$$R = f(f, c)$$

$$\text{Riesgo} \left[\frac{\text{muertes}}{\text{año}} \right] = \text{Frecuencia} \left[\frac{\text{accidentes}}{\text{año}} \right] \times \text{Consecuencias} \left[\frac{\text{muertes}}{\text{accidente}} \right]$$

De esta igualdad se puede fácilmente deducir que reduciendo la frecuencia de incidentes y mitigando las posibles consecuencias el riesgo se abate hasta valores aceptables.

Los riesgos en los sistemas técnicos pueden reducirse invirtiendo más dinero en los mismos (por ejemplo, usando materiales más resistentes que mejoren el confinamiento en las tuberías o los tanques de combustible) pero es imposible evitarlos por completo. Teniendo en cuenta que hay que asumir cierto grado de riesgo.

Las tendencias modernas para minimización de riesgos / accidentes industriales buscan diseños intrínsecamente seguros, los cuales se centran en:

En la Unión Americana y en la Unión Europea, las instalaciones de almacenamiento de combustibles están reguladas por una amplia y rigurosa normativa que permite ofrecer gran confianza en cuanto a la seguridad de este tipo de complejos, siendo los principales:

- Directivas del Parlamento y Consejo Europeo (Son disposiciones normativas de derecho comunitario que vincula a los Estados de la UE, dejando a las autoridades internas competentes la debida elección de la forma y los medios adecuados a tal fin).
- ASTM American Society for Testing Materials
- API American Petroleum Institute
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- NACE National Association of Corrosion Engineers
- NFPA National Fire Protection Association
- STI Steel Tank Institute



En cambio, en México dicha regulación se centralizaba a instalaciones de Petróleos Mexicanos que cuenta con sus normas de referencia NRF sin embargo, el cambio radical originado por la nueva reforma energética, que abre la actividad de importación y comercialización de hidrocarburos, generó la necesidad apremiante de la debida regulación de dichas operaciones.

El 24 de Noviembre de 2016, se emite la norma 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.

Resumiendo, los esfuerzos de las empresas para reducir sus niveles de riesgo llevan a la disminución progresiva de frecuencias y gravedades, hasta valores aceptables en la industria.

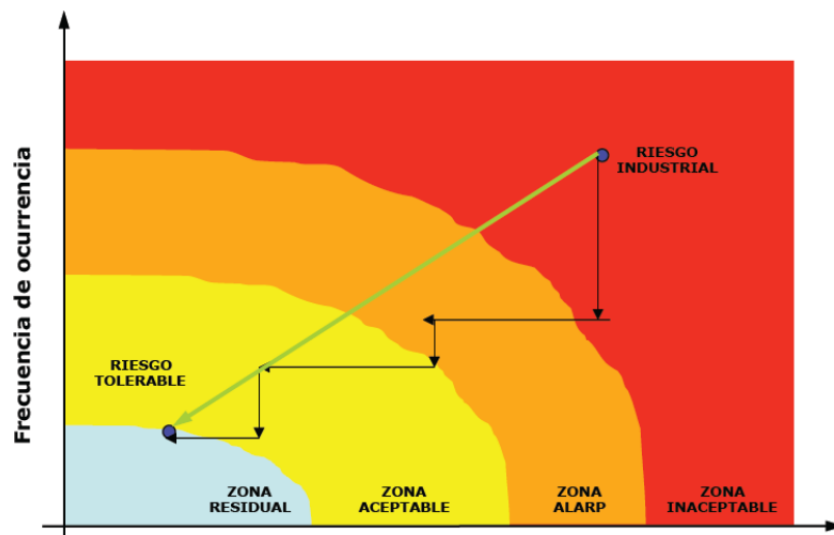


Fig 63. Gravedad de las consecuencias en la industria de la ACHS

Fuente: Congreso de seguridad y salud en el trabajo de ACHS

Teniendo en cuenta la definición de riesgo, las medidas que deben ser adoptadas para lograr su reducción, deberán de ser disminuir la frecuencia y la gravedad de los incidentes, entendiendo por incidente aquello que se interpone en el transcurso normal de una situación o de un evento. Las disposiciones sobre estas reducciones, aplicadas en terminales de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles son genéricas y de amplia aceptación, pudiendo citar como principales las siguientes:



Medidas de reducción de la frecuencia o probabilidad de ocurrencia:

- El concepto de seguridad está presente en el propio diseño de las instalaciones y en la elección de los materiales que se utilizan en las mismas
- Cada producto se almacena en un tanque adecuado a sus características
- Las distancias entre los depósitos están establecidas por ley con el objetivo de minimizar la posibilidad de que, si se produjera un incidente en uno de ellos, pudiera afectar al resto.
- Los depósitos se ubican dentro de recintos cerrados y con retención, capaces de contener el producto que, por rotura o avería de los tanques, pudiera derramarse
- Las instalaciones cuentan con sistemas de seguridad para evitar los riesgos de la electricidad estática o de los propios equipos eléctricos existentes en las mismas
- Las normas de seguridad existentes en las instalaciones establecen controles muy rigurosos, con el objeto de garantizar que cualquier actividad en el proceso de control de sus variables operativas, estén siempre adecuadamente controladas y así evitar que llegue a provocar incidentes

Medidas de reducción de Consecuencias:

La reducción de las consecuencias tras la materialización de un peligro o accidente se lleva a cabo en las terminales de almacenamiento mediante medidas de seguridad encaminadas a la protección.

Las principales medidas de seguridad encaminadas a la protección en este tipo de instalaciones son:

- Contar con diferentes sistemas de control que permitan detectar inmediatamente cualquier incidencia, y poner en marcha las medidas de seguridad necesarias.
- Tener Planes de Emergencia interna y externa, que atienden descontrol de los procesos en el ámbito intrínseco de la instalación y extrínseco, elaborados en colaboración con las autoridades competentes, y cuyo objetivo es preservar la seguridad de las personas y del entorno en el que se encuentran
- Las instalaciones cuentan con sistemas de protección contra incendios

Estas medidas han sido el resultado del análisis de las causas de accidentes ocurridos en muchas instalaciones y adoptados como prevención, sin embargo, un estricto examen de otros posibles motivos lleva a considerar también otros. Como puede ser:

Eventos No convencionales

Es difícil determinar el punto en el que un sistema puede considerarse lo suficientemente seguro, y es que a pesar de las medidas para disminuir el riesgo a menudo en instalaciones industriales aparecen nuevos accidentes ocasionados por secuencias de eventos que no se tuvieron en cuenta en el análisis de riesgo.

La mayor parte de estos accidentes son provocados por los denominados eventos No convencionales, eventos que tienen una probabilidad tan baja de materialización que son



obviados por los analistas y operadores de planta en el diseño de las instalaciones. Como consecuencia, estos accidentes suelen tener repercusiones muy graves, ya que tampoco se tomaron medidas para reducir el daño de los mismos.

El concepto de evento No convencional es de reciente aparición en el campo de la seguridad, pero toma cada vez más importancia, quedando demostrado porque importantes líneas de investigación han sido abiertas en empresas y organizaciones de todo el mundo para tenerlos en cuenta y mitigar sus consecuencias. Eventos de este tipo son por ejemplo el sabotaje, el hurto y el vandalismo.

Siempre hay que considerar que las instalaciones de protección contra incendio no están exentas del daño que pueden ocasionar los posibles accidentes que tengan lugar en una terminal, su diseño ha de tener especialmente en cuenta los riesgos que el almacenamiento de hidrocarburos presente, es decir conocer cuáles son los peligros, qué daños ocasionarían y qué probabilidad de aparición tienen para que las consecuencias de la materialización de un evento tenga la menor influencia posible en el propio sistema de protección, lo cual revertirá directamente en una disminución del daño general ocasionado.

De este último punto surge la necesidad de conocer qué tipo de accidentes son factibles de suceder y los lugares más comunes de aparición. Este conocimiento ayuda a identificar los riesgos en una terminal de almacenamiento y dicta el criterio que se tendrá para plantear alternativas de diseño adecuadas.

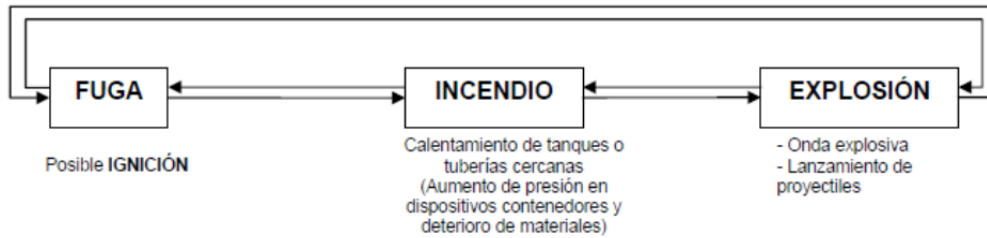
Eventos fundamentales

Los eventos o percances fundamentales en una terminal de almacenamiento y distribución se centralizan en tres sucesos: Fugas, Incendios y Explosiones. Es importante destacar que, de estos tres elementos, dos son dependientes de uno de ellos.

Para que ocurra un incendio o una explosión, siempre se requerirá la presencia de una fuga. Esto es interesante cuando se evalúan las frecuencias de ocurrencia mediante un análisis de estimación de probabilidades, ya que la relación entre una fuga y un evento de incendio o explosión es dependiente, lo que significa que su cálculo (álgebra de Boole) será multiplicador.

Las fugas, son el origen de los accidentes, dando lugar a incendios y explosiones que a su vez pueden ser origen de otras fugas incrementándose así la cadena accidental. Pueden tener lugar en tuberías de distribución, casas de bombas, área de carga de auto tanques o tanques de combustible y se puede deber a rotura de dichos dispositivos por impacto, sobrepresión o deterioro de los materiales por el uso o las condiciones ambientales (corrosión).

Las posibilidades de evolución de las fugas dependerán de las condiciones del líquido fugado y las condiciones del entorno hacia el que se produce la fuga.



Los incendios se caracterizan principalmente por los daños que produce el calor generado en la reacción de combustión. Un incendio que tiene lugar por un derrame de líquido puede calentar tuberías u otros tanques cercanos provocando daños y nuevas fugas.

En resumen, las explosiones e incendios son los efectos de los eventos accidentales más dañinos, sobre todo por la posibilidad de propagación de la cadena accidental, mientras que la fuga se sitúa como la causa común de inicio de los accidentes. Un factor intermedio que es fundamental entre origen y consecución de accidentes graves es la fuente de ignición de las fugas.

Las fuentes de ignición que con mayor frecuencia se presentan en una instalación industrial son:

Fuentes de Ignición	
Chispas	Sobrecalentamiento
<ul style="list-style-type: none"> • Cortocircuitos • Apertura y cierre de contactos (interruptores, conmutadores, escobillas de motores, etc.) • Descargas de electricidad estática generada por fricciones. • Descargas de corrientes vagabundas o parásitas • Rayos atmosféricos 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecarga eléctrica de conductores y máquinas • Rozamientos

Tabla 15. Clasificación de Orígenes de Fuentes de Ignición

Las explosiones tienen lugar por el desarrollo de una presión en sistemas cerrados o de una onda de sobrepresión en sistemas abiertos que dan lugar a daños mecánicos. Pueden estar en el inicio de una fuga o deberse a la evolución de una combustión auto acelerada hacia la detonación. La onda explosiva puede deformar y hasta destruir equipos a su paso, como tanques y tuberías. Por otro lado, los proyectiles procedentes de una explosión pueden causar efectos similares, además estos pueden arrastrar consigo porciones de líquido que originen nuevos incendios lejos del origen.



Por lo anterior es importante conocer los patrones o modelos de incendio o explosión que pueden tener a lugar en una terminal de almacenamiento de hidrocarburos, ya que cada evento deberá de ser atendido de acuerdo a sus características y comportamiento.

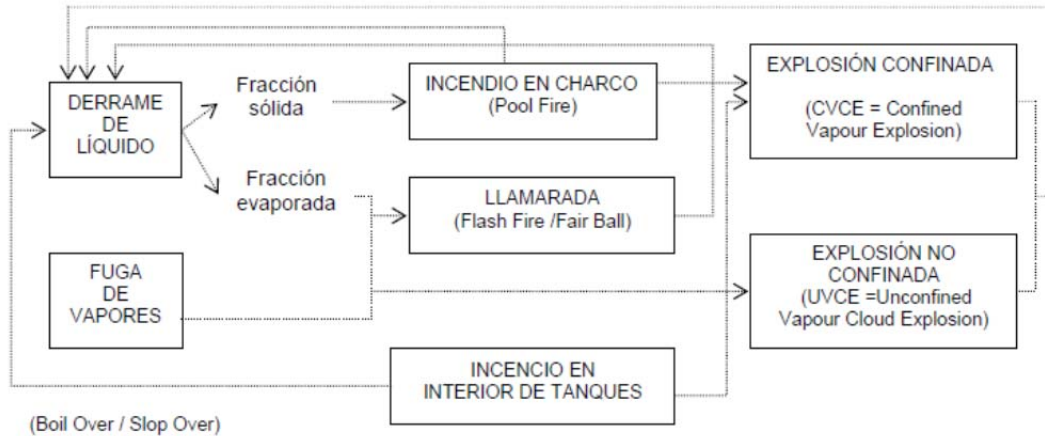


Fig 64. Eventos accidentales y efecto dominó en terminales de almacenamiento

Un evento accidental que puede ser considerado como “leve” puede alcanzar dimensiones catastróficas por la consecución de otros eventos derivados del mismo “Efecto Dominó”.

Eventos de “Boil Over” y “Slop Over” o rebosamientos violentos:

	<p>Estos fenómenos tienen lugar en caso de incendio en un tanque de combustible. El calor generado por la combustión en la capa superficial (en contacto con el aire) se transmite por convección hacia el fondo del tanque donde puede haber agua del propio almacenamiento o de los medios de extinción por espuma y agua. El calor provoca la formación de grandes burbujas de vapor que ascenderán a través del líquido provocando el rebose y la proyección de líquido por los alrededores. Cuando el agua proviene del almacenamiento recibe el nombre de Boil Over, mientras que si deriva de los medios de extinción se denomina Slop Over.</p>
--	---

Imagen de Boil/Slop Over.



Incendio en charco (Pool Fire)



Imagen de Pool Fire

Como consecuencia de un derrame, fuga o escape de líquidos inflamables, se forma un charco de líquido cuya extensión dependerá de la geometría y naturaleza del suelo.

Por evaporación se generan gases inflamables si la temperatura del líquido está por encima de la temperatura de ignición de la sustancia, lo que puede conducir a un incendio del propio charco.

Al incendiarse se producen llamas, cuya altura depende principalmente del diámetro del charco y del calor de combustión.

Incendio de nube de vapor o llamarada (Flash Fire)



Imagen de Flash Fire

Proviene de un derrame de gas o vapores inflamables que forman una nube hasta llegar al punto de ignición.

Este tipo de incendio se ve favorecido por el escape permanente del material inflamable con poca dispersión del mismo.

En estos casos no hay deflagración y no se produce onda de choque.



Bola de fuego (Ball Fire)



Imagen de Ball Fire

Se produce cuando la masa evaporada de una sustancia inflamable, tras producirse el estallido de un depósito, asciende en el exterior arrastrando partículas de líquido y entra en combustión

Nube de vapor no confinada (UVCE)



Imagen de UVCE

Consiste en el escape de una sustancia inflamable (líquido o gas) que forma una nube de considerables dimensiones la cual se incendia produciendo una deflagración.

El material inflamable liberado a la atmósfera se encuentra en un espacio abierto.

La gravedad de la explosión depende de la cantidad de gas que se encuentre en la nube

Nubes de vapor confinadas (VCE)



Imagen de VCE

Explosiones confinadas que ocurren con alguna barrera de contención, por ejemplo suceden en tuberías o recipientes, o dentro de edificios.

Originan sobrepresiones superiores a las no confinadas resultando en la destrucción total de los equipos industriales y las edificaciones.

Dardo de fuego (Jet Fire)



Imagen de Jet Fire

Tanto en las tuberías como en los depósitos de gas a presión, la aparición de una pequeña fisura en las paredes trae como consecuencia la descarga del gas contenido formando un chorro de gas a presión.

Si durante la descarga este chorro entra en contacto con una fuente de ignición, el resultado será la formación de un incendio en forma de chorro o, como normalmente se le llama, dardo de fuego o "jet fire".

Explosión por la expansión de un líquido en ebullición (BLEVE)

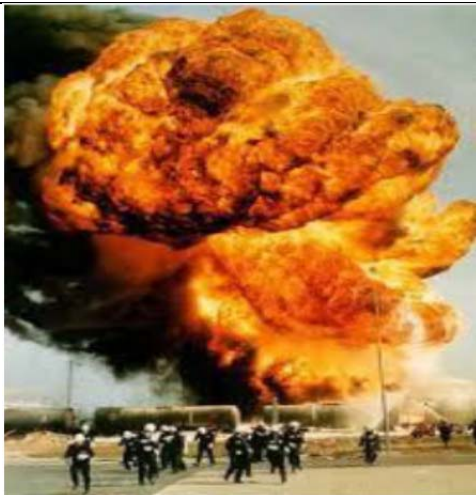


Imagen de BLEVE

Normalmente se origina por un incendio externo que incide sobre la superficie del recipiente a presión, debilitando su resistencia y causando su ruptura y el escape súbito del contenido. Si el producto es inflamable produce una bola de fuego.

La característica fundamental es la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada aumentando su volumen más de 200 veces.



Efecto Dominó

El efecto dominó se puede definir como "un conjunto correlativo de sucesos en los que las consecuencias de un accidente previo se ven incrementadas por éstos, tanto espacial como temporalmente, generando un accidente grave".

Aunque el denominado "Efecto dominó" es bien conocido desde hace tiempo, sólo se ha reconocido oficialmente en la Directiva Seveso II y en las Directivas 2012/18/UE del Parlamento y del Consejo Europeo del 4 de julio de 2012.

En México el CENAPRED, trata sobre el efecto dominó mencionando que se puede definir como "la concatenación de efectos que multiplica las consecuencias, debido a que los fenómenos peligrosos pueden afectar, además de los elementos vulnerables exteriores, otros recipientes, tuberías o equipos del mismo establecimiento o de otros establecimientos próximos, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio, explosión, o estallido en los mismos, que a su vez provoque nuevos fenómenos peligrosos".

Un efecto dominó implica la existencia de un accidente "primario", que afecta a una instalación "primaria" (este accidente puede no ser un accidente grave), pero que induce uno o varios accidentes "secundarios" que afectan a una o varias instalaciones "secundarias". Este accidente o accidentes secundarios deben ser accidentes más graves y deben extender los daños del accidente "primario".

La extensión de los daños es tanto espacial (áreas no afectadas en el accidente primario, ahora resultan afectadas), como temporal (el accidente secundario afecta a la misma zona pero retardado en el tiempo; en este caso las instalaciones primarias y secundarias pueden ser la misma), o ambas.

Esto obliga a que los establecimientos cercanos (al área de la instalación industrial) a intercambiarse determinadas informaciones con el fin de analizar globalmente el riesgo presente y a tenerlo en cuenta para desarrollar sus políticas de prevención, de gestión de la seguridad y en sus planificaciones de emergencias.

La principal fuente de información que sirve de base para el análisis y el entendimiento del fenómeno consiste en analizar estadísticamente series históricas de accidentes. A partir de estos datos se obtienen las características principales de un determinado accidente en orden a establecer las relaciones entre categorías de establecimientos, tipos de efectos físicos y alcances de los efectos dominó referenciados.

Clasificación del Efecto Dominó

Aparentemente para un determinado entorno, parece difícil imaginar un número de escenarios accidentales que puedan generar un efecto dominó. Sin embargo, las lecciones aprendidas de accidentes pasados dan indicaciones de cómo abordar el estudio.



De 1944 a 1994, un estudio referenció 41 accidentes en los que se ha comprobado la existencia de este efecto. El 65% de ellos se han producido en los últimos 20 años.

El análisis de estos accidentes permite clasificar el efecto dominó de la manera siguiente:

- El tipo de instalaciones primarias y secundarias afectadas
- La naturaleza de los efectos físicos primarios y secundarios que se han producido

Tipos de instalaciones

Se han identificado 7 tipos principales de instalaciones más afectadas por el efecto dominó: tanques de almacenamiento bajo presión, tanques de almacenamiento atmosféricos o criogenizados, equipos de proceso, redes de tuberías, pequeños establecimientos, áreas de almacenamientos de productos sólidos y áreas de carga y descarga. Estos dos últimos tipos no se han incluido en el análisis por la escasez de datos.

En la tabla siguiente se muestra la frecuencia relativa de ocurrencia de accidentes primarios y secundarios en estos tipos de instalaciones.

	Instalaciones primarias	Instalaciones secundarias
Tanques de almacenamiento presurizados	30 %	33 %
Tanques de almacenamiento atmosféricos o criogenizados	28 %	46 %
Equipos de proceso	30 %	12 %
Redes de tuberías	12 %	--
Pequeños establecimientos	--	9 %

Tabla 16. Frecuencias relativas de ocurrencia de efectos dominó para tipos de instalaciones primarias y secundarias

Como puede ser observado, de los accidentes con efecto dominó registrados, los tanques de almacenamiento atmosféricos o criogenizados iniciaron en el 28% de instalaciones primarias, pero generaron la mayor cantidad (46%) en instalaciones secundarias.

Naturaleza de los efectos primarios y secundarios

Los principales efectos que se pueden generar en accidentes primarios y secundarios asociados a este tipo de fenómenos en instalaciones se presentan en la siguiente tabla. Hay que remarcar que un accidente puede generar más de un efecto secundario.



ACCIDENTE PRIMARIO		ACCIDENTE SECUNDARIO	
EFEECTO	Suceso relativo del fenómeno físico	EFEECTO	Suceso relativo del fenómeno físico
Mecánico (35%)	VCE (47%)	Mecánico (37%)	VCE (59%)
	Proyectiles (53%)		Proyectiles (50%)
Térmico (77%)	Incendio de charco (24%)	Térmico (93%)	Incendio de charco (17%)
	Boil Over (12%)		Boil Over (13%)
	BLEVE (31%)		BLEVE (25%)
	Dardo de fuego (10%)		Dardo de fuego (--)
	Incendio flash (14%)		Incendio flash (--)
	Incendio (9%)		Incendio (44%)
		Tóxico (10%)	

Tabla 17. Naturaleza de los efectos físicos en accidentes graves con efecto dominó

Sin lugar a dudas los efectos térmicos en los accidentes registrados son los que mayores consecuencias generaron, quedando muy abajo los mecánicos y los tóxicos.

Otro aspecto importante es el análisis de los equipos o zonas que pueden iniciar el accidente primario. Las dos tablas siguientes representan los accidentes primarios, efectos y epicentros para los casos de tanques de almacenamiento bajo presión y tanques de almacenamiento atmosféricos o criogenizados.

Accidente primario	Efecto primario	Localización del epicentro
Incendio de charco	Radiación	En la zona considerada del equipo
Dardo de fuego	Radiación	En la zona considerada del equipo
BLEVE	Sobrepresión	En la zona considerada del equipo
	Proyectiles	
VCE Explosión de vapor	Sobrepresión	En una zona congestionada (*) en la que se genera la explosión

Tabla 18. Tanques presurizados



Accidente primario	Efecto primario	Localización del epicentro
Incendio de charco	Radiación	En la zona considerada del equipo
Incendio del tanque	Radiación	En la zona considerada del equipo
Explosión del tanque	Proyectiles	En la zona considerada del equipo
VCE y UVCE debido a evaporación de sustancia inflamable	Sobrepresión	En una zona congestionada (*) en la que se genera la explosión
Boilover (sólo en tanques atmosféricos)	Radiación	En la zona considerada del equipo

(*) Es bien conocido que las explosiones de vapor se ven favorecidas por las turbulencias y la presencia de obstáculos (las denominadas zonas congestionadas con alta concentración de equipos y obstáculos) y la existencia de puntos de ignición. Por tanto, los efectos de la sobrepresión sólo serán significativos si la nube inflamable explota en una zona congestionada.

Tabla 19. Tanques atmosféricos o criogenizados

El propósito final de este estudio sobre el efecto dominó fue seleccionar la disposición de instalaciones y equipos que pueden verse involucradas. Hay que estimar mediante criterios de radiación, sobrepresión y/o alcance de proyectiles, las zonas secundarias que podrían resultar afectadas por el accidente primario.

Los criterios que se pueden considerar para la disposición son los siguientes:

- Incendio de charco y/o de tanque:
Equipos sin protección: 8 kW/m²
Equipos protegidos: 32-44 kW/m²
- Dardo de fuego: distancia de 100 metros o radiación equivalente
- BLEVE: 16 kPa (2.3 psi) de sobrepresión (daños graves)
- Proyectiles: Distancia alcanzada por el 80% de ellos
- Boilover: Radiación equivalente a un incendio de charco de 85 m de diámetro para hidrocarburos pesados
- VCE: 16 kPa (2.3) de sobrepresión (daños graves)

* Habrá que considerar si el efecto a analizar debería ser sólo el de la radiación (kW/m²) o si más bien debería ser el de la dosis de radiación (kW/m² x tiempo). En la legislación española se utiliza este criterio para la definición de la Zona de Intervención por radiación: 5 kW/m² durante 3 minutos.

Para el caso de una terminal de almacenamiento y distribución de hidrocarburos, los criterios aplicables serían:

- Incendio de charco y/o de tanque:
Equipos sin protección: 8 kW/m²
Equipos protegidos: 32-44 kW/m²

Los Rebosamientos violentos (Boil Over y Slop Over), Incendio de charco (Pool Fire), Incendio de nube de vapor (Flash Fire), Bola de fuego (Ball Fire), y Nube de vapor no



confinada (UVCE), son los sucesos factibles en tanques atmosféricos y deben ser considerados en el estudio de riesgo.

Los siniestros de Dardo de fuego (Jet Fire), Explosión por la expansión de un líquido en ebullición (BLEVE), explosiones por nubes de vapor confinadas (VCE), son eventos generados por recipientes a presión.

Referencias

1. Development of a methodology for the identification of potential domino effects in "Seveso" industries. C. Delvosalle, C. Fievez and F. Benjelloun. Major Risks Research Center, Fac. Pol. de Mons. Belgique. 9th Int. Sym. on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries. 4-7 Mayo 1998. Barcelona. España.
2. Domino effects phenomena: definition, overview and classification. C. Delvosalle. First European Symp. On Domino Effects, Leuven, Bélgica. Septiembre, 1996.
3. Methods for the calculation of the physical effects of the escape of dangerous material (Liquids and gases). Part II-Chapter 9: Consequences of the rupture of vessels. The Yellow Book, TNO. 1997.
4. Methods for the calculation of the physical effects of the escape of dangerous material (Liquids and gases). Part II-Chapter 8: Vapor Cloud Explosion. The Yellow Book, TNO. 1997.

Análisis de riesgo

En este estudio el proceso de análisis de riesgo consiste en la identificación, valoración y mitigación sistemática de los riesgos potenciales del almacenamiento y distribución de hidrocarburos. Para tal efecto, la legislación nacional sobre el tema considera:

La Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del sector hidrocarburos, dicta:

Artículo 129.- Corresponde a la Agencia emitir la regulación y la normatividad aplicable en materia de seguridad industrial y operativa, así como de protección al medio ambiente en la industria de Hidrocarburos, a fin de promover, aprovechar y desarrollar de manera sustentable las actividades de la industria de Hidrocarburos.

La Agencia deberá aportar los elementos técnicos para el diseño y la definición de la política pública en materia energética, de protección al medio ambiente y recursos naturales, así como para la formulación de los programas sectoriales en la materia, que se relacionen con su objeto.

La misma Ley del sector hidrocarburos en su Capítulo III "Sistema de administración de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente dicta:

Artículo 5o.- La Agencia tendrá las siguientes atribuciones:

III. Regular, supervisar y sancionar en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, en relación con las actividades del Sector,



incluyendo las etapas de desmantelamiento y abandono de las instalaciones, así como de control integral de los residuos y las emisiones a la atmósfera.

IV. Regular a través de lineamientos, directrices, criterios u otras disposiciones administrativas de carácter general necesarias en las materias de su competencia y, en su caso, normas oficiales mexicanas, previa opinión de la Secretaría, en materia de protección al medio ambiente y de la Secretaría de Energía, la Comisión Nacional de Hidrocarburos y la Comisión Reguladora de Energía, en materia de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa.

V. Definir las medidas técnicas en el ámbito de su competencia, que deben ser incluidas en los protocolos para hacer frente a emergencias o situaciones de Riesgo Crítico o situaciones que puedan ocasionar un daño grave a las personas o a los bienes y al medio ambiente, cuando la magnitud del evento lo requiera y, en su caso, participar bajo la coordinación de las autoridades competentes para su aplicación.

VIII. Supervisar y vigilar el cumplimiento por parte de los Regulados de los ordenamientos legales, reglamentarios y demás normativa que resulten aplicables a las materias de su competencia.

Para ello, podrá realizar y ordenar certificaciones, auditorías y verificaciones, así como llevar a cabo visitas de inspección y supervisión.

Artículo 7o.- Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5o., serán los siguientes:

I. Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos; de carbonoductos; instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos; aprovechamientos forestales en selvas tropicales, y especies de difícil regeneración; así como obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, litorales o las zonas federales de las áreas antes mencionadas, en términos del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del Reglamento de la materia;

Artículo 12.- La Agencia establecerá las normas de carácter general para que los Regulados implementen Sistemas de Administración en las actividades que lleven a cabo. Los Sistemas de Administración a los que alude el párrafo anterior deberán prever los estándares, funciones, responsabilidades y encargados de la Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente.

Artículo 13.- Los Sistemas de Administración deben considerar todo el ciclo de vida de las instalaciones, incluyendo su abandono y desmantelamiento, de conformidad con lo que prevean las reglas de carácter general correspondientes y considerar como mínimo lo siguiente:

III. La identificación de riesgos, análisis, evaluación, medidas de prevención, monitoreo, mitigación y valuación de incidentes, accidentes, pérdidas esperadas en los distintos escenarios de riesgos, así como las consecuencias que los riesgos representan a la



población, medioambiente, a las instalaciones y edificaciones comprendidas dentro del perímetro de las instalaciones industriales y en las inmediaciones.

IV. La identificación e incorporación de las mejores prácticas y estándares a nivel nacional e internacional en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente.

V. El establecimiento de objetivos, metas e indicadores para evaluar el desempeño en Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, así como de la implementación del Sistema de Administración.

XIII. Los procedimientos para el registro, investigación y análisis de incidentes y accidentes.

Identificación de riesgos

La identificación de Riesgos en este estudio se realiza mediante un método de carácter interdisciplinario que suman el conjunto de medidas necesarias para evitar o disminuir los peligros derivados de la actividad, los cuales ocasionan percances y accidentes. La seguridad en la industria es una de las principales disciplinas de la prevención de riesgos y tiene como objetivo principal eliminar o disminuir el riesgo de que se produzcan los accidentes, responsabilidad que recae en la empresa. Una de las etapas fundamentales de esta disciplina corresponde a obtener una identificación primaria de los diferentes factores de riesgos existentes por parte de la actividad de forma de proceder con posterioridad a efectuar una evaluación de los peligros asociados, y de esta forma, orientar y priorizar las políticas y medidas de control a aplicar junto con el monitoreo de la exposición de estos riesgos en forma continua.

Metodología

La herramienta presentada en este documento se compone de dos etapas, las cuales se describen a continuación:

a) La primera etapa corresponde a la identificación de los factores de riesgo de seguridad en los ambientes de trabajo análogos, para posteriormente, asociar cada factor detectado con el riesgo consecuente.

b) La segunda etapa de la herramienta presenta una propuesta de cálculo para la valoración de la frecuencia de la posibilidad de ocurrencia de los riesgos existentes, basado en el método de un árbol de fallas.

Identificación de los Factores de Riesgo.

La primera parte contempla la identificación de los factores de riesgo existentes en el lugar, partiendo de los registros de sucesos en parques de almacenamiento de



hidrocarburos y en operaciones conjuntas sobre su recibo, manejo y salida del parque. De esta información será parte relevante el análisis de su nivel de incidencia.

Riesgos de la instalación

Almacenamiento y distribución de hidrocarburos

Los líquidos inflamables y combustibles derivados del petróleo son almacenados por lo general en tanques sobre tierra (a excepción de las estaciones de venta al público). Los tanques de almacenamiento se definen como cualquier recipiente de capacidad importante y sea diseñado para una instalación fija sin la intención de que en su interior se efectúen procesos diferentes a la intención de su provisión.

Los tanques más utilizados son los de almacenamiento atmosférico sobre tierra. Estos tanques pueden ser de diferentes tipos dependiendo de la sustancia almacenada. Para el almacenamiento del petróleo y la gasolina se utilizan tanques de techo flotante internos o externos, es decir, con techo fijo adicional, dependiendo de las condiciones climáticas donde se encuentre dicho tanque.

Los techos flotantes internos ayudan a disminuir la pérdida de combustible, para así reducir la emisión de vapores GEI. Estos tanques están equipados con instrumentos de medición del nivel, para el control de inventariado, y adicionalmente tendrán alarmas de alto nivel y sistemas de shutdown, sensores de temperatura, y otros dispositivos.

Manejo de gasolina

La gasolina está clasificada como un líquido inflamable clase 1A de acuerdo con la NFPA (National Fire Protection Association), razón por la cual debe tenerse especial cuidado en su manejo, ya que genera vapores desde una temperatura de -43°C , los cuales al mezclarse con aire en proporciones de 1.1 a 7.6% en volumen producen mezclas inflamable y explosiva. Adicionalmente, debido a que estos vapores generados tienen una densidad aproximadamente tres veces mayor que la del aire, tienden a depositarse en lugares bajos donde están localizadas normalmente las fuentes de ignición tales como interruptores de corriente eléctrica, tomas de corriente y puntos calientes tales como lámparas incandescentes, los cuales pueden producir incendios y explosiones.

Manejo de Diesel

El Diesel o Gasóleo es un hidrocarburo derivado del petróleo que se utiliza como combustible en los motores de combustión interna. Los principales componentes son hidrocarburos olefinicos, saturados y aromáticos provenientes de la destilación del petróleo. Puede contener hidrocarburos policíclicos aromáticos que, según estudios experimentales, son cancerígenos reconocidos para los animales. Contiene aditivos para mejorar las prestaciones del combustible. Es un líquido combustible e inflamable. Los vapores pueden desplazarse a fuentes de ignición y encenderse con retroceso de llama.



Puede inflamarse en superficies con temperaturas superiores a la de auto ignición. Este material es un acumulador de estática. Incluso con conexión y puesta a tierra adecuadas, este material aún puede acumular una carga electrostática. Si se acumula una cantidad de carga suficiente, puede producirse descarga electrostática e ignición de mezclas aire-vapor inflamable.

Manejo de Turbosina

La Turbosina es un combustible que se utiliza para que funcionen las turbinas de aviones y helicópteros, tiene un alto octanaje, mayor que el de las gasolinas. Es un derivado del petróleo es aceitoso e incoloro, suelen utilizarse en aviones turbo-hélice y en jets, es el combustible más usado en la aviación, es un combustible, que presenta volatilidad media, Está compuesto, principalmente, por hidrocarburos de diez a doce átomos de carbono. Existe un tipo de queroseno con un contenido máximo en hidrocarburos aromáticos del 22% en volumen, que se utiliza en aeronaves comerciales. La turbosina también puede usarse para cohetes y algunos motores diesel.

La característica principal de estos combustibles son sus aditivos: Los inhibidores reducen la corrosión y la oxidación en las piezas del motor y los aditivos anti-hielo previenen que el combustible se congele en los estanques o líneas de combustible.

El análisis de los riesgos del sistema requiere de una identificación proactiva de éstos, su evaluación y su disminución o prevención.

Los criterios de selección de la metodología para la identificación y jerarquización de riesgos dependen del alcance y la profundidad de identificación de éstos, ya que existen técnicas tan simples como ¿Qué pasa Sí?, Listas de verificación, índices de Dow o Mond, etc., que son aplicadas a procesos simples y dan buenos resultados de análisis con unos minutos de aplicación.

Otras metodologías más estructuradas y de aplicación a procesos más complejos pueden ser tales como el análisis de modos de fallo efecto y criticidad (FMECA), análisis de árbol de fallas o árbol de sucesos, LOPA, análisis de riesgo y operabilidad (HAZOP), etc., dado que los dos últimos consideran a los procesos desde su diseño, la construcción de la instalación, su operación y mantenimiento, son de las técnicas más utilizadas, ya que engloba todas las fases y todas las operaciones del campo motivo de análisis. Por lo anterior estas serán las metodologías para la identificación de riesgos a utilizar en el presente estudio.

La seguridad en el proceso y el control de pérdidas son las partes más importantes en la operación de cualquier compañía. En la industria química, petroquímica, de gas natural, gas licuado, etc., las técnicas HAZOP y LOPA son ampliamente utilizadas para la identificación y valoración de riesgos teniendo en cuenta que la mayoría de incidentes o problemas operacionales se presentan como resultado de desviaciones de las condiciones de proceso con respecto a las intenciones de diseño o con relación a los parámetros normales de operación de un proceso o negocio dado.



Estas técnicas de análisis están orientadas a revisar de manera sistemática y estructurada las condiciones de seguridad e integridad operacional de un proceso, a fin de establecer las causas y consecuencias de los riesgos, desviaciones o problemas operacionales que se pueden presentar e identificar las acciones que se deben implementar para reducir el riesgo o para mejorar las condiciones de seguridad del sistema o proceso o actividad evaluada.

Las técnicas HAZOP y LOPA son utilizadas para determinar con precisión las debilidades en cuanto al diseño y operación de una instalación que puedan generar una descarga accidental de un producto peligroso, un fuego o una explosión. Los resultados de estos estudios suministran a la organización información valiosa para la toma de decisiones en cuanto al manejo de riesgo o de seguridad de la operación de las instalaciones.

El registro de sucesos de accidentes de áreas de almacenamiento de hidrocarburos y sus análisis consecuentes, han permitido determinar una gran cantidad de causas y efectos de éstos a través de la técnica HAZOP, pudiendo establecer un conjunto de acciones preventivas que se han adoptado como requisitos indispensables en el diseño de estas instalaciones. Lo anterior conduce a utilizar un método de análisis de riesgo más integral que permite examinar a mayor profundidad las variables que se involucran en la constitución del riesgo.

Análisis HAZOP

El análisis de operación y riesgo HAZOP (Hazard and operability analysis), es el método más amplio y reconocido para realizar un análisis de riesgo en procesos industriales. El análisis HAZOP, es un estudio que identifica cada desviación concebible de un diseño, de una operación o de una afectación cualquiera y todas las posibles causas y consecuencias que pueden ocurrir en las condiciones más adversas para el proceso, siendo así nos sirve para identificar problemas de seguridad y mejorar la operabilidad de una instalación industrial. Es importante hacer notar que este análisis se concentra en la sistematización del análisis de causas de riesgo y su relación con las variables críticas del proceso, por lo que hace de este método un procedimiento enfocado a la operación y mantenimiento, que difícilmente enfoca el diseño.

El carácter sistemático del análisis se realiza con un examen basado en la aplicación sucesiva de una serie de palabras guía, “nodos”, que tienen por objeto proporcionar una estructura de razonamiento, capaz de facilitar la identificación de desviaciones ocasionadas por múltiples causas, para determinar la flexibilidad de las respuestas a afectaciones por errores humanos, fallas de materiales, causas externas a la red, etc. De la misma forma se efectúa el análisis para la parte operativa del proceso comprendiendo el control, el mantenimiento, la supervisión. Cada vez que una desviación razonable es identificada, se analizan sus causas, consecuencias y posibles acciones correctivas, plasmándose en un registro ordenado de los datos y resultados.

La mecánica propia del HAZOP es el determinar una variable del proceso, por ejemplo “flujo” y analizar el nodo bajo consideración. Entonces una serie de palabras guía son



combinadas con la variable “flujo” para crear desviaciones. Por ejemplo, la palabra guía “Desviación” es combinada con la variable “flujo” para dar la desviación “No flujo”, iniciando con la búsqueda de la causa que puede resultar en la peor consecuencia posible. Cada causa es registrada con su listado de consecuencias, derivándose de esto protecciones, controles o recomendaciones apropiadas a cada escenario. El proceso es repetido para la siguiente desviación hasta completar el nodo bajo estudio.

El HAZOP se concentra en la identificación de riesgos en la terminal de almacenamiento y distribución de hidrocarburos, así como en las posibles afectaciones externas.

La metodología aplicada se resume como sigue:

- División de la red en áreas.
- Descripción de la intención de diseño (operación normal, límites y condiciones de seguridad según diseño) de las diferentes secciones definidas.
- Postulación, a través de palabras guía, de desviaciones de la intención de diseño de cada tramo y sus componentes.
- Determinación de las causas y consecuencias posibles de las desviaciones postuladas.
- Determinación de las desviaciones significativas (aquellas cuyas consecuencias implican riesgos importantes y cuyas causas son creíbles, haciéndolas posibles).
- Evaluación de las defensas existentes contra tales desviaciones (Prevención de las causas de las desviaciones, mitigación de sus consecuencias).
- Proposición de mejoras de diseño, procedimientos, programas y capacitación del personal, para la prevención de las desviaciones y la mitigación de sus consecuencias.

Las palabras guía utilizadas para un estudio son:

- Desviación, Consecuencia, Causa probable, Severidad, Nivel de riesgo y Medios de protección.

Las variables consideradas en el desarrollo del HAZOP son:

- No flujo, Más flujo, Menos flujo, Flujo inverso, Más presión, Menos presión, Más temperatura, Menos temperatura, Corrosión, Mantenimiento y Seguridad.

El estudio contempla los riesgos en sus operaciones básicas tanto a las instalaciones interiores como a posibles receptores de impactos en el exterior.

La selección de nodos a considerar en el proyecto se realiza a través de:

Una selección de las principales causas primarias que han originado los accidentes en instalaciones similares y que han sido objeto de diversos estudios a nivel mundial.



La conclusión de este tipo de estudio se identifica en el hecho de que un HAZOP, culmina ofreciendo recomendaciones sin permitir una evaluación de sus aplicaciones. Por tal razón se decide en este estudio examinar otro tipo de análisis que permita evaluar el nivel de riesgo final, aplicando acciones de incremento hacia la seguridad.

Análisis LOPA

El término LOPA por sus siglas en inglés (Layer of Protection Analysis) es una herramienta para el estudio y la administración de riesgos en procesos con riesgo.

Es un método para la evaluación de la efectividad de las capas de protección independientes para la reducción de la probabilidad de un evento no deseable. Provee una base consistente para juzgar si se cuentan con suficientes capas de protección para controlar el riesgo generado por un accidente en un escenario determinado, si el riesgo estimado no es aceptable capas adicionales deberán ser adicionadas.

El LOPA no sugiere que se deban adicionar capas de protección independientes (Independent Protection Layers, IPLs, por sus siglas en inglés), ni qué diseño se deba seleccionar, pero provee herramientas para evaluarlos y mitigar los riesgos. Proporciona herramientas simplificadas para valorar las capas de protección en un escenario dado.

El LOPA es un método Semi-Cuantitativo y fue introducido por primera vez en 1993, en el libro *Guidelines for Safe Automation of Chemical Processes*, publicado por Center of Chemical Process Safety (CCPS).

Los trabajos previos que fueron dando origen a esta herramienta fueron:

Dowell, 1997; 1998; 1999; Bridges and Williams, 1997; Fuller and Marszal, 1999; Lorenzo and Bridges, 1997; Ewbank and York, 1997; Huff and Montgomery, 1997). Como resultado de los escritos y las discusiones sobre el tema, entre el CCPS (Center for Chemical Process Safety) y el International Conference and Workshop on Risk Analysis in Process Safety, en octubre de 1997 en la ciudad de Atlanta, Georgia, se obtuvieron los puntos a desarrollar para LOPA.

Como en otros métodos de análisis de riesgos, el propósito inicial es determinar si se tienen las suficientes capas de seguridad para hacer frente a un escenario de accidente, es decir, si el riesgo puede ser tolerado.

LOPA es un método que puede ser aplicado para una planta existente o para una ingeniería de detalle por un equipo técnico, para determinar el SIL de una SIS.

SIL (Safety Integrity Level), es la probabilidad, de que un sistema relacionado con la Seguridad ejecute de forma satisfactoria, las funciones de seguridad requeridas en todas las condiciones especificadas en un periodo de tiempo señalado.



SIS (Safety Instrumented System), es un sistema instrumentado de seguridad usado para la implementación lógica de una o más funciones instrumentadas de seguridad. Un SIS está compuesto de cualquier combinación de sensores, procesadores lógicos y elementos o actuadores finales.

El método parte del establecimiento del nivel de riesgo tolerable aceptado por la organización, el cual está basado en la normatividad o requerimientos específicos de la empresa que determinará el nivel SIL Objetivo. Existen tres criterios para el establecimiento del nivel de riesgo tolerable, 1) Riesgo Individual, 2) Riesgo Social y 3) Riesgo Corporativo. Básicamente el riesgo tolerable es el número de veces que una Función Instrumentada de Seguridad (SIS) puede fallar, también puede definirse como el número de veces por año que una consecuencia no deseada ocurre en el proceso. Generalmente se obtienen estos valores de tablas o matrices que muestran la frecuencia de un evento y sus consecuencias.

Es común encontrar diferentes matrices dependiendo del país, compañía, tipo de industria o criterios corporativos, la determinación del nivel de riesgo tolerable y varían directamente por la localización del proceso, la interacción con ciudades y los materiales y productos que se involucren. En México no existe una legislación ni un criterio corporativo que fije los riesgos tolerables para las empresas públicas y privadas, generalmente son utilizados criterios establecidos en normas o compañías extranjeras.

La norma de referencia NRF-045-PEMEX-2002 “Determinación del nivel de integridad de seguridad de los sistemas instrumentados de seguridad”, daba los siguientes valores sobre la determinación de la frecuencia máxima permitida (frecuencia objetivo) para eventos con consecuencias determinadas. Nota: La norma vigente NRF-045-PEMEX-2012, ya no contiene esta información.

Nivel de impacto del evento	Consecuencia	Frecuencia objetivo por año
Menor	Impacto inicialmente limitado a un área local del evento con un potencial para una consecuencia más amplia si no se toman acciones correctivas. Fugas dentro de barreras de contención cuyas consecuencias al ambiente son conocidas (ruido, olores e impacto visual detectable, derrame externo controlable en un día)	1.0×10^{-3}
Serio	Es aquella consecuencia que podría causar cualquier lesión o fatalidad seria en el sitio o fuera de él, o bien, daño a la propiedad de \$ 1 MM en el sitio y de \$ 5 MM fuera de él. Fugas fuera de los límites sin efectos adversos (el derrame externo se puede controlar en pocos días)	1.0×10^{-4}
Catastrófico	Es aquella consecuencia que es 5 o más veces severas que un accidente SERIO. Fuga fuera de los límites de contención con efectos adversos (derrame no controlable en pocos días)	1.0×10^{-6}

Tabla 20 Valores sobre la determinación de la frecuencia máxima permitida en la NRF-045-PEMEX 2002

A modo de comparación con otros países, los valores de SIL para riesgo tolerable son los siguientes:



Riesgo Tolerable:

1×10^{-3} Personas heridas por año
 1×10^{-4} Accidentes fatales al año
 1×10^{-6} Eventos no deseados por año

RIESGO	REINO UNIDO	HONG KONG	HOLANDA	AUSTRALIA
	Fatalidades/año			
Individual al Trabajador (mín)	10-5	No Usado	No Usado	No Usado
Al Público (mín)	10-6	No Usado	10-8	No Usado

Los Niveles de riesgo de autoridades fiscalizadoras internacionales han definido criterios para los niveles aceptables de riesgo tanto en los Países Bajos como en el Reino Unido.

Los Países Bajos han determinado el nivel aceptable de riesgo para un individuo si la fatalidad se da en 10^{-6} (una oportunidad en un millón) por año (Plan de Política Ambiental Nacional Holandés de 1990).

El riesgo insignificante está definido en un nivel de 10^{-8} por año. Por lo tanto, las exigencias en relación a una instalación que almacene y distribuya hidrocarburos, deben asegurar que los niveles de riesgo fluctúen entre 10^{-6} y 10^{-8} anual, pudiendo adoptar estos valores como valores objetivo.

En el Reino Unido los niveles de riesgo han sido estudiados por el Grupo de Estudios de la Real Sociedad de UK, (The Royal Society, 1983) y sus recomendaciones fueron adoptadas en el país como pautas de planificación del uso de la tierra adyacente a sectores industriales de alto riesgo (Comisión de Seguridad y Salud del Reino Unido, 1989). Se adoptaron exigencias similares para las instalaciones cercanas a los sistemas de transporte por tuberías (Carter Jonas, 1989).

En cuanto a valores superiores de riesgo, se identificaron tres niveles:

- 10^{-5} posibilidades al año de recibir una dosis peligrosa de radiación térmica o de presión en el caso de proyectos pequeños.
- 10^{-6} posibilidades al año de recibir una dosis peligrosa en el caso de proyectos medianos y grandes.
- $0,3 \times 10^{-6}$ posibilidades al año, un nivel en el que el riesgo se considera sin importancia y que no se debería exceder donde existan instalaciones sensibles como colegios, hospitales, asilos de ancianos, etc.

Mientras los niveles holandeses se refieren al riesgo de muerte, los niveles del Reino Unido se refieren al riesgo de dosis peligrosa. Una dosis peligrosa producirá una seria desgracia a todas las personas comprometidas, requiere de tratamiento médico para una parte considerable de los afectados, algunas personas requerirán un tratamiento prolongado, y las personas más sensibles pueden morir.



Una vez que ha sido determinado el nivel de riesgo aceptable, se debe usar una metodología para determinar el nivel de riesgo asociado a una actividad en particular.

La información anterior sobre el establecimiento de los valores de riesgos aceptables e inaceptables, permite conseguir una ubicación previa entre la frecuencia de eventos y la categoría de sus posibles consecuencias, pero no permite asentar valores con mayor objetividad; es por eso que es valedero emplear los criterios de la guía internacional IEC 61508, que es una norma internacional publicada por la Comisión Electrotécnica Internacional de normas aplicadas en la industria.

La norma IEC 61508 sobre la seguridad funcional de seguridad eléctrica / electrónica / programable de sistemas, exige que se lleve a cabo una evaluación del riesgo y de las consecuencias y se deberá evaluar, o se estimará, para cada evento peligroso determinado. La norma aconseja que se puedan utilizar técnicas cualitativas o cuantitativas de análisis de riesgo y ofrece orientación sobre una serie de enfoques. Uno de ellos, para el análisis cualitativo de los peligros, es un marco basado en 6 categorías de probabilidad de ocurrencia y 4 de consecuencia.

Categoría	Definición	Rango (Fallas por año)
Frecuente	Muchas veces en la vida del sistema	$>10^{-3}$
Probable	Varias veces en la vida del sistema	10^{-3} a 10^{-4}
Ocasional	Una vez en la vida del sistema	10^{-4} a 10^{-5}
Remoto	Improbable en la vida del sistema	10^{-5} a 10^{-6}
Improbable	Muy improbable en la vida del sistema	10^{-6} a 10^{-7}
Increíble	No es creíble que pueda ocurrir	$<10^{-7}$

Tabla 21. Categorías de probabilidad de ocurrencia

Categoría	Definición
Catastrófica	Múltiples pérdidas de vida
Critica	Pérdida de una vida
Marginal	Lesiones serias a una o más personas
Despreciable	Lesiones menores para el peor escenario

Tabla 22. Categorías de las consecuencias

La combinación de las tablas lleva a la obtención de la siguiente matriz de riesgo:

Probabilidad	Consecuencia			
	Catastrófica	Critica	Marginal	Despreciable
Frecuente	I	I	I	II
Probable	I	I	II	III
Ocasional	I	II	III	III
Remoto	II	III	III	IV
Improbable	III	III	IV	IV
Increíble	IV	IV	IV	IV

Tabla 23. Matriz de Clasificación del riesgo de acuerdo a IEC 61508



Donde:

Clase I: Inaceptable en cualquier circunstancia

Clase II: Indeseable. Tolerable sólo si la reducción del riesgo es impracticable o si los costos son desproporcionados con la mejora obtenida

Clase III: Tolerable si el costo de la reducción del riesgo supera la mejora

Clase IV: Aceptable tal como está, aunque puede que tenga que ser monitoreado

La misma norma IEC 61508 proporciona los niveles de integridad de seguridad (Safety Integrity Level SIL), y propone un objetivo SIL a alcanzar en relación con el desarrollo de un proceso o sistema. Una evaluación de riesgos produce un objetivo SIL, que se convierte así en un requisito para el proyecto final. El objetivo SIL, advierte si la validación realizada al sistema señala que el sistema final requiere un nuevo SIL.

El significado del SIL varía dependiendo de que el sistema funcional esté expuesto a niveles altos o bajos de demanda:

Para sistemas que funcionan continuamente (modo continuo) representan la alta demanda y el SIL especificará una frecuencia permisible de fallo peligroso.

Para los sistemas que funcionan intermitentemente y como máximo una vez al año (modo de baja demanda), el SIL especifica una probabilidad permisible de que el sistema falle en esa demanda.

SIL	Baja demanda: Probabilidad de falla contra demanda	Alta Demanda o modo continuo Probabilidad de falla peligrosa por hora
1	$\geq 10^{-2}$ a $< 10^{-1}$	$\geq 10^{-6}$ a $< 10^{-5}$
2	$\geq 10^{-3}$ a $< 10^{-2}$	$\geq 10^{-7}$ a $< 10^{-6}$
3	$\geq 10^{-4}$ a $< 10^{-3}$	$\geq 10^{-8}$ a $< 10^{-7}$
4	$\geq 10^{-5}$ a $< 10^{-4}$	$\geq 10^{-9}$ a $< 10^{-8}$

Tabla 24. Valoración del SIL contra Alta y Baja demanda de acuerdo a IEC 61508

Lo anterior se ha diseñado para aplicación en elementos sistemas de seguridad de la industria eléctrica y electrónica y para referir criterios similares a la industria de procesos industriales, se deberán de tomar criterios diferentes.

Los niveles SIL en la industria de los procesos comúnmente usados son:



SIL	RRF (Risk Reduction Factor)	PFDavg (1 / RRF)	Safety Availability (1 – PFDavg)
1	10 to 100	10^{-1} to 10^{-2}	90-99%
2	100 to 1,000	10^{-2} to 10^{-3}	99-99.9%
3	1,000 to 10,000	10^{-3} to 10^{-4}	99.9-99.99%
4	10,000 to 100,000	10^{-4} to 10^{-5}	99.99-99.999%

Tabla 25. Niveles SIL en la industria de proceso

Fuente: Congreso de seguridad y salud en el trabajo ACHS

Podemos concluir que un SIL (Safety Integrity Level) es un análisis para la integridad de la seguridad de un proceso y se basa en el término de riesgo aceptable, y hace que un riesgo se cubra con diferentes salvaguardas y que a las funciones instrumentadas de seguridad se les asigne un nivel de fiabilidad o Nivel SIL.

- ✓ El SIL se rige por normativa internacional de no obligado cumplimiento (IEC-61508/61511, ANSI-ISA 84.00).
- ✓ El nivel del SIL se puede determinar por matrices de riesgo, gráficas de riesgo y análisis LOPA.
- ✓ El nivel SIL no identifica riesgos, solo los evalúa.
- ✓ Contempla toda la vida de una función instrumentada de seguridad (diseño, implementación, mantenimiento, etc.)

Información requerida por LOPA

La relación entre los datos requeridos para el LOPA y los datos desarrollados durante el estudio HAZOP se presenta en la siguiente figura:



Información requerida para la LOPA	Información desarrollada en el HAZOP
Impacto de los eventos	Consecuencias
Nivel de severidad	Severidad de las consecuencias
Evento iniciante	Causa
Probabilidad del evento iniciante	Frecuencia de la causa
Capas de protección	Salvaguardas existentes
Requerimientos de mitigación adicional	Recomendaciones de nuevas salvaguardas

Tabla 26. datos requeridos para el LOPA y los datos desarrollados durante el estudio HAZOP

Las Capas de Protección

Cualquier instalación debe ser segura desde su concepción y cada modificación que esta sufra, deberá considerarse en el diseño del proceso la eliminación de riesgos de forma inherente.

Los sistemas básicos de control de proceso son el primer nivel de protección, los cuales deberán mantener el proceso en los niveles de operación de diseño. Como ejemplo se pueden citar los dispositivos de alarma por alto nivel, alta presión, etc., con todos aquellos instrumentos que, de forma automatizada, mantienen dentro de rango el proceso. El principal enemigo de estos sistemas es el error humano, cuando se inhiben, cuando no se les da el mantenimiento, cuando se estropean y no se remplazan y cuando no se da aviso de la falta de calibración.

Las alarmas críticas de proceso son el segundo nivel de protección durante la operación, las alarmas son activadas por señales que emiten los sistemas básicos de control de proceso; para que éstos puedan brindar la protección esperada, tienen que ser acompañados por la acción de equipos auxiliares para mitigar el efecto, es decir, que en caso por ejemplo de alto nivel, las válvulas de corte entrarán en operación para evitar el derrame de algún hidrocarburo. Para completar esta capa hace falta la presencia del operador, es muy común que para restablecer un equipo que alarmó y actuó, se requiera que el operador vaya al sitio a restablecer. Esto obliga al personal a salir de un cuarto de control para ver qué fue lo que sucedió. Como complemento están los procedimientos para operar y para restablecer los sistemas.

En caso de que el proceso llegue a niveles extremos, la función instrumentada de seguridad llevará al proceso a un estado seguro. Estos sistemas son independientes de los sistemas básicos de control de proceso, lo conforman equipos y sistemas independientes, que muy a menudo son redundantes en dos o en tres fases. Un ejemplo es el sistema de paro por emergencia que lleva ala instalación a un estado seguro con el cierre de las entradas y salidas, y que además realiza tareas adicionales en el proceso que demandan la normalidad del proceso.



Los equipos y sistemas de protección pasiva son también independientes de otras capas y dan una protección adicional. Son capaces de actuar para mitigar fuego, gas tóxico o combustible, entre otros, y mitigan tempranamente las consecuencias de eventos repentinos. En la mayoría de los casos actúan antes de que el operador se dé cuenta. Típicamente son diques, muros contra incendio, sistemas de drenajes, sistemas contra incendio, detección de gas, supresión de fuego, etc.

Cuando todos los anteriores dispositivos fallan, se debe contar con un plan de respuestas a emergencias, en el cual se deberán considerar los sistemas de protección pasiva para que sean actuados por los brigadistas de forma manual, y así, hasta la evacuación de la planta. Contempla los escenarios y las formas en que se deberá actuar para preservar la vida y la integridad de las personas que se encuentran dentro de una instalación.

Por último, si el centro de trabajo se encuentra aledaño a una comunidad se deberán involucrar las personas ajenas a la planta dentro del plan de respuesta comunitaria a emergencias, si es que el siniestro sale de control.

Cada capa de protección consiste de un grupo de equipos y/o controles administrativos que funcionan en conjunto con otras capas.

Las capas de protección que ejecutan su función con un alto grado de confiabilidad pueden calificar como capas independientes de protección.

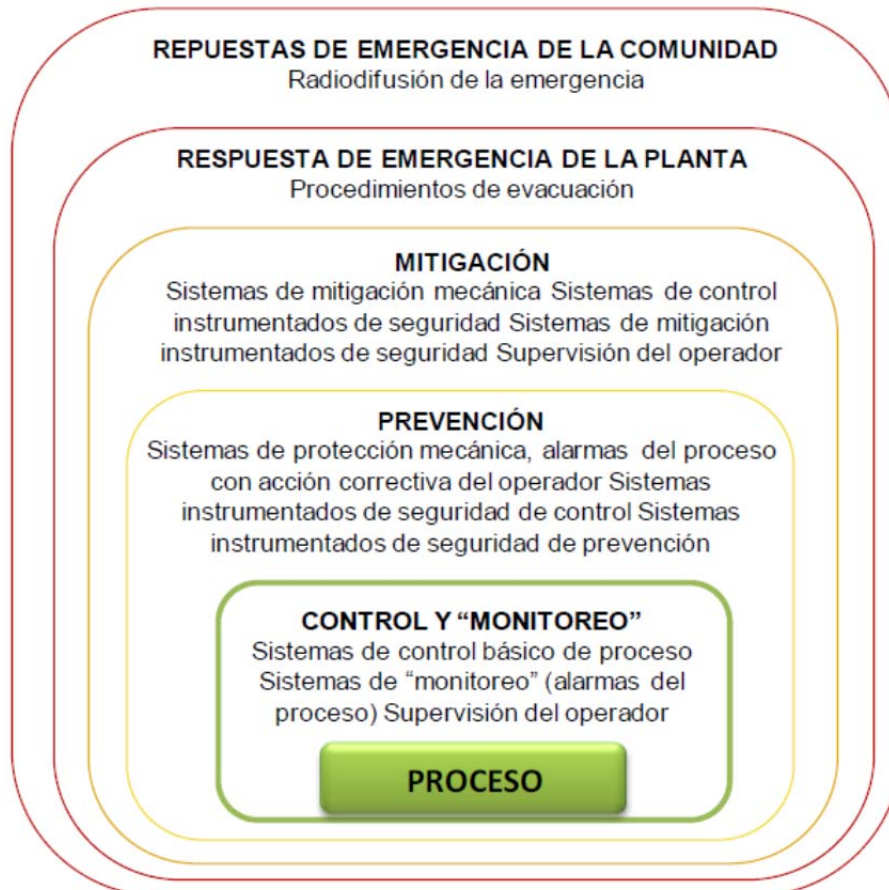


Fig 65. Esquema típico de capas de protección en un proceso

Fuente: Jornadas Técnicas 2011. Asociación de Ingenieros Petroleros de México. A. C.

Por lo tanto, el SIL es simplemente un factor de reducción del riesgo que aplica a un peligro determinado y es necesario conocer:

El riesgo asociado al peligro, la reducción del riesgo por otras medidas (no instrumentadas) y el riesgo tolerable u "objetivo".

Para que las medidas de seguridad o salvaguardas alcancen a ser capas independientes de protección pueden citarse las siguientes:

- Pertenecer al sistema de control de proceso
- Alarmas y acciones de operarios
- Barreras de contención
- Barreras activas:
 - ✓ eventos de seguridad,
 - ✓ sensores de mezclas inflamables
 - ✓ sprinklers, cortinas de agua, diluvio...
- Puede que no todas estas capas sean capas de protección independientes



(Toda capa independiente de protección es salvaguarda en un Hazop, pero no toda salvaguarda del Hazop es capa independiente de protección).

Para que una salvaguarda sea capa independiente de protección, debe cumplir:

- Ser específica, diseñada para evitar o atenuar las consecuencias de un evento potencialmente peligroso.
- Ser independiente del evento iniciador y del resto de las capas independientes de protección
- Ser efectivas, previniendo las consecuencias para las que ha sido diseñada
- Auditables

Análisis de Capas de Protección LOPA

Como se ha mencionado, LOPA es una herramienta semicuantitativa para analizar y evaluar el riesgo. Es decir, es una forma simplificada de evaluar el riesgo, que se construye típicamente sobre la información desarrollada durante una evaluación cualitativa del peligro o también puede ser utilizado para analizar escenarios que se originan de cualquier fuente, incluyendo análisis de una opción de diseño e investigación de incidentes.

Para desarrollar los escenarios mediante LOPA, se debe establecer tan solo un par evento iniciante – consecuencia, y se realiza la estimación de esta consecuencia, generalmente por juicios cualitativos de personas con la suficiente experiencia en el tema o por medio de simuladores que proporcionen radios de afectación. Luego se evalúa si las salvaguardas presentes pueden ser consideradas como Capas Independientes de Protección (IPLs).

Dado que, una salvaguarda es cualquier dispositivo, sistema, o acción que podría llegar a interrumpir la cadena de eventos seguidos a un evento iniciante, éstas pueden ser consideradas como IPLs sí y solo sí, cumplen con determinados requisitos tales como, efectividad en prevenir la consecuencia, respecto al diseño y detección de la condición ante la que se requiere actuar, independencia del evento iniciante u otra IPL, y auditoría, en lo concerniente al mantenimiento y funcionalidad de las mismas. Con base en estas condiciones se puede determinar la frecuencia del escenario para finalmente estimar y evaluar el riesgo.

De esta manera, LOPA proporciona una base consecuente para juzgar si hay suficiente IPLs, para controlar el riesgo de un accidente para un escenario dado. Si el riesgo estimado de un escenario no es aceptable, se pueden agregar IPLs adicionales.

Metodología para la evaluación del riesgo mediante LOPA

La metodología utilizada en este estudio para la estimación y evaluación del riesgo de incendio y explosión del almacenamiento de hidrocarburos en una terminal de tanques, por capas de protección sigue los pasos de la siguiente figura:

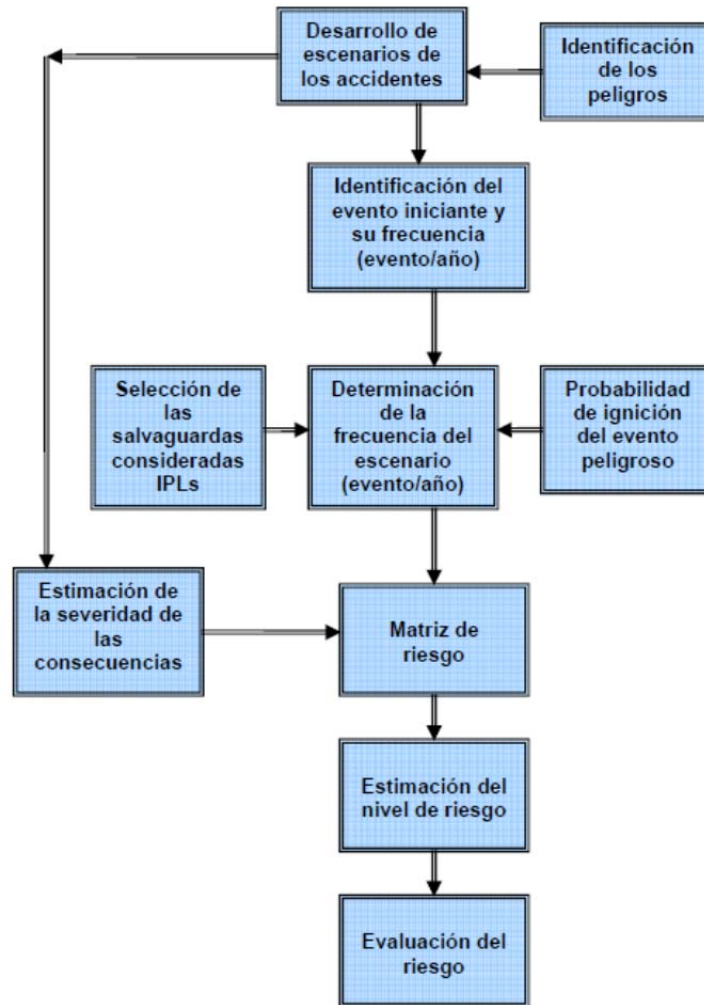


Fig 66. Metodología utilizada para evaluar el riesgo mediante LOPA

IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

La identificación de los peligros se efectúa mediante un análisis simple de eventos sucedidos en la industria que han ocasionado siniestros en el mundo. Las fuentes de información utilizadas fueron:

- ❖ U.S. Chemical safety and hazard investigation board en su informe No. 2003-15-D

Una amplia gama de equipos de proceso incluyendo recipientes de reacción, tanques de almacenamiento, equipos de separación y equipos de transferencia. El equipo de almacenamiento y proceso (excluyendo los reactores de reacción química) representa



más del 65 por ciento del equipo involucrado; los equipos en buques representan sólo el 25 por ciento.

❖ Análisis histórico de accidentes y explosiones

Las bases de datos de accidentes industriales más conocidas que pueden ser consultados son: MHIDAS, FACTS, SONATA y MARS, que se nutren de diferentes fuentes de información, principalmente extraídas de revistas especializadas. Para realizar el análisis histórico se eligió la base de datos MHIDAS. Esta elección ha estado fundamentada en que los contenidos en dicha base de datos son más completos que en las otras, lo que permite una rápida consulta en la fase inicial del análisis.

La Base de Datos MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service) ha sido desarrollada y gestionada por el SRD (Safety and Reliability Directorate) que pertenece al AEA Technology Inc., en representación del Major Hazards Assessment Unit del United Kingdom Health and Safety Executive. El sistema, que en la actualidad recoge más de 11.000 registros de accidentes (versión Octubre 2003).

Las consultas sobre estas fuentes de información expresan que los principales riesgos en un parque de almacenamiento y distribución de gasolinas, cae en fugas en los tanques, en líneas de proceso y en el proceso de transferencia, siendo originadas éstas por sobrellenado, falla mecánica, fallas humanas y fallas en instrumentación.

EVENTO INICIANTE Y SU FRECUENCIA

Para poder responder esta incógnita es necesario remitirse a las estadísticas de registros de siniestros ocurridos en el tiempo en donde se hayan identificado estos dos elementos. La tendencia o sesgo que manifiestan la ocurrencia de accidentes permite la ubicación de una frecuencia.

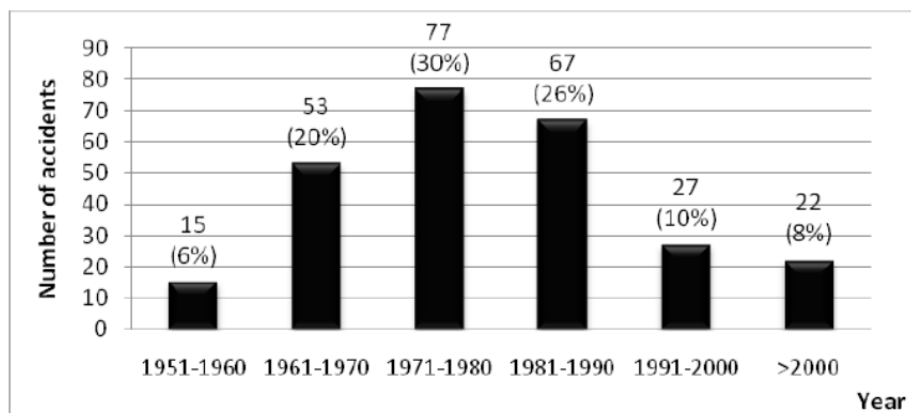


Fig 67. Distribución de incidentes en el tiempo (1950 a 2000) en MHIDAS

Fuente: (Oggero et al., 2006, Darbra et al., 2004)



La tendencia observada en este gráfico se debe a diferentes factores: por un lado, el acceso a la información sobre los accidentes ha mejorado gradualmente a lo largo del tiempo; por otra parte, la industria química ha sufrido una expansión continua: un proceso cada vez más amplio de plantas y áreas de almacenamiento. El pico de accidentes se alcanza en los años 70, donde tanto el mejor acceso a los datos de incidentes y la gran expansión de las plantas químicas, situación problemática del efecto dominó. Más tarde, en las dos últimas décadas, la mejora en la seguridad, el desarrollo de técnicas de análisis de riesgos y el de directivas y reglamentos más restrictivos condujo a una disminución del número de accidentes con este fenómeno.

Los accidentes se han dividido en tres categorías según el lugar donde ocurrió:

1. Unión Europea (24%) (Los accidentes ocurrieron en países que forman parte de la UE)
2. Estados Unidos, Canadá, Australia, Japón, Nueva Zelanda, Noruega (57%).
3. Resto del mundo (19%).

Más del 80% de los accidentes ocurrieron en los países más desarrollados. Debido a la masiva presencia de enormes plantas y consecuentemente un transporte y almacenaje importante entre estos países, explica la cantidad de los resultados.

Principales causas

Con referencia a las causas más frecuentes en un accidente de dominó, los eventos externos y mecánicos han sido más del 61%. El error humano es la causa de 21% de los accidentes ocurridos. Los eventos externos son algo impredecibles, pero la significativa cifra de los errores humanos sugiere que la formación de profesionales debe ser mejorada.

Number of events	Cause	Frequency
82	External events	31%
78	Mechanical failure	30%
54	Human factor	21%
46	Impact failure	18%

Fig 68. Causas generales de los accidentes

Fuente: MHIDAS, 2007. Major Hazard Incident Data Service, OHS_ROM, Reference Manual

Origen de la causa

La base de datos utilizada considera diferentes categorías para designar el lugar u origen del accidente. Como se puede ver en la siguiente figura, el área más crítica es Almacenamiento (37%), seguido por Proceso (27%) y Transporte (19%).

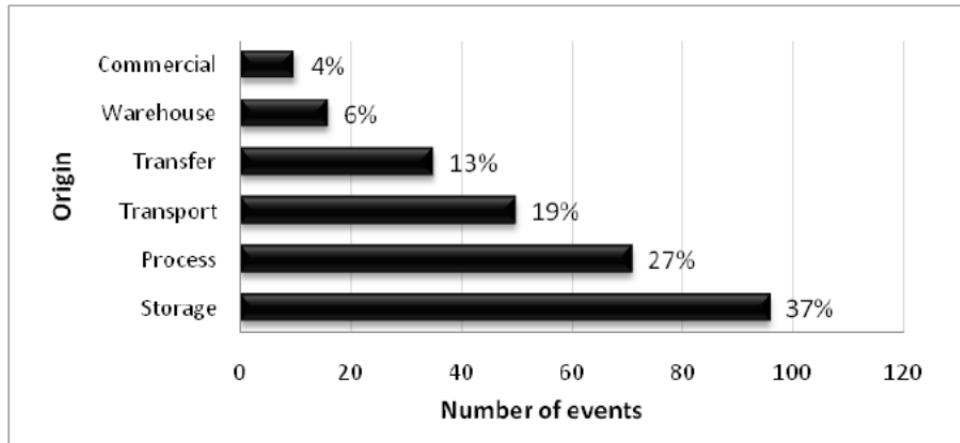


Fig 69. Origen de los accidentes

Fuente: MHIDAS, 2007. Major Hazard Incident Data Service, OHS_ROM, Reference Manual

Como puede observarse las actividades en la terminal de almacenamiento y reparto de hidrocarburos, el almacenamiento, el transporte (recibo y entrega) y el proceso de transferencia (carga de auto tanques), suman el 69% (37%+19%+13%) del origen de la causa de un siniestro.

Es importante poner especial atención a la seguridad en las áreas de almacenamiento, transporte y transferencia, ya que son los factibles iniciadores de un efecto dominó (operación de transferencia: carga/descarga de autos y carros tanques), son significativamente peligrosos, ya que originan más del 65% de los accidentes, ya que generalmente están ubicados cerca uno del otro.

Una vez analizados los orígenes de las causas principales de los accidentes industriales en parques de almacenamiento, es fácil prever que la fase de almacenamiento, el proceso de carga y descarga de los hidrocarburos y su transferencia serán los elementos iniciadores que considerar en este estudio.

De la información anterior, sustentada en base de datos reconocidas por su dimensión y suficiencia de investigación, podemos afirmar que los eventos iniciantes en un parque de almacenamiento y distribución de hidrocarburos, obedecen a sucesos relacionados con los elementos fundamentales de la instalación, conformada por tanques, tuberías y bombas y si relacionamos estos componentes con las actividades sustanciales: recibo, almacenamiento y salida, podemos articular los peligros esenciales a surgir.

De acuerdo con MHIDAS, el almacenamiento es el principal origen de eventos de riesgo y aunque parezca insólito el sobrecupo es la causa primordial, seguida de deterioros en los recipientes.

En segundo lugar, sobre esta misma fuente de encuesta está el proceso, lo que se refiere al recibo y la salida de productos.



Ambas actividades suman el 64% de los orígenes de accidentes.

No es complejo dilucidar que los escenarios que son obligados a considerar en un estudio de riesgo para un parque de almacenamiento que recibe, almacena y distribuye hidrocarburos, podrán ser:

- Derrame de un tanque
- Daño de un tanque
- Siniestro de una tubería o una bomba en el recibo
- Percance de un tubo en la entrada o salida de un tanque
- Estrago en la carga de equipos de salida de producto

DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DEL EVENTO INICIANTE

Partiendo de los escenarios dados como más factibles y de acuerdo con nuestra metodología aplicada de identificación del riesgo, se deberá de estimar un valor de probabilidad de ocurrencia que lleve a clasificar su incidencia, dado que eventos con probabilidades de remotas o inadmisibles no deberán de ser consideradas. Para lo cual se generarán árboles de falla.

La frecuencia de un evento es un proceso que no aplica para utilizar estadísticas o patrones de comportamiento, ya que ésta obedece a componentes diferentes y está influenciada por elementos singulares. El método más objetivo e imparcial es a través de un razonamiento lógico que asocie eventos autónomos contra supeditados o dependientes, como el FTA.

El método de análisis del "Árbol de Fallas" (FTA: Fault Tree Analysis) fue concebido y utilizado por vez primera en 1962, por H. A. Watson, de Bell Telephone Laboratories, en relación con un contrato de Air Force para evaluar las condiciones de seguridad de los sistemas de tiro de los misiles ICBM Minuteman.

A partir de ese momento, esta técnica de análisis de riesgos ha sido profusamente utilizada y perfeccionada por parte de instalaciones nucleares, aeronáuticas y espaciales, extendiéndose después su empleo para la evaluación de riesgos a las industrias electrónica, química, petroquímica, etc.

Se trata de un método deductivo de análisis que parte de la previa selección de un "suceso no deseado o evento que se pretende evitar", sea éste un accidente de gran magnitud (explosión, fuga, derrame, etc.) o sea un suceso de menor importancia (fallo de un sistema de cierre, etc.), para averiguar en ambos casos los orígenes de los mismos.

Seguidamente, de manera sistemática y lógica se representan las combinaciones de las situaciones que pueden dar lugar a la producción del "evento a evitar", conformando niveles sucesivos de tal manera que cada suceso esté generado a partir de sucesos del nivel inferior, siendo el nexo de unión entre niveles la existencia de "operadores o puertas lógicas". El árbol se desarrolla en sus distintas ramas hasta alcanzar una serie de

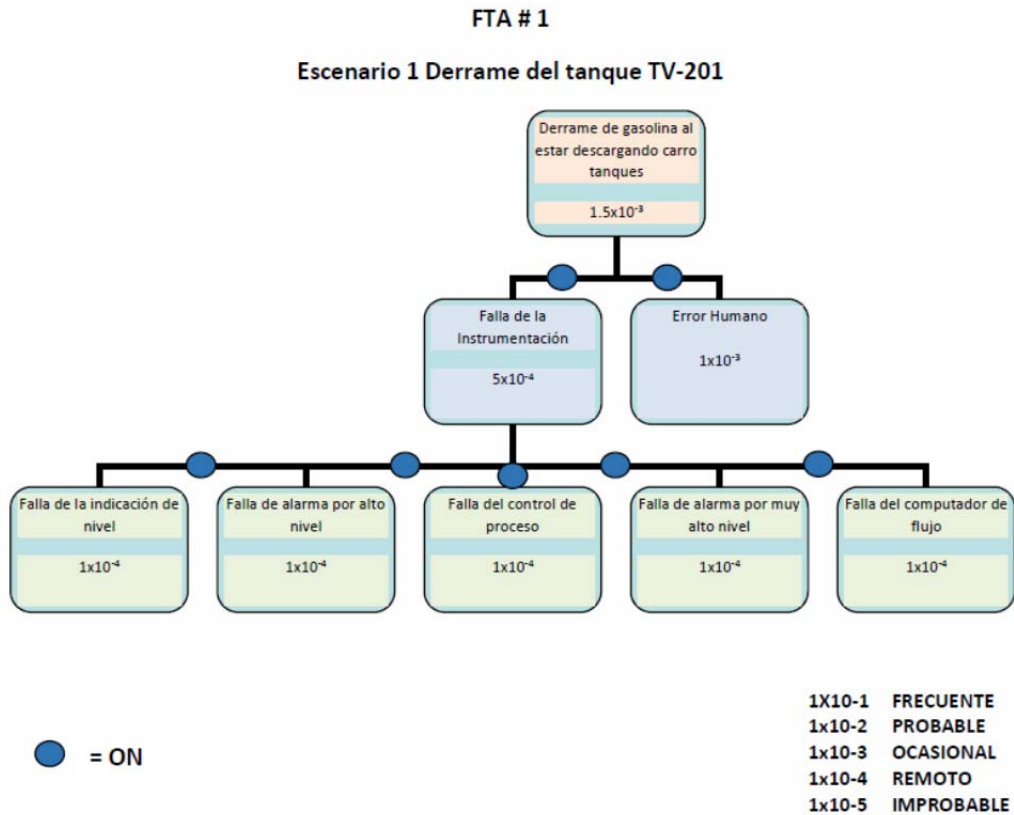


"sucesos básicos", denominados así porque no precisan de otros anteriores a ellos para ser explicados. También alguna rama puede terminar por alcanzar un "suceso no desarrollado" en otros, sea por falta de información o por la poca utilidad de analizar las causas que lo producen.

Para el presente estudio se realiza un árbol de fallo para cada evento determinado como iniciador primario, buscando establecer el valor más acertado de probabilidad de ocurrencia.

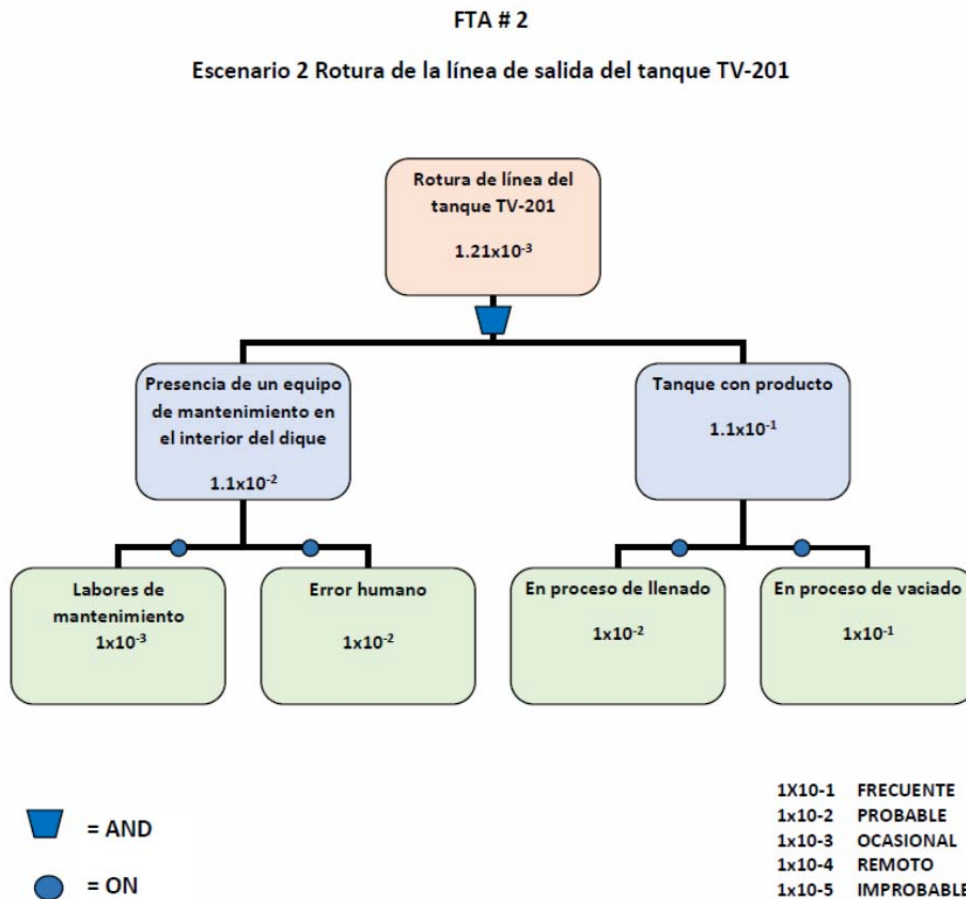


EVENTO No. 1 Sobrellenado de un tanque de almacenamiento durante la descarga de carros tanque, coincidiendo la falla de instrumentación, el yerro del sistema de control y el error humano, obteniendo un valor en el desarrollo del análisis de 2.31×10^{-3} , valor que incide en el rango de un suceso ocasional.



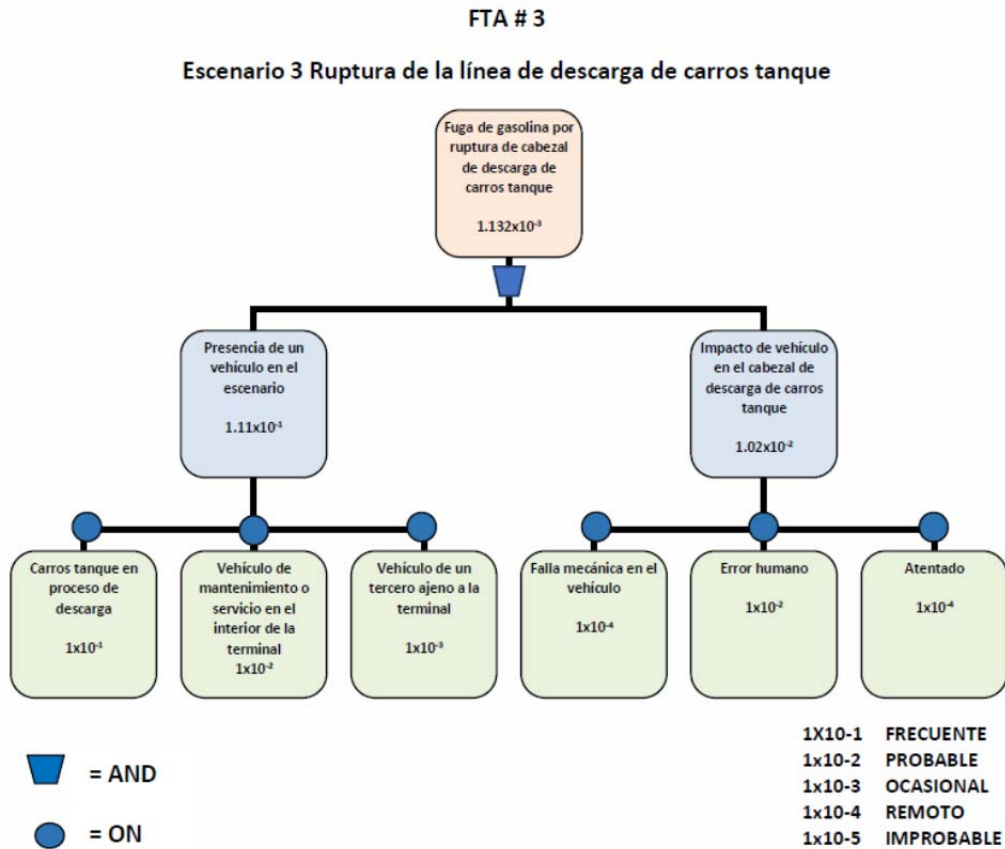


EVENTO No. 2 Sobre la ruptura de una tubería de salida de un tanque, en donde se consideró que el incidente inicial es debido a la maniobra de un equipo operando dentro del dique de contención en labores de mantenimiento y relacionando el error humano, obteniendo un valor en el desarrollo del análisis de 1.21×10^{-3} , valor que incide en el rango de un suceso ocasional.





EVENTO NO. 3 Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque hacia la bomba P-202. En este evento se relaciona la presencia de un equipo en el escenario con el impacto de éste en una tubería. El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas, con una velocidad de flujo de 1,200 gpm. El incidente origina un derrame que actúa un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.

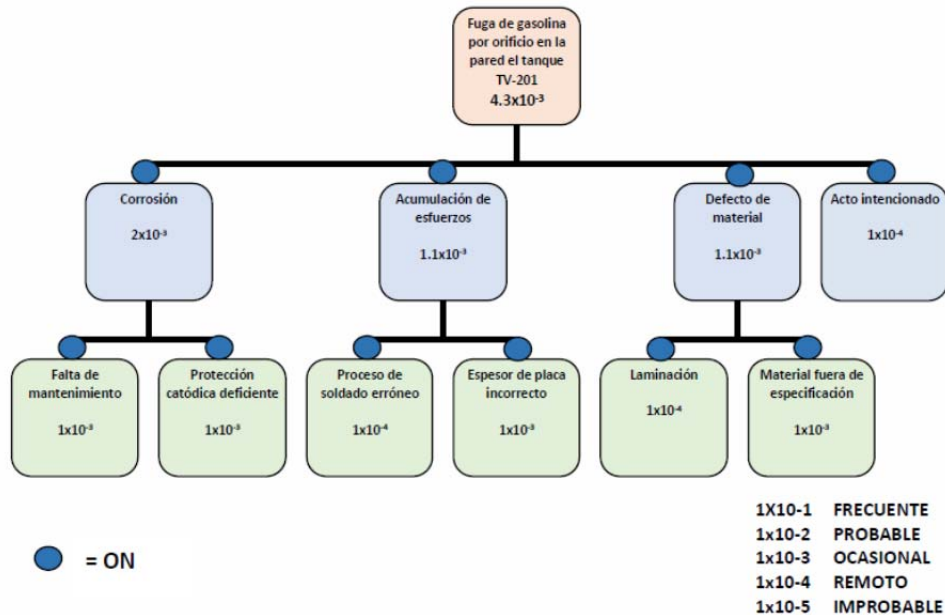




EVENTO NO. 4 Orificio en la pared del tanque TV-201. La formación de una abertura en la pared debido a corrosión, la acumulación de esfuerzos en las placas, un defecto de material en éstas y un acto intencionado. Sin embargo, para este caso particular, se considera que el agujero está hecho intencionalmente como acto de vandalismo, produciendo un escape de mayor cantidad y está ubicado a 1,0 m del nivel del suelo, se supone que en el momento del incidente el tanque estaba operando aproximadamente al 50% de su capacidad total.

FTA # 4

Escenario 4 Orificio en la pared del tanque TV-201

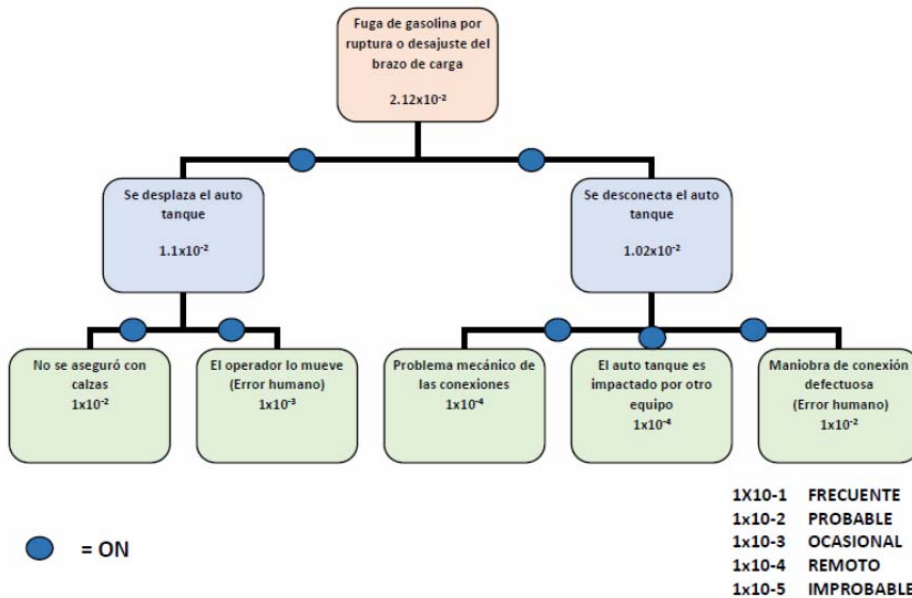




EVENTO No. 5 Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante una operación de carga de un auto tanque con gasolina asumiendo el movimiento del auto tanque su desconexión. Se desarrolla en la zona denominada "llenaderas", donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna.

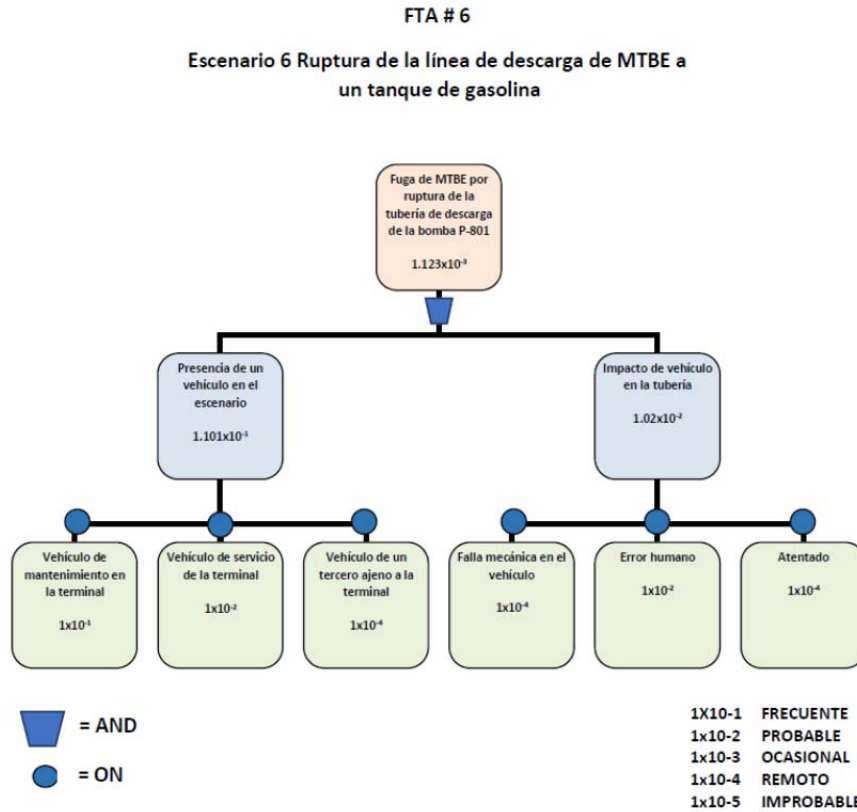
FTA # 5

Escenario 5 Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque.

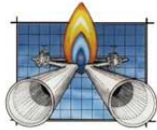




EVENTO NO. 6 (Específico para MTBE) Rotura de la línea de descarga de la bomba P-801 de MTBE, a un tanque de almacenamiento de gasolina, durante el bombeo de aditivo a un tanque de gasolina.



Los árboles de falla desarrollados para cada escenario pueden ser consultados en Anexos.



Estimación de consecuencias

Por la naturaleza de las actividades que se realizan en una terminal de almacenamiento y distribución, se tienen riesgos potenciales en las áreas y componentes que constituyen la terminal. En todo el sistema existen una serie de, equipos y accesorios que pueden llegar a fallar bajo determinadas circunstancias, que en caso de fugas la emisión de hidrocarburos al piso y su gasificación a la atmósfera es inmediata.

Una fuga procedente de tanques, tuberías, equipos etc., deriva en el traslado de una masa de líquido al suelo, o corriendo sobre él, y de gases volatilizados a través de la atmósfera en forma de una nube limitada geoméricamente, con un punto de escape y una masa extendida en la dirección del viento y con la distribución de distintas concentraciones en su interior.

Ambas formas de emisión están sometidas a un grado creciente de dilución en el suelo y en el aire que hace que las concentraciones en la nube formada por los gases evaporados vayan disminuyendo conforme transcurre el tiempo y se alejan del punto de emisión. El grado de dilución depende de varios factores siendo los más relevantes la cantidad de material emitida, la densidad de la nube de gases, la estabilidad de la atmósfera y la altura del punto de emisión.

La evaluación de las consecuencias de los riesgos a través de los escenarios más probables, hacen que se deba realizar una simulación de los eventos definidos. Dicha simulación se realiza con el software SCRI Modelos Versión 4.4 y SCRI fuego Versión 1.4, que permite determinar las áreas potencialmente vulnerables, de tal manera que se generen recomendaciones para evitar la ocurrencia del evento o contar con la protección adecuada en caso de que este ocurra. Para las actividades de operación y mantenimiento de la terminal, se han identificado 6 escenarios de riesgo potencial, los cuales involucran eventos por incendio que a su vez podrían desencadenar una explosión.

Modelación de Dispersión de la pluma (Isoconcentraciones).

El modelo de dispersión en aire usado en este análisis de riesgo, para predecir concentraciones para los peores escenarios, fue el SCRI (Modelos atmosféricos para simulación de contaminación y riesgos industriales) en su versión 4.4, este modelo tiene su concepción original en 1985 a través del sistema de información rápida de impacto ambiental "SIRIA", basándose primordialmente en técnicas metodológicas de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

El modelo SCRI es utilizado para predecir concentraciones puntuales de exposición de un contaminante de una fuente emisora y sirve para caracterizar otras fuentes de emisión en una instalación industrial sean puntuales, de área, o volumétricas tanto a nivel del suelo como a alturas elevadas. Se basa en análisis de velocidades de viento en conjunción con las condiciones del contaminante emitido.

El modelo de pluma Gaussiana o el Modelo para Gases Pesados son usados en este modelo para estimar las concentraciones en la dirección del viento desde la fuente,



mediante la predicción de la forma en que la pluma se dispersará a las condiciones establecidas.

Además, el modelo puede tomar en cuenta factores aerodinámicos, efectos de fricción en edificios, dispersión inducida por fuerzas boyantes y precipitación gravitacional de partículas. Esas opciones son particularmente útiles para estimar el comportamiento de la pluma en los alrededores de las estructuras de los edificios.

El modelo SCRI estima concentraciones al nivel del suelo a distancias específicas alrededor de la fuente emisora. El usuario puede definir receptores en coordenadas polares o cartesianas además de lugares de recepción discretos.

Modelación de Explosiones (Sobrepresión).

Para realizar las simulaciones de los efectos por sobrepresiones en los seis escenarios definidos para el presente estudio, se utilizó el modelo SCRI Fuego (Simulación de Contaminación y Riesgos Industriales) en la versión 1.4, el cual es un conjunto de herramientas, para simular en computadora; emisiones de, fugas y derrames de productos y daños por nubes explosivas, para estimar escenarios de afectación de emisiones continuas o instantáneas, bajo diversas condiciones meteorológicas, para estudios de riesgo e impacto ambiental, diseño de plantas e instalaciones en el manejo de situaciones de emergencia.

Si partimos de la premisa que una explosión se caracteriza por la liberación repentina de energía que produce un área momentánea de alta presión en el medio ambiente, entonces la emisión de energía y la disipación de la energía hacia el medio ambiente debe ocurrir muy rápido a fin de que el evento sea clasificado como explosión.

El efecto de una explosión se debe a la disipación de la energía liberada y una gran parte de la energía liberada se transforma en un incremento de presión en la atmósfera (sobrepresión explosiva).

Modelación de incendio

En el caso de la simulación de los escenarios de incendio son desarrollados a través del programa SCRI Fuego "Simulación de Contaminación y Riesgos Industriales" en su versión 1.4, que incluye los escenarios de fuego y explosión. Este modelo computa los radios de la zona en donde el fuego provoca quemaduras a personas sin protección, dichos radios están dados en dos escalas que determinan quemaduras letales para el radio que delimita 5 kW/m^2 de radiación.

El modelo trabaja con los siguientes parámetros del combustible:

- Peso molecular
- Gravedad específica
- Temperatura
- Área del incendio



El modelo asume que la velocidad del viento es insuficiente, como para mantener un área circular de fuego y que las personas expuestas no están protegidas completamente contra los efectos de la radiación térmica por el uso de cualquier ropa.

Límites para definición de las áreas de riesgo y amortiguamiento.

Para poder definir los límites con los que se establecen los escenarios y las zonas de seguridad en el entorno de los mismos, se utilizan los criterios dados por la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades riesgosas del Instituto Nacional de Ecología.

De acuerdo a la norma NOM-010-STPS-2014 “Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral. Reconocimiento, evaluación y control”, los límites máximos permisibles de exposición para la gasolina se definen en la Tabla I.1 Valores límite de exposición a sustancias químicas contaminantes del ambiente laboral, en el Apéndice I.

Valores límite de exposición:

Promedio ponderado en el tiempo: 300 ppm, a Corto tiempo: 500 ppm
Connotación: A-3 (Carcinógeno confirmado en animales con desconocimiento relevante para humanos). En dosis relativamente altas. Los estudios epidemiológicos disponibles no confirman un aumento en el riesgo de cáncer en humanos expuestos. La evidencia sugiere que no es probable que el agente cause cáncer en humanos excepto bajo vías o niveles de exposición poco comunes e improbables.

La información anterior es aplicable para escenarios laborales en donde los sujetos receptores están en recintos generalmente durante jornadas de 8 horas de exposición.

Para efectos de este análisis de riesgo, se tomarán los valores dados por el Instituto Nacional de Ecología para radiación térmica y sobre presiones. Para concentraciones se tomarán los valores superior e inferior de los límites de inflamabilidad del hidrocarburo.

- Límite Superior de Inflamabilidad (LSI) = 7.6%
- Límite Inferior de Inflamabilidad (LII) = 1.1%

Mientras que para la radiación térmica y las sobrepresiones se cuenta con los siguientes valores definidos por el Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT.

Inflamabilidad (radiación térmica)

Zona de alta exposición 5 kW/m²
Zona de baja exposición 1.4 kW/m²

Para evaluar estos efectos en un incendio nos basaremos en la siguiente tabla:



Intensidad de radiación (Kw / m ²)	Efecto observado
37.5	Suficiente para causar daños en materiales.
25	Energía mínima para ignición de madera en una exposición indefinida.
12.5	Energía mínima para ignición de madera, fusión de tubería plástica.
9.5	Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos; quemaduras de segundo grado después de 20 segundos.
4	Suficiente para causar dolor a personas si no puede ponerse a resguardo en 20 segundos; quemaduras de segundo grado probables.
1.6	No causará incomodidad con exposiciones prolongadas.

FUENTE: Chemical Process Quantitative Risk Analysis, CCPS, 1989.

Tabla 27. Efectos de radiación térmica según la intensidad de radiación emitida.

De acuerdo a la simulación de la dispersión de la nube, los efectos de incendio y explosión, se pueden definir las áreas de seguridad estimadas en las tablas que describen las consecuencias en cada evento, pueden ser consideradas como las distancias mínimas que deberán de ser restringidas al tránsito en un evento similar.

Los efectos producidos por una explosión se generan a través de una serie de ondas expansivas, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube y las de menor presión se sitúan en circunferencias de diámetros mayores. La tabla siguiente muestra la relación entre la sobrepresión y el tipo de daño asociado.

Sobrepresión en kPa	Tipo de daño
0.7 a 1	Cristales 5% rotos
1.4 a 3	Cristales 50% rotos
3 a 6	Cristales 90% rotos
3 a 5	Tejas desplazadas
6 a 9	Marcos de puertas y ventanas rotos
14 a 28	Caída parcial de casas
35 a 80	50% a 75% destrucción de casas
80 a 260	Demolición completa

FUENTE: Control de Riesgos de Accidentes Mayores OIT Ginebra

Tabla 28. Valores de sobrepresión y daño producido en detonaciones



Explosividad (sobre presión)

Zona de alto riesgo 1.0 lb/plg²

Zona de bajo riesgo (amortiguamiento) 0.5 lb/plg²

La meteorología seleccionada para el estudio está sustentada en la guía del estudio de riesgo ambiental emitido por la SEMARNAT, en el sentido de seleccionar las condiciones más desfavorables para los escenarios seleccionados.

Una mayor estabilidad atmosférica reducirá la dispersión de gases en la atmósfera propiciando las mayores concentraciones del gas en ésta. En el análisis de cada escenario se definen las condiciones utilizadas para el análisis de riesgo por el software utilizado, respecto a Temperatura, Velocidad del viento, Humedad relativa, Presión, y Altura de la fuente de emisión.

Análisis de consecuencias

Una evaluación del riesgo sólo queda completa si se conocen las consecuencias de un accidente por muy eventual que sea. Por este motivo, la última etapa de una evaluación de riesgo consiste en analizar las consecuencias de un accidente potencial importante en alguno de los componentes del sistema, las tuberías, su efecto en las inmediaciones de la instalación y en el medio ambiente.

Los resultados se utilizan para determinar qué medidas de prevención, protección, control y mitigación se han de tomar.

El análisis de consecuencias busca determinar la magnitud de las consecuencias de un incidente peligroso, esto es, un acontecimiento que por lo general ocurre sin advertencia, durante un periodo corto y con efectos potencialmente serios en personas y propiedades. En la práctica, el análisis de consecuencias atiende los siguientes factores:

- Término de la fuente.
- Dispersión.
- Efecto.
- Factores de mitigación.

Término de la fuente. Es la evaluación de las características de la liberación peligrosa inicial, y es la base sobre la cual se construye el resto de la secuencia del análisis.

Dispersión. Los modelos de dispersión se aplican a escenarios de liberaciones al aire y se clasifican en términos de la diferencia en densidad entre el material liberado y la atmósfera.

Fuego y explosión. Se hace énfasis en peligros provenientes de liberaciones que causan radiación térmica e impactos de presión para poder estimar los efectos de éstos en personas y materiales.



Factores de mitigación. Estos modelos analizan datos para sistemas de aislamiento, barreras, procedimientos de evacuación y acciones evasivas durante accidentes.

Se analizan diferentes escenarios de un posible evento, considerando los de mayor trascendencia, dadas las particularidades de dimensión y condiciones de operación de la terminal de almacenamiento y distribución.

Escenarios identificados en la terminal de almacenamiento y suministro de hidrocarburos

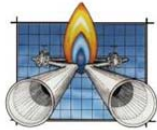
El número asignado a los escenarios identificados en los siguientes ítems se conservará y utilizará para identificar cada uno de ellos a lo largo de todo el documento, sin necesidad de nombrar el escenario como tal.

Para escenarios que involucren gasolina serán los escenarios "A", para Diesel los escenarios "B" y para Turbosina los escenarios "C". Adicionalmente se maneja un escenario para el aditivo MTBE.

Escenario 1 A. Sobrellenado de un tanque. Para este escenario se considera que se está realizando una operación de recibo de gasolina hacia el tanque de almacenamiento TV-201 de gasolina regular mediante la descarga de carro tanques y por fallas indeterminadas de control, el tanque se sobrellena. El sistema básico de control incluye un medidor de nivel con alarma de alto y muy alto nivel y la supervisión de un operador. El flujo de bombeo máximo del cabezal de descarga es de 1,200 gpm, (272.5 m³/h). Al sobrellenarse el tanque, la gasolina sale por los venteos ubicados en el techo. La fuga derrama durante 1 minuto hasta que los sensores de producto instalados a nivel de piso accionan el interlock de emergencia suspendiendo la descarga, generando un derrame de 2.27 m³. Se considera que el tanque no está rodeado por ninguna clase de dique, con la finalidad de simular el peor escenario.

Escenario 2 A. Ruptura de la línea de salida del tanque TV-201 de gasolina Regular. Aunque la causa de esta ruptura puede ser debida a una falla mecánica, un movimiento por asentamiento del terreno, sabotaje o corrosión, para este caso en particular se asume que un impacto de un equipo mecánico como la causa de la rotura de esta tubería y se considera que el tanque estaba al 50% de su capacidad. La tubería tiene un diámetro de 24 pulgadas (60.9 cm) y el orificio de la fuga tiene 4.8 pulgadas de diámetro (20% del diámetro total de la tubería). Adicionalmente, se considera que el tanque no está rodeado por un dique.

Escenario 3 A. Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque hacia la bomba P-202. El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas (plano GNN-NL-GME-TAS-DTI-ADE-17_04), con una velocidad de flujo de 1,200 gpm. El incidente origina un derrame de 4.5 m³ en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.



Escenario 4 A. Orificio en la pared del tanque TV-201. La formación de una abertura en la pared debido a corrosión en las placas del tanque. Sin embargo, para este caso se considera que el agujero está hecho intencionalmente como acto de vandalismo, produciendo un escape de mayor cantidad. Para este escenario se considera que el agujero es de aproximadamente 10,16 cm (4 pulgadas) y está ubicado a 1,0 m del nivel del suelo. También se considera que en el momento del incidente el tanque estaba operando aproximadamente al 50% de su capacidad total. Para este incidente se considera que no existe ninguna clase de dique de contención.

Escenarios 5 A. Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante una operación de carga de un auto tanque con gasolina, y se desarrolla en la zona denominada “llenaderas”, donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna. El diámetro de este brazo es de 4 pulgadas de diámetro, con una velocidad de flujo de 136.3 m³/h, (600 gpm). La fuga origina un derrame de 2.27 m³ en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de área de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área.

Escenario 6. Rotura de la línea de descarga de la bomba P-801 de MTBE, a un tanque de almacenamiento de gasolina. Durante el bombeo de aditivo al tanque TV-201 a un régimen de 600 gpm, la tubería de 8 pulgadas de diámetro sufre un impacto que origina una fuga del aditivo.

Contexto donde se desarrollan los escenarios

Los productos manejados por la terminal son recibidos por vía férrea por medio de un rack de descarga que permite conectar 24 carros tanque para ser bombeados a un tanque de almacenamiento.

La terminal cuenta con diez tanques de 120,000 barriles de capacidad (19,080 m³), tres para gasolina Regular, dos para gasolina Premium, tres para Diesel, uno de Turbosina y uno más para aditivo MTBE. Adicionalmente cuenta con un tanque Relevo TV-601 de 20,000 bls.

La instalación también cuenta con diez bahías de carga de auto tanques, casa de bombas de descarga de carros tanque, casa de bombas de tanques a llenaderas, cuarto de control, área de almacenamiento de aditivos, un equipo recuperador de vapores, laboratorio, cuarto de control eléctrico, cuarto de contraincendios, oficinas y talleres, subestación eléctrica.



VI.3 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Escenario 1 A. Fuga de gasolina en el tanque TV-201 por sobrellenado

Ubicación:	Tanque TV-201 en el área sur de tanques de almacenamiento	
Etapas de operación:	Proceso de llenado del tanque desde la bahía de descarga de carros tanque.	
Causas Probables:	Los dispositivos de control (indicación de nivel y alarmas por alto y muy alto nivel en el cuarto de control y alarma sonora fallan por una razón indeterminada.	
Consideraciones Técnicas	<p>El tanque cuenta con indicación de nivel de campo (conjunto sonda sensora y capacitor) indicación de nivel electrónico en campo y en cuarto de control con una alarma por alto y muy alto nivel (accionada por la señal del sensor electrónico).</p> <p>La fuga derrama 2.27 m³/min (600 gpm) capacidad de bombeo de la bahía de descarga de carros tanque al tanque TV-201, al piso formando un charco; se considera que es accionado un dispositivo de paro (shut down) de emergencia al detectarse atmósfera explosiva en el área circundante al tanque 60 segundos después de iniciada la fuga.</p> <p>El derrame forma una alberca (pool fire) que alcanza una fuente de ignición.</p> <p>Tipo de tanque: Techo fijo con membrana flotante</p> <p>Capacidad operativa: 108,000 bls (17,172 m³)</p> <p>Altura del tanque: 14.6 m</p> <p>Diámetro del tanque: 42.7 m</p>	
Consideraciones ambientales	→ Temperatura de la gasolina en el tanque	25°C
	Velocidad del viento	1.5 m/s
	Humedad Relativa	70%, que es la HR promedio en el área de estudio de enero a diciembre 2016
	Presión del tanque	101,325 Pa
	Dirección del viento	Noroeste-Sureste en primavera y verano. Este-Oeste en otoño e invierno
Término de la fuente	→ La fuga forma un charco de 24.7 m de diámetro	Velocidad de descarga de 37.8 l/s

Incendio (Radiación Térmica):

Zona de Amortiguamiento para 1.4 kW/m²: 129.9 m

Zona de Alto Riesgo para 5.0 kW/m²: 69.4 m



Zona Crítica para 32 kW/m²: 24.6 m

Explosión (Sobre-presión):

Zona de Amortiguamiento para 0.5 psi: 350.1 m

Zona de Alto Riesgo para 1.0 psi: 205.9 m

Zona Crítica para 70 psi: 18.1 m

Concentraciones:

0.55% ½ Límite inferior de explosividad: 77.8 m a los 60 segundos.

1.1% Límite inferior de explosividad: 75.3 m a los 60 segundos.

7.6% Límite superior de explosividad: 0.0 m

Las zonas críticas se precisaron utilizando valores dados en la bibliografía para daños mayores en equipos e instalaciones por radiación térmica y sobre presiones.



Escenario 2 A. Fuga de gasolina en la línea de salida del tanque TV-201

Ubicación:	Tanque TV-201 en el área de tanques de almacenamiento	
Etapas de operación:	Durante el proceso de almacenamiento	
Causas Probables:	Se fractura la línea de salida del tanque por corrosión o impacto	
Consideraciones Técnicas:	<p>La tubería de salida del tanque TV-201 se fisura generando una fuga de gasolina. La falla se presenta entre la válvula de bloqueo del dique y la pared del tanque.</p> <p>La tubería de salida es de 24 pulgadas de diámetro y la falla origina una abertura equivalente al 20% del diámetro, correspondiente a 4.8 pulgadas (12.2 cm).</p> <p>La fuga derrama 0.0195 m³/s al piso formando un charco; se estima que es accionada una alarma de emergencia al detectarse atmósfera explosiva circundante al tanque a los 60 segundos de iniciada la fuga, accionando el bloqueo del tanque.</p> <p>La fuga forma una alberca (pool fire) que alcanza una fuente de ignición.</p>	
Consideraciones ambientales:	→ Temperatura de la gasolina en el tanque	25°C
	Velocidad del viento	1.5 m/s
	Humedad Relativa	80%, que es la HR promedio en el área de estudio
	Presión del tanque	101,325 Pa
	Dirección del viento	Noroeste-Sureste en primavera y verano. Este-Oeste en otoño e invierno
Término de la fuente:	→ La fuga forma un charco de 17.8 m	Velocidad de descarga de 19.5 l/s

Se consideraron condiciones atmosféricas que favorecen una lenta dispersión del hidrocarburo. La estabilidad atmosférica es Pasquill F (Muy Estable), la velocidad del viento 1.5 m/s, con dirección Este-Oeste, humedad relativa del 70%, y temperatura ambiente de 25 °C.

Cálculo de la tasa de emisión

La tasa de emisión es calculada mediante la fórmula:

$$V = \phi \times \partial \times A^2 \sqrt{2 \frac{P_1}{P_0}} = 0.0195 \text{ m}^3/\text{s}$$



Donde:

V= Flujo volumétrico m/s

ϕ = Coeficiente de fricción (Se considera igual a 0.9)

∂ = Coeficiente de contracción (0.62 para orificios con bordes agudos)

A= área del orificio con diámetro de 12.2 cm= 0.01169 m²

P₁= Presión en el interior del recipiente. Considerando 6.6 metros como el 50% de nivel operativo por la densidad de la gasolina de 0.7 kg/l, la carga estática será de 4.6 kg/cm².

P₀= Presión atmosférica (1.03 kg/cm²)

Fuente: Manual de fórmulas técnicas Kurt Gieck sección hidráulica N7

Incendio (Radiación Térmica):

Zona de Amortiguamiento para 1.4 kW/m²: 94.5 m

Zona de Alto Riesgo para 5.0 kW/m²: 50.2 m

Zona Crítica para 32 kW/m²: 17.1 m

Explosión (Sobrepresión):

Zona de Amortiguamiento para 0.5 psi: 280.7 m

Zona de Alto Riesgo para 1.0 psi: 165.1 m

Zona Crítica para 70 psi: 14.5 m

Concentraciones:

0.55% ½ Límite inferior de explosividad: 53.8 m

1.1% Límite inferior de explosividad: 52.6 m

7.6% Límite superior de explosividad: 0 m

Las zonas críticas se precisaron utilizando valores dados en la bibliografía para daños mayores en equipos e instalaciones por radiación térmica y sobre presiones.



Escenario 3 A. Fuga de gasolina por ruptura del cabezal de descarga de carros tanque hacia la bomba P-202.

Ubicación:	Área de la bahía de descarga de carros tanque de gasolina	
Etapas de operación:	Durante el proceso de descarga de un carro tanque	
Causas Probables:	Se suelta de posición el brazo de descarga de un carro tanque por movimiento del conjunto.	
Consideraciones Técnicas:	<p>El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas (plano GNN-NL-GME-TAS-DTI-ADE-17_04), con una velocidad máxima de flujo de 1,200 gpm (272.5 m³/h). El incidente origina una ruptura del 20% del diámetro de la tubería originando un derrame de 0.0151 m³/s de escape, el tiempo considerado para la actuación de un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área es de 1 minuto.</p> <p>El derrame forma un charco, se estima que se acciona una alarma de emergencia al detectarse atmósfera explosiva en el área de descarga de carros tanque a los 60 segundos de iniciada ésta.</p> <p>La fuga forma una alberca (pool fire) que alcanza una fuente de ignición.</p>	
Consideraciones ambientales	→ Temperatura de la gasolina en el tanque	25°C
	Velocidad del viento	1.5 m/s
	Humedad Relativa	70%, que es la HR promedio en el área de estudio
	Presión en el punto de fuga	101,325 Pa
	Dirección del viento	Noroeste-Sureste en primavera y verano. Este-Oeste en otoño e invierno
Término de la fuente	→ La fuga forma un charco de 15.6 metros de diámetro	Velocidad de descarga de 15.1 l/s

Incendio (Radiación Térmica):

Zona de Amortiguamiento para 1.4 kW/m²: 85.3 m

Zona de Alto Riesgo para 5.0 kW/m²: 44.3 m

Zona Crítica para 32 kW/m²: 14.7 m

Explosión (Sobrepresión):

Zona de Amortiguamiento para 0.5 psi: 257.7 m



Zona de Alto Riesgo para 1.0 psi: 151.6 m

Zona Crítica para 70 psi: 13.3 m

Concentraciones:

0.55% $\frac{1}{2}$ Límite inferior de explosividad: 133.6 m

1.1% Límite inferior de explosividad: 66.6 m

7.6% Límite superior de explosividad: 0 m

Las zonas críticas se precisaron utilizando valores dados en la bibliografía para daños mayores en equipos e instalaciones por radiación térmica y sobre presiones.

Razonamiento sobre las Consideraciones Técnicas de establecer una rotura del 20% del diámetro de una tubería:

En su vida de operación, el oleoducto Caño Limón Coveñas en Colombia ha sido objeto de más de 450 atentados terroristas con cargas explosivas, de los cuales el 65% corresponden a abolladuras y el resto a ruptura con derrame de crudo. Los daños no llegan a la ruptura total de la tubería, sino que generan deformaciones o abolladuras permanentes.

Las abolladuras son deformaciones plásticas de diferente grado de severidad. Se pueden tener porcentajes de abolladura (PA) desde 5% hasta 60% (el PA es la relación entre la profundidad o altura de la abolladura y el diámetro de la tubería). Deformaciones mayores al 60% son inauditas.

Fuente: Hernández, H., Ramos, P. y Torres, R., 1989. Análisis de fractura en tuberías de conducción de petróleo, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería Mecánica.

En este escenario se especula la rotura de la tubería y no su deformación, por lo que el esfuerzo al que tiene que ser sometida deberá de ser superior al límite elástico del material.

El corte por cizallado se caracteriza cuando un metal es seccionado por medio de dos aristas que se deslizan entre sí. Se basa en un aplastamiento, seguido de un corte parcial por penetración en la superficie de la tubería finalizando con la fractura.

El acero promedio requiere, un esfuerzo de $3,45 \times 10^8$ N/m² para la ruptura por cizalladura.

(Fuente: Física 2 Elasticidad capítulo 1 de Hugo Medina Guzmán Univ. Católica de Perú)



Cálculo

Determinaremos la fuerza requerida para perforar una abertura de diámetro 2,5 cm en una placa de acero de 9.5 mm de espesor de una tubería, grosor correspondiente a una tubería API 5L cédula estándar de 12 pulgadas de diámetro.

La circunferencia de un círculo del diámetro $D = 2,5$ cm es:

$$C = \pi \times D = 7,85 \times 10^{-2} \text{ m}$$

El área del borde del disco cortado es el producto de la circunferencia C por el espesor del material, esto es $(9.5 \times 10^{-3}) (7,85 \times 10^{-2}) = 7.45 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

Una fuerza de magnitud F se ejerce en el tubo generando un esfuerzo de corte S , a través del borde de área de $7.45 \times 10^{-4} \text{ m}^2$:

$$S = F/A \text{ por lo tanto}$$

$$F = S \times A = (3.45 \times 10^8 \text{ N/m}^2) (7.45 \times 10^{-4} \text{ m}^2)$$

$$F = 2.57 \times 10^5 \text{ N equivalentes a } 26,206.7 \text{ kg-fuerza}$$

(1 Newton equivale a 0.1019 kg-fuerza)

La placa de acero de las características dadas se corta por cizalladura cuando el esfuerzo llega a ser equivalente a un impacto de 26,206.7 kg-fuerza

Si un vehículo transita en la terminal con un peso aproximado de 40 toneladas y si se considera que toda esta fuerza se impacta en un punto de la tubería, esta energía podrá generar un corte en la placa del tubo de:

Un impacto de 26,206.7 kg-fuerza origina un corte de 2.5 cm de diámetro equivalente a $7.85 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, un impacto de 40,000 kg-fuerza generará:

$$40,000 \text{ kg-fuerza} \times 2.5 \text{ cm} / 26,206.7 \text{ kg-fuerza} = 3.8 \text{ cm}$$

El resultado indica que el diámetro del corte puede ser de hasta 3.8 cm equivalente a $1.13 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ de área de corte.

El diámetro de la tubería de 12 pulgadas es de 0.324 m, por lo tanto, el área del tubo será de:

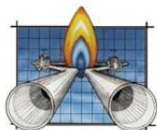
$$A = 3.1416 \times 0.324^2 / 4 = 0.0824 \text{ m}^2$$

Con estos datos podemos calcular el porcentaje de área que podría tener un efecto de corte por cizalla al recibir un impacto de 40,000 kg-fuerza:



$$1.13 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \times 100 / 0.0824 \text{ m}^2 = 1.37 \% \text{ del \u00e1rea total de la tuber\u00eda}$$

Para fines de simulaci\u00f3n del escenario 3 A, se considera que se fractura el 20% del di\u00e1metro del tubo, cantidad muy superior a la calculada.



Escenario 4 A. Fuga de gasolina por orificio en la pared del tanque TV-201.

Ubicación:	Tanque TV-201 de gasolina	
Etapa de operación:	Durante el proceso de almacenamiento	
Causas Probables:	Corrosión, acumulación de esfuerzos por procedimiento de soldado incorrecto, defecto del material, se considera también como causa probable un acto intencionado, con la finalidad de que la fuga a considerar en la simulación sea considerable.	
Consideraciones Técnicas:	<p>La formación de una abertura en la pared debido a corrosión en las placas del tanque. Sin embargo, para este caso se considera que el agujero está hecho intencionalmente como acto de vandalismo, produciendo un escape de mayor cantidad. Para este escenario se considera que el agujero es de aproximadamente 10.16 cm de diámetro (4 pulgadas), ubicado a 1,0 m del nivel del piso.</p> <p>Las placas de la pared del tanque atmosférico de las dimensiones de este escenario bajo la norma API 650 son de al menos 400 milésimas de pulgada de espesor (10 mm), por lo que es poco viable un daño mayor por vandalismo.</p> <p>También se considera que en el momento del incidente el tanque opera al 50% de su capacidad operativa. Para este incidente se considera que no existe ninguna clase de dique de contención.</p> <p>La fuga derrama 53 litros por segundo al piso formando un charco, se estima que se acciona una alarma de emergencia al detectarse atmósfera explosiva en la bahía a los 60 segundos de iniciada la fuga.</p> <p>La fuga forma una alberca (pool fire) que alcanza una fuente de ignición.</p>	
Consideraciones ambientales	→ Temperatura de la gasolina en el tanque	25°C
	Velocidad del viento	1.5 m/s
	Humedad Relativa	70%, que es la HR promedio en el área de estudio
	Presión en el punto de fuga	101,325 Pa
	Dirección del viento	Noroeste-Sureste en primavera y verano. Este-Oeste en otoño e invierno
Término de la fuente	→ La fuga forma un charco de 28.7 metros de diámetro	Velocidad de descarga de 51 l/s

Se consideraron condiciones atmosféricas que favorecen una lenta dispersión del hidrocarburo. La estabilidad atmosférica es Pasquill F (Muy Estable), la velocidad del



viento 1.5 m/s, con dirección Norte, humedad relativa del 80%, y temperatura ambiente de 28°C.

Cálculo de la tasa de emisión

La tasa de emisión es calculada mediante la fórmula:

$$V = \vartheta \times \varepsilon \times A \sqrt{2gH} = 0.051 \text{ m}^3/\text{s}$$

Donde:

V= Flujo volumétrico m/s

ε = Coeficiente de fricción (Se considera igual a 0.9)

ϑ = Coeficiente de contracción (0.62 para orificios con bordes agudos)

A= área del orificio con diámetro de 10.16 cm (0.008107 m²)

g= Valor de la aceleración de la gravedad (9.8 m/s²)

H= Altura del nivel sobre el orificio (6.6 m)

Fuente: Manual de fórmulas técnicas Kurt Gieck sección hidráulica N7

Incendio (Radiación Térmica):

Zona de Amortiguamiento para 1.4 kW/m²: 150.0 m

Zona de Alto Riesgo para 5.0 kW/m²: 80.2 m

Zona Crítica para 32 kW/m²: 28.9 m

Explosión (Sobrepresión):

Zona de Amortiguamiento para 0.5 psi: 386.7 m

Zona de Alto Riesgo para 1.0 psi: 227.5 m

Zona Crítica para 70 psi: 20.0 m

Concentraciones:

0.55% ½ Límite inferior de explosividad: 91.5 m a los 60 segundos.

1.1% Límite inferior de explosividad: 88.4 m a los 60 segundos.

7.6% Límite superior de explosividad: 0 m

Las zonas críticas se precisaron utilizando valores dados en la bibliografía para daños mayores en equipos e instalaciones por radiación térmica y sobre presiones.



Escenarios 5 A. Fuga de gasolina por ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante una operación de carga de un auto tanque con gasolina, y se desarrolla en la zona denominada “llenaderas”, donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna.

Ubicación:	Bahía de llenaderas de autos tanque de gasolina	
Etapas de operación:	Durante el proceso de carga de un auto tanque	
Causas Probables:	Pierde posición el brazo de carga de una llenadera por movimiento del tractor	
Consideraciones Técnicas:	El brazo de carga de la llenadera de gasolina es alimentado por una bomba con capacidad de 600 GPM (2.27 m ³ /min) desde el tanque TV-201 El diámetro de este brazo es de 4 pulgadas de diámetro, con una velocidad de flujo de 136.3 m ³ /h, (600 gpm). La fuga origina un derrame de 2.27 m ³ en un minuto de fuga, tiempo considerado para la actuación de un sensor de área de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área. La fuga forma una alberca (pool fire) que alcanza una fuente de ignición.	
Consideraciones ambientales	→ Temperatura de la gasolina en el tanque	25°C
	Velocidad del viento	1.5m/s
	Humedad Relativa	70% durante el ciclón
	Presión en el punto de fuga	101,325 Pa
	Dirección del viento	Noroeste-Sureste en primavera y verano. Este-Oeste en otoño e invierno
Término de la fuente	→ La fuga forma un charco de 24.7 metros de diámetro	Velocidad de descarga de 37.8 l/s

Incendio (Radiación Térmica):

Zona de Amortiguamiento para 1.4 kW/m²: 129.9 m

Zona de Alto Riesgo para 5.0 kW/m²: 69.4 m

Zona Crítica para 32 kW/m²: 24.6 m

Explosión (Sobrepresión):

Zona de Amortiguamiento para 0.5 psi: 350.1 m

Zona de Alto Riesgo para 1.0 psi: 206.0 m



Zona Crítica para 70 psi: 18.1 m

Concentraciones:

0.55% ½ Límite inferior de explosividad: 77.8 m, a los 60 segundos

1.1% Límite inferior de explosividad: Plano X= 75.3 m, a los 60 segundos

7.6% Límite superior de explosividad: Plano X= 0 m

Las zonas críticas se precisaron utilizando valores dados en la bibliografía para daños mayores en equipos e instalaciones por radiación térmica y sobre presiones.



Escenario 6 A. Rotura de la línea de descarga de la bomba P-801 de MTBE, a un tanque de almacenamiento de gasolina. Durante el bombeo de aditivo al tanque TV-201 a un régimen de 600 gpm, la tubería de 8 pulgadas de diámetro sufre un impacto que origina una fuga del producto.

Ubicación:	Línea de transporte de aditivo MTBE	
Etapas de operación:	Durante el proceso de preparación de la gasolina para ventas	
Causas Probables:	La tubería de transporte de aditivo sufre un impacto en el rack de tuberías que corre desde la bomba P-801 a los tanques de almacenamiento de gasolina	
Consideraciones Técnicas	Se considera que el acontecimiento provoca un daño a la tubería que origina una fuga del 20% de la capacidad total de transporte (600 gpm), equivalente a 120 gpm, correspondiente a 0.0076 m ³ /s y una fuente de ignición inicia el evento a los 60 segundos El siniestro origina un fuego de alberca (Pool Fire)	
Consideraciones ambientales	→ Temperatura del MTBE en el tanque	25°C
	Velocidad del viento	1.5 m/s
	Humedad Relativa	70%, que es la HR promedio en el área de estudio
	Presión en el punto de fuga	101,325 Pa
	Dirección del viento	Noroeste-Sureste en primavera y verano. Este-Oeste en otoño e invierno
Término de la fuente	→ La fuga forma un charco de 8.7 metros de diámetro	La tasa de emisión de la fuga es de 7.6 l/s

Incendio (Radiación Térmica):

Zona de Amortiguamiento para 1.4 kW/m²: 59.4 m

Zona de Alto Riesgo para 5.0 kW/m²: 31.1 m

Zona Crítica para 32 kW/m²: 8.6 m

Explosión (Sobrepresión):

Zona de Amortiguamiento para 0.5 psi: 199.4 m

Zona de Alto Riesgo para 1.0 psi: 117.3 m



Zona Crítica para 70 psi: 10.3 m

Concentraciones:

0.5% de concentración: 22.3 m, a los 60 segundos

1.6% Límite inferior de explosividad: 0 m

8.6% Límite superior de explosividad: 0 m

Las zonas críticas se precisaron utilizando valores dados en la bibliografía para daños mayores en equipos e instalaciones por radiación térmica y sobre presiones.



EJECUCIÓN DE LA METODOLOGÍA LOPA

Eventos iniciantes y sus frecuencias de ocurrencia.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes eventos iniciadores con su respectiva frecuencia, estimados a través de árboles de decisión (FTA's):

Escenario	Evento Iniciante	Frecuencia del evento
1	Sobrellenado del tanque TV-201 al estar descargando un tren unitario	1.5×10^{-3}
2	Ruptura de la línea de salida del tanque TV-201 por golpe de un equipo	1.21×10^{-3}
3	Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque	1.132×10^{-3}
4	Orificio en la pared del tanque TV-201 por corrosión, falla de material o atentado	4.3×10^{-3}
5	Desajuste o desconexión de un auto tanque en la bahía de carga	2.12×10^{-2}
6	Rotura de la línea de descarga de la bomba P-801 de MTBE	1.132×10^{-3}

Tabla 29. Frecuencias estimadas por un FTA para cada evento iniciante determinado

De la tabla anterior se aprecia que el evento iniciante No. 5 correspondiente a la ruptura o desajuste completo del brazo de carga de un auto tanque, presenta la mayor posibilidad de ocurrencia, debido principalmente a la alta frecuencia del proceso. Los eventos con menor posibilidad resultan ser los escenarios No. 3 y 6, relativos a la ruptura de las líneas de transporte de productos.

Alcances de la dispersión de la nube inflamable generada en cada escenario.

Otro aspecto de importancia en el razonamiento de los escenarios es el comportamiento de la dispersión de la nube. Todas las simulaciones de los eventos fueron realizadas con los mismos parámetros atmosféricos tendientes a reducir la rápida dispersión del producto y en deducción alcanzar sus mayores consecuencias. Los valores utilizados para este ejercicio fueron los límites superior e inferior de explosividad de la gasolina y $\frac{1}{2}$ del límite inferior, correspondientes a 7.6%, 1.1% y 0.55% respectivamente.



Escenario	Dispersión de la nube		
	7.6% LSE en metros	1.1% LIE en metros	0.5% LIE en metros
1 A	7.4	117.1	220.4
2 A	3.3	70.3	131.8
3 A	3.0	58.1	108.9
4 A	11.0	148.1	277.4
5 A	7.3	117.2	220.7

Tabla 30. Distancias de dispersión de la nube expresadas en los valores de los Límites de Inflamabilidad

Para el escenario No. 6 correspondiente al aditivo MTBE, los límites de inflamabilidad son diferentes al de la gasolina y sus resultados fueron:

Escenario	Dispersión de la nube		
	8.0% LSE en metros	1.6% LIE en metros	0.5% LIE en metros
6	1.9	27.2	54.2

Tabla 31. Distancia de dispersión de la nube para los valores de los límites de inflamabilidad del MTBE

En estas tablas se observa que el evento No. 4 correspondiente a la formación de un orificio en la pared del tanque origina las mayores distancias de dispersión de la nube, seguido del escenario No. 1, correspondiente al derrame de un tanque de gasolina. El escenario 6 manifiesta el desarrollo de una menor dispersión por la naturaleza intrínseca del producto.

Alcances de la radiación térmica en los escenarios

En la siguiente tabla se muestra el resultado de los máximos alcances de la radiación térmica originada en el incendio de cada evento, proveniente de la combustión denominada piscina de fuego. Se expresan las radiaciones para tres valores: 32 kW/m² que es la radiación máxima que puede soportar un equipo protegido y origina fatalidades en pocos segundos de dosis, 5 kW/m² valor para definir la zona de alto riesgo por SEMARNAT y 1.4 kW/m² para la zona de amortiguamiento o bajo riesgo. Como dato significativo, la cantidad de radiación emitida por una piscina de fuego no depende de las condiciones atmosféricas.



Escenario	Alcances de la Radiación en metros		
	32 kW/m²	5 kW/m²	1.4 kW/m²
1 A	24.6	69.4	129.9
2 A	17.1	50.2	94.5
3 A	14.7	44.3	85.3
4 A	28.9	80.2	150.0
5 A	24.6	69.4	129.9
6	8.6	31.1	59.4

Tabla 32. Radiación Térmica de los escenarios expresadas en metros

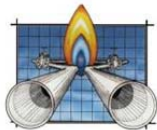
En el desarrollo de las simulaciones por incendio, el escenario No. 4 correspondiente a una fuga por un orificio de un tanque es el escenario de mayor impacto, seguido del evento de fuga en la bahía de carga de autos tanque.

Alcances de las ondas expansivas en los escenarios

La siguiente tabla muestra los alcances de las presiones de las ondas expansivas para cada evento, dando valores de presión para 482.6 kPa (70 psi) valor que ocasiona destrucción de estructuras y lesiones graves y fatales a personas, 20.68 kPa (3.0 psi), valor que define la zona de alto riesgo y 3.45 kPa (0.5 psi) valor que delimita la zona de bajo riesgo o amortiguamiento.

Escenario	Alcances de las presiones de las ondas expansivas en metros		
	70 kPa (10.1 psi)	6.89 kPa (1.0 psi)	3.5 kPa (0.5 psi)
1 A	18.1	205.9	350.1
2 A	14.5	165.1	280.7
3 A	13.3	151.6	257.7
4 A	20.0	227.5	386.7
5 A	18.1	206.0	350.1
6	10.3	117.3	199.4

Tabla 33. Sobre presión de los escenarios expresadas en metros



Las presiones de las ondas expansivas en las explosiones simuladas de cada escenario mostraron que para el escenario 4 relativo a la fuga de gasolina por el orificio de un tanque es el de mayor alcance en distancias de las ondas expansivas, seguido del escenario No. 5 correspondiente a la fuga generada por el desajuste o desconexión de un auto tanque y el menor de todos corresponde al No. 6 relativo a la fuga de MTBE por la rotura de la tubería de descarga de la bomba P-801.

Categorización de las consecuencias.

A partir de los alcances de la radiación en un incendio y de la sobre presión proveniente de la explosión de la nube de vapor no confinada, se pueden establecer los posibles perjuicios, o molestias, ocasionadas a las personas dentro y fuera de la terminal de almacenamiento, con base a estimaciones establecidas como referencia de los daños y perjuicios que ocasionan determinados valores de radiación o sobrepresión, según corresponda.

Para el caso del incendio en este estudio, se considera que el tiempo de exposición de las personas es de 60 segundos, sin ninguna clase de protección o enfriamiento y las consecuencias de los valores de radiación del Chemical Process Quantitative Risk Analysis.

Para las sobrepresiones se tomaron en cuenta los valores dados en la ntp 321 del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España.

Dependiendo de los perjuicios ocasionados a las personas dentro y fuera de las instalaciones, se realiza la categorización de las consecuencias. Estas categorías son mostradas en las siguientes tablas.

CATEGORÍA DE LA SEVERIDAD	DESCRIPCIÓN
I. Baja	Heridos leves o no heridos, sin detenimiento de sus actividades laborales
II. Mediana	Solo heridos, no graves; posible detenimiento de sus actividades laborales
III. Alta	Uno o más heridos graves
IV. Catastrófica	Heridos permanentemente inhabilitados o fatalidades

Tabla 34. Categorías de las consecuencias sobre el personal dentro las instalaciones



CATEGORÍA DE LA SEVERIDAD	DESCRIPCIÓN
I. Baja	Ninguna clase de heridos, peligro o molestia a la comunidad
II. Mediana	Reclamos por parte de la comunidad acerca de olores o ruidos
III. Alta	Uno o más heridos leves
IV. Catastrófica	Uno o más heridos graves

Tabla 35. Categorías de las consecuencias sobre la comunidad fuera de las instalaciones

DETERMINACIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE LOS ESCENARIOS

Para poder hacer una selección de las capas independientes de protección consideradas como IPL's (Safety Integrity Level). Los criterios para determinar si las capas independientes de protección puedan ser consideradas como IPL's son:

- Efectividad en prevenir la consecuencia, respecto al diseño
- Detección de la condición ante la que se requiere actuar
- Independencia del evento iniciante
- Auditoria de seguridad

SIL (Safety Integrity Level), es la probabilidad, de que un sistema relacionado con la seguridad ejecute de forma satisfactoria, las funciones de seguridad requeridas en todas las condiciones especificadas en un periodo de tiempo especificado.

En cada escenario seleccionado en este estudio existen diferentes capas de protección que el diseño considera, y pueden ser aplicables a uno o más eventos. Recordemos que varios de los eventos iniciantes corresponden a tanques de almacenamiento, por lo que una sola capa de protección puede implicar varias causas de siniestro.

Por ejemplo, todo tanque de almacenamiento contará con instrumentación que controle el proceso de llenado o vaciado y adicionalmente dispondrá de respaldo adicional que alertará de una condición fuera del control normal, como puede ser una alarma de alto y/o bajo nivel. Estas capas de protección no se consideran capas independientes de protección o SIL's, ya que su función es el alcanzar la buena operación y control del proceso. En el siguiente paso de la metodología revisaremos qué SIL's, estarán en el diseño de la terminal y qué SIL's independientes se podrán adicionar.



Para alcanzar un valor de la frecuencia de cada escenario es necesario introducir el hecho de la ignición para que se dé a lugar el incendio o la explosión y en derivación la categoría de la severidad de la consecuencia.

Al aparecer la ignición en el escenario es necesario conocer las características de los dos sucesos considerados en este estudio, el Pool Fire y el UVCE.

Piscina de fuego (Pool Fire)

Cuando se derrama un líquido inflamable, tal como la gasolina, existe la posibilidad de que al encontrar una fuente de ignición muy próxima al punto de fuga se produzca un incendio inmediatamente. El incendio puede ser de grandes proporciones dependiendo de la cantidad fugada, provocando llamas perjudiciales para la integridad no solo de los equipos envueltos por estas, sino también para las personas ubicadas en el área próxima, y un flujo de calor radiante perjudicial hasta distancias apreciables de las mismas. La radiación máxima emitida por un incendio de gasolina se encuentra en un rango de 70 a 110 kW/m². También se produce una gran cantidad de humo contaminante para el ambiente.

El diámetro de la piscina dependerá de la cantidad derramada, en caso de que el líquido haya quedado retenido en el tanque como tal, este diámetro será directamente el diámetro del tanque, o en caso de quedar retenido en el dique rectangular, se obtendrá un diámetro circular equivalente. Es decir, gracias al dique las dimensiones del incendio se reducen considerablemente, ya que este disminuye el tamaño de la piscina de fuego.

Explosión de vapor no confinada (UVCE)

Una UVCE, ocurre cuando después de un derrame de gasolina, ésta no encuentra un punto de ignición inmediato, sino que hay un retardo en la ignición, lo que hace que la nube de vapor se disperse largas o cortas distancias dependiendo de las condiciones meteorológicas, de hecho la gasolina tiene una presión de vapor tal que facilita la evaporación de los componentes más volátiles de la misma.

Para que se produzca una explosión de una nube inflamable se deben dar circunstancias tales como cantidad determinada de vapor entre los límites de inflamabilidad, presencia de una fuente de ignición y grado mínimo de confinamiento. Por lo tanto, si no existe el suficiente grado de confinamiento, en lugar de una explosión se producirá una llamarada.

El principal efecto de este evento peligroso es la onda de sobrepresión proveniente de la explosión, ésta ocasiona los daños a estructuras y equipos, y perjuicios a las personas dependiendo del grado de la misma.



Determinación de la probabilidad de ignición.

La determinación de la probabilidad de ignición se realizó mediante un árbol de decisión, dependiendo de si la ignición es inmediata o retardada, y de las distancias alcanzadas por la nube dispersa, dependiendo del escenario en particular.

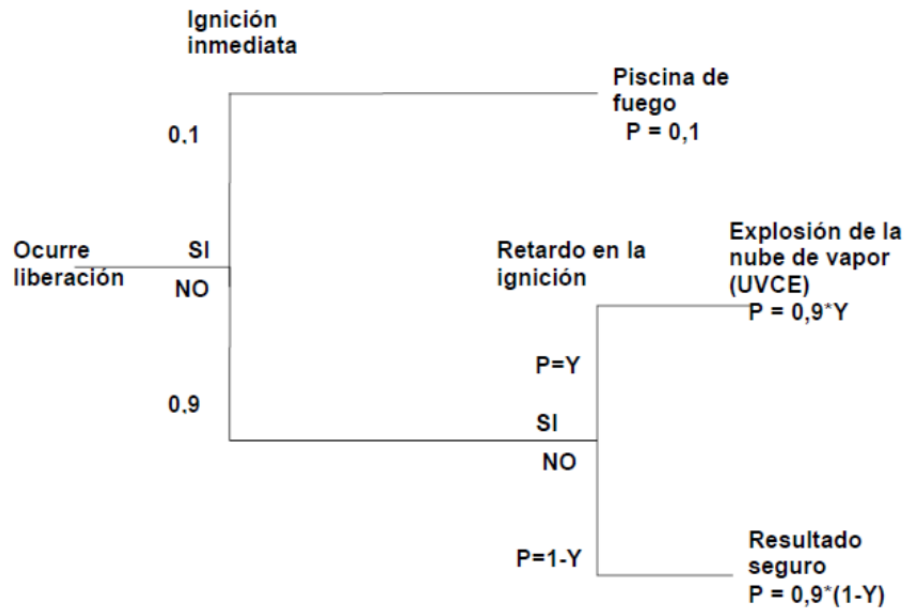


Fig 71. Árbol de decisión para la determinación de la probabilidad de ignición

La probabilidad de ignición para la generación de incendio, de acuerdo al árbol de decisión, se tomará con ignición inmediata, con el fin de obtener la posibilidad más alta ($P=0.1$).

Para definir valores de probabilidad en explosión, la metodología contempla los siguientes valores de Y , en función de la posición del punto donde se alcanza el $\frac{1}{2}$ del límite inferior de explosividad de la gasolina.

$Y=0,1$ si $\frac{1}{2}$ LIE se encuentra dentro de la terminal de almacenamiento

$Y=0,05$ si $\frac{1}{2}$ LSE se encuentra en la zona exterior de la terminal de almacenamiento

(LIE Límite Inferior de Explosividad de la gasolina)

(LSE Límite Superior de Explosividad de la gasolina)

Para nuestro estudio los valores de todos los escenarios considerados, el de mayor dispersión (133.6 m) es el No. 3 que se desarrolla por la rotura del cabezal de descarga de carros tanque y sale de los límites de la terminal, de igual forma los No. 1, 4 y 5



también rebasan los límites de la terminal, solamente evento No. 2 y 6 su dispersión no sale de los límites de la terminal.

Bajo estos conceptos las probabilidades de ignición para cada escenario se aprecian en la siguiente tabla:

Escenario	Radio que alcanza el ½ LIE en metros	Y Valor ½ LIE	Probabilidad Incendio Pool Fire	Probabilidad Explosión UVCE
1	77.8	0.5	0.1	0.045
2	53.8	0.1	0.1	0.09
3	133.6	0.5	0.1	0.045
4	91.5	0.5	0.1	0.045
5	77.8	0.5	0.1	0.045
6	22.3	0.1	0.1	0.09

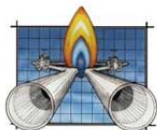
Tabla 36. Probabilidades de ignición para incendio Pool Fire y la explosión UVCE

Con los conceptos anteriores se consigue calcular las probabilidades de ocurrencia para cada escenario.

Frecuencia de los escenarios y su probabilidad de ocurrencia:

Partiendo de la Tabla de los valores de frecuencia de los eventos iniciantes y los valores de probabilidad de las igniciones, calculadas para el caso de incendio Pool Fire y el de explosión UVCE, podemos obtener el valor de la frecuencia de probabilidad de ocurrencia de cada escenario:

Escenario	Evento Iniciante	Frecuencia del evento Iniciante	Probabilidad de incendio	Probabilidad de explosión
1 A	Sobrellenado del tanque	1.5×10^{-3}	0.1	0.045
2 A	Ruptura de línea de salida del tanque	1.21×10^{-3}	0.1	0.09
3 A	Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque	1.132×10^{-3}	0.1	0.045
4 A	Orificio en la pared de un tanque	4.3×10^{-3}	0.1	0.045
5 A	Fuga en llenaderas de autos tanque	2.12×10^{-2}	0.1	0.045



6 A	Fuga de MTBE por rotura en línea de descarga de bomba P-801	1.123×10^{-3}	0.1	0.09
-----	---	------------------------	-----	------

Tabla 37. Valores de frecuencia de eventos iniciantes y probabilidades de ignición

La combinación matemática de los valores de las frecuencias con las probabilidades nos da un valor del riesgo, que por tratarse de eventos independientes unos de otros, se multiplican.

Escenario	Evento Iniciante	Probabilidad del riesgo para incendio pool Fire	Probabilidad del riesgo para explosión UVCE
1 A	Sobrellenado del tanque	1.5×10^{-4}	6.75×10^{-5}
2 A	Ruptura de línea de salida del tanque	1.21×10^{-4}	1.089×10^{-4}
3 A	Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque	1.132×10^{-4}	5.094×10^{-5}
4 A	Orificio en la pared de un tanque	4.3×10^{-4}	1.935×10^{-4}
5 A	Fuga en llenaderas de autos tanque	2.12×10^{-3}	9.54×10^{-4}
6 A	Fuga de MTBE por rotura en línea de descarga de bomba P-801	1.123×10^{-4}	1.010×10^{-4}

Tabla 38. Valores de probabilidad de riesgo para los escenarios de incendio y explosión

Como puede ser observado, el comportamiento de cada escenario mantiene su sesgo de comportamiento, manteniéndose el escenario No. 5 como el de mayor probabilidad de ocurrencia para incendio y explosión.

Con base en esta estimación se realiza la evaluación del riesgo con los siguientes criterios:

- **Riesgo inaceptable.** Se encuentra en un nivel no tolerable y por lo tanto requiere inmediata mitigación o estudio y valoración inmediata de posibles medidas de control para lograr márgenes de seguridad necesarios.
- **Riesgo moderado.** Aunque un riesgo moderado aparentemente se encuentra en un nivel aceptable, es necesaria la mitigación del accidente, sin embargo, no tiene que ser inmediata.
- **Riesgo tolerable.** Es aceptable y requiere de juicio del administrador para determinar si se necesita futura mitigación, y analizar cuales medidas de reducción de bajo costo o fácil implementación son requeridas.



- **Riesgo insignificante.** En este nivel el riesgo es tan bajo que no requiere futuras acciones para tratar de mitigar las consecuencias, es decir, no requiere ningún tipo de estudio o análisis posterior.

Categorización de la frecuencia del escenario.

El siguiente paso es combinar las frecuencias con la respectiva categoría de las consecuencias para cada escenario con incendio y explosión. Esta categorización se realiza con base a la tabla:

FRECUENCIA (evento/año)	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
$(10^{-1} <)$	A - Muy Frecuente	Ocurre una o más veces al año
$(10^{-1} - 10^{-2})$	B - Frecuente	Ocurre aproximadamente 1 vez en 25 años
$(10^{-2} - 10^{-3})$	C - Probable	Probablemente ocurra
$(10^{-3} - 10^{-4})$	D - Eventual	Quizá ocurra ocasionalmente
$(10^{-4} - 10^{-5})$	E - Inusual	No se espera que ocurra
$(10^{-5} >)$	F - Muy inusual	Ocurrencia teóricamente posible, pero técnicamente improbable

Tabla 39. Categorización de la frecuencia de ocurrencia del escenario

La composición de las frecuencias y las consecuencias nos lleva a la determinación de una matriz de riesgo.

Matriz de Riesgo				
Categorización de la Frecuencia	Categorización de las Consecuencias			
	I Baja	II Mediana	III Alta	IV Catastrófica
	A ($< 10^{-1}$)	I A	II A	III A
B ($10^{-1} - 10^{-2}$)	I B	II B	III B	IV B
C ($10^{-2} - 10^{-3}$)	I C	II C	III C	IV C
D ($10^{-3} - 10^{-4}$)	I D	II D	III D	IV D
E ($10^{-4} - 10^{-5}$)	I E	II E	III E	IV E
F ($> 10^{-5}$)	I F	II F	III F	IV F

Inaceptable	Moderado	Tolerante	Insignificante
-------------	----------	-----------	----------------



Contexto donde se desarrollan los escenarios

Descripción de la Terminal de almacenamiento y suministro y sus alrededores. En el anexo F. se muestran los planos de la terminal. El tanque seleccionado en el cual ocurren los escenarios es el TV-201 de gasolina. Los otros tanques que hacen parte de la terminal contienen también hidrocarburos inflamables y combustibles, tales como, Turbosina, Diesel y aditivo MTBE. También, dentro de estas instalaciones se encuentran casas de bombeo, área de descarga de carro tanques, zonas de carga de auto tanques, subestación eléctrica, facilidades de contra incendio, cuarto de control, etc.

Condiciones y características del almacenamiento. En la siguiente tabla se encuentran las condiciones y características del almacenamiento de la gasolina en la terminal en el momento en que se considera que se desarrollan los escenarios.

Condiciones y características del almacenamiento de los incidentes

Tipo de tanque	Techo fijo con membrana flotante
Material de construcción	Acero al carbón en el tanque y Aluminio para la membrana
Altura del tanque	14.6 m
Diámetro del tanque	40.8 m
Capacidad del tanque	19,080 m ³
Temperatura de almacenamiento	20 – 32 ^o C
Presión de almacenamiento	101,325 Pa

Todos los tanques de la terminal son de las mismas características y dimensiones bajo el siguiente arreglo:

- 3 tanques de gasolina Regular
- 2 tanques de gasolina Premium
- 3 tanques de Diesel
- 1 tanque de Turbosina
- 1 tanque de MTBE

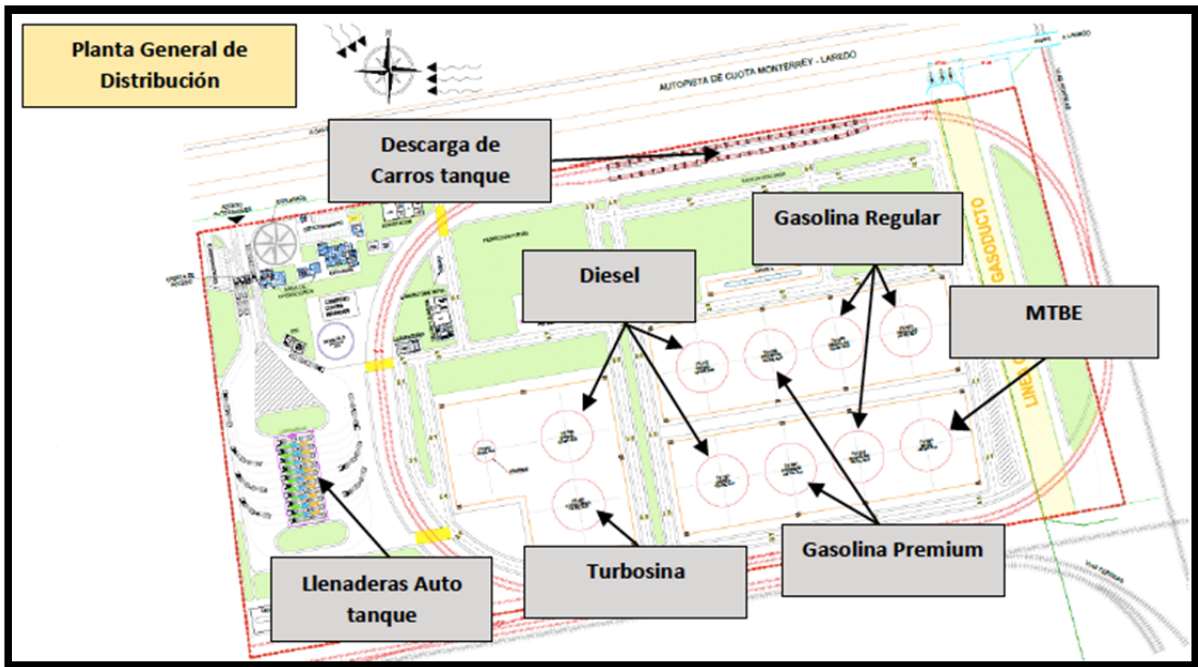


Fig 72. Planta general de distribución de la Terminal Escobedo

Radios de afectación en base a los valores establecidos de alto riesgo: 5.0 kW/m², 1.0 psi y el Límite inferior de explosividad. Si hacemos una categorización de los radios de afectación calculados en los seis escenarios simulados, tenemos:

ESCENARIO	RADIOS DE AFECTACIÓN EN METROS	
	PISCINA DE FUEGO 5.0 kW/m ²	EXPLOSIÓN 1.0 PSI
1	69.4	205.9
2	50.2	165.1
3	44.3	151.6
4	80.2	227.5
5	69.4	206.0
6	31.1	117.3

Tabla 40. Radios de afectación en metros de los seis escenarios para fuego y explosión

Una categorización de las consecuencias generadas por la piscina de fuego y la explosión de la nube de vapor, en base a los radios de afectación y considerando los límites de alto riesgo determinados por SEMARNAT, sobre lesiones y daños a personas y equipos, se elabora la siguiente tabla:

ESCENARIO	CATEGORIZACIÓN DE LAS CONSECUENCIA	
	PISCINA DE FUEGO	EXPLOSIÓN



	(Pool Fire)	UVCE
1	III Alta	III Alta
2	II Mediana	III Alta
3	II Mediana	II Mediana
4	IV Catastrófica	IV Catastrófica
5	III Alta	III Alta
6	I Baja	I Baja

Tabla 41. Categorización de las consecuencias de los seis escenarios

De esta información se advierte que los escenarios 1, 4 y 5 originan consecuencias altas en incendio, por otro lado, el escenario 4 genera una explosión UVCE de consecuencias de categoría catastrófica, con categoría Alta en explosión están los escenarios 1, 2 y 5.

Trasladando esta categorización de consecuencias y combinándolas con su categorización de frecuencia, obtenemos la matriz de riesgo para incendio:

MATRIZ DE RIESGO POR INCENDIO

Matriz de Riesgo por Incendio Pool Fire	Categorización de las Consecuencias			
	I Baja	II Mediana	III Alta	IV Catastrófica
	Categorización de la Frecuencia			
A ($<10^{-1}$)				
B ($10^{-1}-10^{-2}$)				
C ($10^{-2}-10^{-3}$)				
D ($10^{-3}-10^{-4}$)			5	
E ($10^{-4}-10^{-5}$)	6	2 y 3	1	4
F ($>10^{-5}$)				

	Inaceptable		Moderado		Tolerante		Insignificante
--	--------------------	--	-----------------	--	------------------	--	-----------------------

Aplicando los criterios dados se alcanza la categorización de los escenarios contemplados, resultando:

El escenario 1 relativo al derrame de un tanque por sobrellenado tiene consecuencia alta de incendio con categorización E de frecuencia, el escenario 2 concerniente a la rotura de la línea de salida de un tanque tiene consecuencia mediana de incendio con categorización E de frecuencia, el escenario 3 relativo a la rotura del cabezal de descarga de carros tanque tiene consecuencia mediana en incendio con categorización E de frecuencia, el escenario 4 relativo a un orificio en la pared de un tanque tiene



consecuencia catastrófica para incendio y categorización E de frecuencia, el escenario 5 relativo a una fuga en el área de llenaderas de autos tanque tiene consecuencia alta de incendio y categorización D de frecuencia, por último el escenario de la fuga de MTBE en la línea de descarga de una bomba que maneja MTBE, tiene consecuencia baja de incendio con categorización E de frecuencia.

Siguiendo la misma sistemática, la matriz de riesgo por explosión UVCE es:

Matriz de Riesgo por Explosión UVCE	Categorización de las Consecuencias			
	Categorización de la Frecuencia			
	I Baja	II Mediana	III Alta	IV Catastrófica
A ($<10^{-1}$)	Inaceptable	Moderado	Inaceptable	Inaceptable
B ($10^{-1}-10^{-2}$)	Moderado	Moderado	Inaceptable	Inaceptable
C ($10^{-2}-10^{-3}$)	Tolerante	Moderado	Moderado	Moderado
D ($10^{-3}-10^{-4}$)	Tolerante	Tolerante	Moderado	Moderado
E ($10^{-4}-10^{-5}$)	6	Tolerante	2,5	4
F ($>10^{-5}$)	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Moderado

■ Inaceptable	■ Moderado	■ Tolerante	■ Insignificante
--	--	---	---

El escenario 4 relativo a un orificio en la pared de un tanque tiene consecuencia catastrófica con categorización E en la frecuencia, los escenarios 2 y 5 concernientes a la rotura de la línea de salida de un tanque y fuga en una bahía de llenado de auto tanques tienen consecuencia alta en explosión con categorización E en la frecuencia, el escenario 3 referente a la rotura del cabezal de descarga de carros tanques tiene consecuencia mediana con categorización F en la frecuencia y la fuga de MTBE en la tubería de descarga de una bomba tiene consecuencia mediana en explosión y categorización E en la frecuencia, por último el escenario 1 concerniente al derrame de producto por sobrellenado de un tanque tiene consecuencia alta en explosión pero categorización F en la frecuencia.

Adición de salvaguardas para disminuir los valores de probabilidad de los escenarios tratados

Hasta este nivel del análisis de riesgo podemos tener una idea clara de qué eventos iniciantes son los más factibles de ocurrir, se han evaluado probabilidades de suceso de éstos, se han calculado posibles radios de afectación y se han definido matrices de riesgo que categorizan consecuencias con frecuencias. El siguiente paso será el examinar qué



acciones pueden permitir reducir estas consecuencias y estas probabilidades de frecuencia.

En este punto se analizará qué prácticas lograrán incrementar el nivel de seguridad de las instalaciones, considerando que la ingeniería de diseño de la terminal involucra las prevenciones y disposiciones normativas fundamentales de un establecimiento de este tipo. Recordemos que el control y la instrumentación que permite el control del proceso no es considerada como capa de protección.

Adicionalmente, no son consideradas capas de protección adicionales, los equipos y las prácticas consideradas como obligatorias en las distintas normatividades, como pueden ser: Diques de contención, red de contraincendios, sistema de detectores, separaciones entre equipos, etc.

Las protecciones o salvaguardas a considerar, para cada escenario, son evaluadas para examinar si cumplen con los requerimientos para ser consideradas como IPLs. Recordemos que un IPL es calificado como tal cuando:

- Se consigue efectividad en prevenir una consecuencia, respecto al diseño
- Se detecta la condición ante la que se requiere actuar
- Se tiene independencia del evento iniciante

En esta diligencia es elemental el separar aquellas protecciones que tienen la función de controlar las variables del proceso y de ahí seleccionar acciones adicionales que resguarden en capas secundarias o suplementarias la seguridad.

Para alcanzar este objetivo se describe brevemente qué protecciones primarias o funciones de control debe tener cada escenario y las acciones adicionales que pueden ser consideradas IPL's (Independent Protection Layer), que incrementarían el SIL (Safety Integrity Level) o nivel de resguardo y protección del evento.

Escenario 1 A. Derrame de un tanque: La operación de carga y/o vaciado de un tanque estará monitoreada y controlada por un circuito lógico que esté monitoreando el nivel del tanque y dé señal a un controlador y un registro de la variable (el nivel). Adicionalmente tendrá un sensor independiente que alerte de un valor de nivel fuera del rango normal de operación en el primer circuito de control.

IPL's adicionales que asegure la supresión o minimización del riesgo serán:

- ✓ El procedimiento de descarga de un ferrocarril deberá de considerar:
 - Reunión previa entre personal encargado de la operación recibo de la terminal y el responsable de la maniobra de descarga del tren transportista.



-
- Conciliación de flujos y volúmenes de descarga, que aseguren:
 - Cumplir con presiones y velocidades de descarga acordes a los valores de diseño de la Terminal.
 - Que el volumen a descargar del ferrocarril cuente con el espacio vacío del tanque que recibirá el hidrocarburo. De realizarse la descarga hacia dos tanques de almacenamiento, se deberán de determinar las capacidades a enviar a cada tanque.
 - Al cumplirse el volumen de transferencia acordado, se deberá de suspender el bombeo de forma automática.
 - El personal encargado de la transferencia tanto del ferrocarril como el cuarto de control de la terminal, deberán de dar seguimiento puntual a la disminución de niveles de carga del ferrocarril y del incremento de nivel del tanque de recibo.
 - Durante la reunión previa entre responsables de la descarga del ferrocarril y responsables de la operación del tanque que recibe, deberá de comprobarse la efectividad de la comunicación vía radio entre éstos. De ocurrir una pérdida en esta comunicación, deberá de suspenderse de forma automática la transferencia de producto hasta comprobar su restablecimiento.
 - ✓ Adicionalmente considerar la inclusión de la información en el loop de control de los volúmenes registrados en el medidor de transferencia de custodia ubicado entre el ferrocarril y el tanque, con la finalidad de ligar la medición del volumen del ferrocarril contra el volumen de carga al tanque, activando alarma de desviación y paro del proceso ante cualquier distorsión.

Escenario 2 A. Rotura de la tubería de salida de un tanque: Por lo general el diseño de un proceso de vaciado de un recipiente, no tiene un control operativo específico que considere este evento, por lo que es sencillo determinar acciones que prevengan y mitiguen el suceso.

IPL's adicionales, podrán ser:

- ✓ Instalación de válvulas a pie de tanque y a pie de dique, lo que permite asegurar el aislamiento rápido de alguna fuga en las tuberías de salida de los tanques de almacenamiento.
- ✓ Detectores de hidrocarburos en la piscina de almacenamiento, con acción sobre alarmas en cuarto de control y accionamiento de equipos básicos de contra incendios.



-
- ✓ Establecer un procedimiento que regule y determine la presencia de equipo y personal en la piscina de contención. A fin de evitar cualquier perjuicio a la instalación.
 - ✓ Situar un circuito de vigilancia por video que permita el seguimiento de movimientos e injerencia de personal y agentes extraños en área de tanques de almacenamiento.

Escenario 3 A. Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque de la bomba encargada del movimiento. El diámetro de este cabezal es de 12 pulgadas, y tiene una capacidad de flujo de 1,200 gpm. El incidente origina un derrame hasta que la actuación de un sensor de mezcla explosiva o la acción de un operador en el área suspende la operación.

IPL's adicionales, podrán ser:

- ✓ La instalación de dispositivos de paro en bombas de descarga de carros tanque por alta y baja presión en succión y descarga de bombas.
- ✓ La disposición de tapones fusibles térmicos en el área de casa de bombas de descarga de ferrocarriles, que accionen de forma automática el sistema contra incendios.
- ✓ La instalación de sensores de mezclas explosivas que alerten la presencia de hidrocarburos en el área.

Escenario 4 A. Formación de un orificio en la pared de un tanque: Dado que este evento se centró en causas relacionadas con materiales y procedimientos de construcción y con posible corrosión, siendo todas ellas de comportamiento y manifestaciones de largo plazo, por lo que se giró hacia un acto generado por terceros. La primera fase deberá atenderse durante el diseño y durante la construcción, la inspección de tangibles y la comprobación de integridad del recipiente. Durante la fase de operación y mantenimiento, sí tiene posibles adiciones de IPL's.

IPL's adicionales, podrán ser:

- ✓ Establecer un procedimiento que acate de forma estricta las prácticas y recomendaciones de la NACE para tanques en sus recomendaciones de integridad mecánica contra la corrosión.
- ✓ Detectores de hidrocarburos en la piscina de almacenamiento, con acción sobre alarmas en cuarto de control y accionamiento de equipos básicos de contraincendios.
- ✓ Dado que se estableció también como posible causa un atentado o vandalismo, las acciones a incrementar la integridad física de la instalación podrán ser consideradas como layers o capas adicionales de seguridad, como el resguardo perimetral de la terminal, la vigilancia en circuito cerrado de video de las



instalaciones, la instalación de sensores de presencia ajena o desconocida en la terminal.

- ✓ La realización de auditorías internas y externas que abarquen aspectos de corrosión en tanques.

Escenario 5 A. Ruptura o desajuste completo de la conexión de carga de un auto tanque. Este escenario ocurre durante la operación de carga de un auto tanque y se desarrolla en la zona denominada “llenaderas”, donde se lleva a cabo esta operación de carga de los camiones cisterna.

IPL's adicionales podrán ser:

- ✓ El protocolo de carga de los auto tanques debe considerar:
 - Sistema de frenado automático del autotanque que bloquee el encendido en la posición de carga
 - Retiro de llaves de encendido a los operadores que tengan equipo en proceso de carga
 - Instalación de sensores ópticos de sobrellenado en cada bahía
 - Instalación de un sistema de tierra segura (Cargas estáticas)
 - Al cerrar la garza de conexión al auto tanque, se debe presionar el sistema de frenado del auto tanque
- ✓ Las conexiones de carga deben contar con un dispositivo que no permita iniciar el bombeo, hasta que no se compruebe la sujeción de la toma de la boquilla del auto tanque.
- ✓ Las conexiones de carga deben contar con un dispositivo que abra el circuito de control del proceso parando de forma inmediata el bombeo, al perderse la fijación de sujeción de la toma de la boquilla del auto tanque.
- ✓ Los auto tanques en el proceso de carga deben estar fijos en su posición, mediante fijadores o galgas que eviten cualquier movimiento durante el proceso.
- ✓ La instalación de dispositivos de paro en bombas de carga de autos tanque por alta y baja presión en succión y descarga.
- ✓ La disposición de tapones fusibles térmicos en el área de casa de bombas de descarga de ferrocarriles, que accionen de forma automática el sistema contra incendios.



Escenario 6 A. Rotura de la línea de descarga de la bomba P-801 de MTBE, a un tanque de almacenamiento de gasolina. Durante el bombeo de aditivo la tubería sufre un impacto que origina una fuga del aditivo.

Los puntos principales de riesgo de un impacto con tuberías de la terminal son dos:

- La aproximación de un vehículo de servicios ajeno a la terminal
- La aproximación de un vehículo de mantenimiento de la terminal

IPL's adicionales, podrán ser:

- ✓ La instalación de dispositivos de paro en casa de bombas por alta y baja presión en succión y descarga.
- ✓ La disposición de tapones fusibles térmicos en el área de casa de bombas, que accionen de forma automática el sistema contra incendios.
- ✓ La instalación de sensores de mezclas explosivas que alerten la presencia de hidrocarburos en el área.
- ✓ Toda tubería que maneje producto combustible debe contar con protección contra percusiones de vehículos
- ✓ Los cruces de vialidades en donde existan tuberías con hidrocarburos, deberán de ser de al menos 7.6 m de altura con respecto al nivel de piso.

- ✓ El cruce de tuberías con vialidad de auto tanques deberá de ser subterráneo a fin de evitar cualquier tipo de colisión, con una profundidad de al menos 1.2 m con respecto al nivel del lecho superior de la tubería, protegiendo el rack con la técnica de encofrado.

- ✓ Los bordes entre un rack de tuberías y el área de maniobras de vehículos, debe estar protegido con barreras o protecciones contra colisiones de acuerdo a requerimientos de la SCT, que puedan soportar el embate de un vehículo de 40 toneladas de peso.

Todo rack de tuberías de transporte de hidrocarburos debe estar resguardado contra posibles impactos de vehículos en sus cercanías. Además de cumplir con los lineamientos de la autoridad de comunicaciones y transportes, se debe acatar el cumplimiento de la NOM-EM-003-ASEA-2016 en su capítulo 9.3.7 Vialidades, accesos y estacionamientos.

Como se mencionó anteriormente, la fase de adición de capas en el análisis no se incluyen acciones que son catalogadas como de cumplimiento normativo, tales como diques de contención en el área de tanques, dispositivos de arresta flama en las cúpulas, redes de contraincendios de agua, de agua ligera, de espuma, rociadores, cañones de agua, etc., ya que éstos son considerados como obligatorios.



Cálculo de las frecuencias de los escenarios, considerando la probabilidad de falla en demanda (PFD)

La determinación de la frecuencia general de un escenario se realiza con base a la frecuencia del evento iniciante, la probabilidad de ignición según sea el caso y la Probabilidad de Falla en Demanda (PFD) de las posibles capas independientes de protección (IPL's):

$$f_g = f_i \times p^{ign} \times (PFD_x)$$

PFD, es la probabilidad de falla en demanda de la IPL, que protege contra la consecuencia del evento iniciante.

Al dividir el número de veces por año que la acción instrumentada de seguridad falla, entre el número de demandas por año. El resultado obtenido es el "Numero Aceptable de Veces que la acción puede fallar por año, y viene siendo la Probabilidad de Falla sobre Demanda (PFD).

El nivel SIL es fijado de acuerdo a una matriz, que bajo los criterios de un equipo de expertos, establecen valores de probabilidad de fallas sobre demanda promedio.

Nivel de Integridad de Seguridad NIL (SIL)	Probabilidad de Falla Sobre Demanda Promedio (PFDave)
4	$\leq 10^{-5}$ a $< 10^{-4}$
3	$\leq 10^{-4}$ a $< 10^{-3}$
2	$\leq 10^{-2}$ a $< 10^{-3}$
1	$\leq 10^{-1}$ a $< 10^{-2}$

Tabla 42. Valores de probabilidad de falla sobre demanda promedio de Salvaguardas adicionales a los procesos

Fuente: Análisis LOPA de Risk Software, Victor Machiavelo Salinas

Para este estudio de riesgo, consideraremos que las acciones adicionales o SIL's, agregados a cada escenario, son de nivel 1, ya que son acciones sencillas que no requieren de un SIS (Sistema Instrumentado de Seguridad), ni son resultado de análisis adicionales independientes. Por lo que el efecto o consecuencia de su implementación sería:



- 1 SIL adicional corresponderá a un PFD igual a 1×10^{-1}
- 1 y más Sil's adicionales corresponderá a 1×10^{-2}

Por lo tanto, los valores de probabilidad de ocurrencia de los escenarios tratados, con los SIL's, adicionales propuestos, responderán de la siguiente forma:

Escenario	Evento Iniciante	Probabilidad del Escenario para incendio pool Fire con SIL's adicionales	Probabilidad del Escenario para explosión UVCE con SIL's adicionales
1 A	Sobrellenado del tanque	1.5×10^{-6}	6.75×10^{-7}
2 A	Ruptura de línea de salida del tanque	1.21×10^{-6}	1.089×10^{-6}
3 A	Ruptura del cabezal de descarga de carros tanque	1.132×10^{-6}	5.094×10^{-7}
4 A	Orificio en la pared de un tanque	4.3×10^{-6}	1.935×10^{-6}
5 A	Fuga en llenaderas de autos tanque	2.12×10^{-5}	9.54×10^{-6}
6 A	Fuga de MTBE por rotura en línea de descarga de bomba P-801	1.123×10^{-6}	1.01×10^{-6}

Tabla 43. Valores de probabilidad de los escenarios para incendio y explosión con SIL's, adicionales

Si comparamos los valores obtenidos contra los criterios de la IEC 61508, podemos ubicar un posicionamiento de la seguridad del suceso.

La IEC 61508, es una norma básica de seguridad funcional aplicable a todo tipo de industria. Define la seguridad funcional como: "Una parte de la seguridad general relativa al equipo bajo control y el sistema de control", que depende del correcto funcionamiento de los sistemas relacionados con la seguridad y las instalaciones externas de reducción de riesgos.

La norma cubre el ciclo de vida de seguridad completo y puede necesitar interpretación para desarrollar estándares específicos de cada sector. Tiene sus orígenes en la industria de control de procesos.

La norma recomienda que se utilicen técnicas cualitativas o cuantitativas de análisis de riesgos y ofrezca orientación sobre una serie de enfoques. Uno de ellos, para el análisis



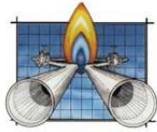
cuantitativo de peligros, es un marco basado en 6 categorías de probabilidad de ocurrencia y 4 de consecuencia.

Categorías de probabilidad de ocurrencia de la IEC 61508:

Categoría	Definición	Rango (fallas por año)
Frecuente	Muchas veces en la vida útil del sistema	$> 10^{-3}$
Probable	Varias veces en la vida útil del sistema	10^{-3} a 10^{-4}
Ocasional	Una vez en la vida útil del sistema	10^{-4} a 10^{-5}
Remoto	Poco probable en la vida útil del sistema	10^{-5} a 10^{-6}
Improbable	Muy poco probable que ocurra	10^{-6} a 10^{-7}
Increíble	Muy difícil que pueda ocurrir	$< 10^{-7}$

Tabla 44. Categorías de probabilidad de ocurrencia de la IEC 61508

Bajo estas consideraciones podemos afirmar que los escenarios tratados en este estudio junto con las capas de protección adicionales propuestas, se sitúan en el rango de 10^{-5} a 10^{-7} , para el riesgo de incendio, con definición de Remoto (Improbable en la vida útil del sistema) para el evento iniciante en las llenaderas, Improbable (Muy poco probable que ocurra) para los eventos de derrame de un tanque, la rotura de una línea de salida de un tanque, la rotura de la tubería de descarga de carros tanque, la creación de un orificio en la pared de un tanque y la rotura de una tubería de aditivo MTBE a un tanque. Para el riesgo de explosión UVCE, la rotura de la línea de salida de un tanque, el orificio en la



pared de un tanque, y la fuga por la desconexión de un auto tanque en llenaderas, es Remoto y el derrame de un tanque y por la fuga en el cabezal de descarga de carros tanque cae en el rango de Improbable, muy difícil que pueda ocurrir.

ANÁLISIS DE RIESGO Y CONSECUENCIAS PARA TURBOSINA, DIESEL y MTBE

Con la finalidad de acometer el análisis de riesgo para los tres productos restantes en la terminal, se consideran los mismos eventos iniciantes que para la gasolina, con su valor de frecuencia de probabilidad obtenidos a través de los FTA, utilizados también para la gasolina, ya que la intervención del tipo de producto almacenado no tiene injerencia con el desarrollo y la probabilidad de cada evento.

Es básico también acentuar que todos los tanques de la terminal para almacenamiento tienen las mismas características de dimensión, diseño, construcción y materiales, siendo estos tanques atmosféricos con techo fijo y membrana flotante.

Cada escenario descrito con respecto a la gasolina, podemos reproducirlo con los mismos generales, tales como tasas de emisión, cantidades fugadas, tiempos de ignición, parámetros atmosféricos, etc., ya que los ajustes de algunas de estas medidas varían de forma trivial que no afecta las evaluaciones de la consecuencia.

Los factores que sí son significativos en el cálculo de los resultados, tales como propiedades fisicoquímicas, tasas de combustión, límites de explosividad, etc., son introducidos en cada nuevo escenario o bien por el propio simulador para cada sustancia.

Para fines de identificación se mencionarán como escenarios A los relativos a la gasolina, los escenarios B los de turbosina, escenarios C los de diesel y los del aditivo se identifican como MTBE .

A continuación, se presenta las tablas que contienen los radios de afectación para cada producto. Las simulaciones completas para cada escenario y para cada hidrocarburo y el aditivo MTBE, pueden ser consultadas en Anexos.

Escenario 1	Parámetro de Riesgo	Gasolina metros	Turbosina metros	Diesel metros	MTBE metros
Derrame de un tanque por sobrellenado	1.4 kW/m ²	129.9	137.4	135.5	93.3
	5.0 kW/m ²	69.4	73.4	72.6	49.1
	32 kW/m ²	24.6	26.2	26.5	14.6
	0.5 psi	350.1	363.8	360.0	268.1
	1.0 psi	205.9	214.0	211.8	157.7



	70 psi	18.1	18.8	18.6	13.9
	½ LIE	220.4	243.7	320.4	298.4
	LIE	117.1	139.6	180.8	164.7
	LSE	7.4	10.1	5.0	13.5

Escenario 2	Parámetro de Riesgo	Gasolina metros	Turbosina metros	Diesel metros	MTBE metros
Fuga por rotura de tubería de salida de un tanque	1.4 kW/m ²	94.5	100.0	98.6	93.3
	5.0 kW/m ²	50.2	53.2	52.6	49.1
	32 kW/m ²	17.1	18.2	18.6	14.6
	0.5 psi	280.7	291.8	289.0	268.1
	1.0 psi	165.1	171.7	170.0	157.7
	70 psi	14.5	15.1	15.0	13.9
	½ LIE	131.8	149.4	189.9	298.4
	LIE	70.3	83.7	105.3	164.7
	LSE	3.3	3.6	3.8	13.5

Escenario 3	Parámetro de Riesgo	Gasolina metros	Turbosina metros	Diesel metros	MTBE metros
Fuga por rotura del cabezal de descarga de carros tanque	1.4 kW/m ²	85.3	88.4	87.2	82.5
	5.0 kW/m ²	44.3	46.9	46.5	43.3
	32 kW/m ²	14.7	15.8	16.2	12.3
	0.5 psi	257.7	268.2	265.4	246.7
	1.0 psi	151.6	157.8	156.1	145.1
	70 psi	13.3	13.9	13.7	12.8
	½ LIE	108.9	122.8	164.7	249.2
	LIE	58.1	68.1	90.9	136.9
	LSE	3.0	3.5	1.83	10.9

Escenario 4	Parámetro de Riesgo	Gasolina metros	Turbosina metros	Diesel metros	MTBE metros
Fuga por orificio formado en la pared de un tanque	1.4 kW/m ²	150.0	161.7	159.4	151.1
	5.0 kW/m ²	80.2	86.6	85.5	80.2
	32 kW/m ²	28.9	31.4	31.7	26.7
	0.5 psi	386.7	407.3	403.1	374.9
	1.0 psi	227.5	239.6	237.1	220.6
	70 psi	20.0	21.1	20.9	19.4
	½ LIE	277.4	313.0	406.3	614.3



	LIE	148.1	181.3	230.7	353.2
	LSE	11.0	13.4	7.3	32.7

Escenario 5	Parámetro de Riesgo	Gasolina metros	Turbosina metros	Diesel metros
Fuga en llenaderas de autos tanque	1.4 kW/m ²	129.9	137.4	135.5
	5.0 kW/m ²	69.4	73.4	72.6
	32 kW/m ²	24.6	26.2	26.5
	0.5 psi	350.1	363.8	360.0
	1.0 psi	206.0	214.0	211.8
	70 psi	18.1	18.8	18.6
	½ LIE	220.7	243.7	320.9
	LIE	117.2	139.6	181.0
	LSE	7.3	10.1	5.0

Tabla 45. Radios de afectación de cada producto en cada escenario simulados en la Terminal

En los capítulos siguientes de este estudio se proyectarán los radios de afectación de cada escenario para cada producto, utilizando el color rojo para los valores críticos de riesgo, 32 kW/m² para radiación térmica, 70 PSI para ondas de sobrepresión y el Límite Superior de explosividad. El color amarillo se utiliza para definir el radio de peligro en donde se aplica los 5.0 kW/m² para radiación, 1.0 PSI para sobrepresión y el Límite Inferior de Explosividad de la sustancia. Por último, el color verde se utiliza para delimitar la zona de amortiguamiento en donde es determinado el valor de 1.4 kW/m² para la radiación, 0.5 PSI para la sobrepresión y el ½ del Límite Inferior de Explosividad.



VI.4 REPRESENTACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO Y AMORTIGUAMIENTO

Como se ha descrito en el estudio, la ubicación de la terminal es en un predio ubicado en una zona destinada a actividad industrial en el municipio de General Escobedo. Las actividades cercanas son todas industriales, tal como se describe en la siguiente figura.



Fig 73. Colindancias con la terminal de almacenamiento y suministro Escobedo

- Zona descarga Centro Distribución (CEDIS) HEB: 790 metros entre los centros de sus predios
- Montoi/Mattel: 390 metros entre los centros de sus predios
- Industria Magnesita LWG: 700 metros entre los centros de sus predios

En las siguientes imágenes se presentan los radios de afectación de los escenarios del 1 al 5 A para la gasolina y el 6 de MTBE, en todos ellos, los círculos rojos representan los límites del LSE (Límite Superior de Explosividad) del hidrocarburo, de la radiación de 32 kW/m² y de la sobrepresión de 70 psi, los círculos amarillos son los límites del LIE (Límite Inferior de Explosividad) del hidrocarburo, la radiación térmica de 5.0 kW/m² y la sobrepresión de 1.0 psi y los círculos verdes son las zonas de amortiguamiento, o sea, 0.5% del LIE del hidrocarburo, 1.4 kW/m² para la radiación y 0.5 psi para la sobrepresión.

En Anexos, se pueden consultar las imágenes de todos los escenarios para los cuatro hidrocarburos del parque de almacenamiento.



Escenarios para gasolina

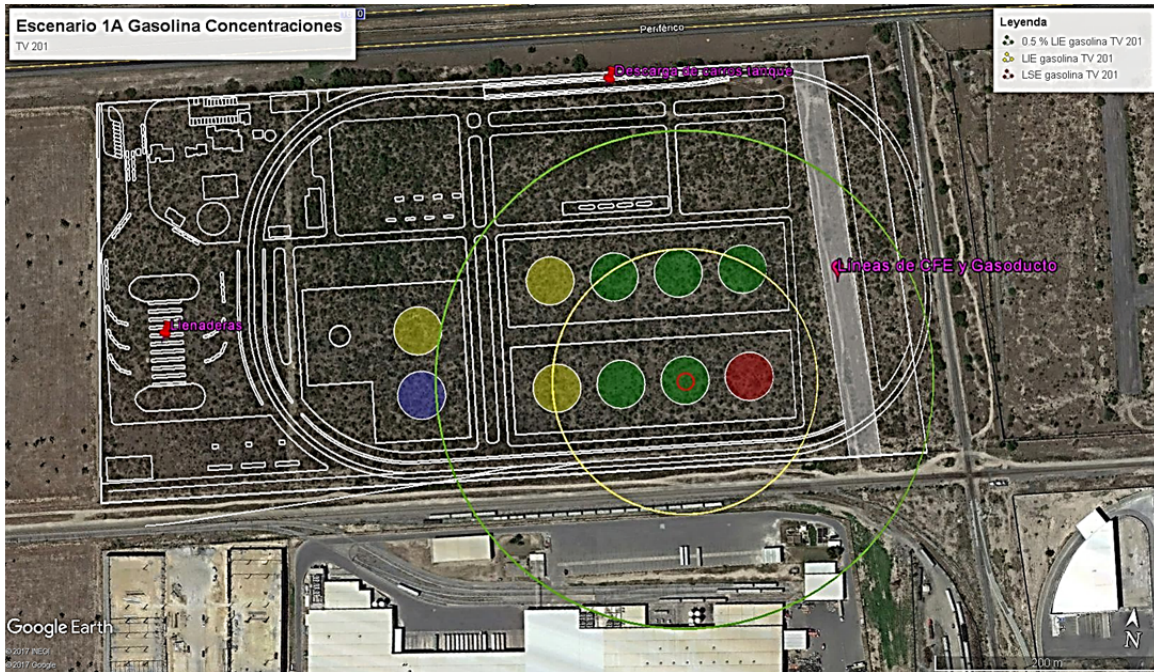


Fig 74. Radios del escenario 1 A Concentraciones por derrame en el TV-201

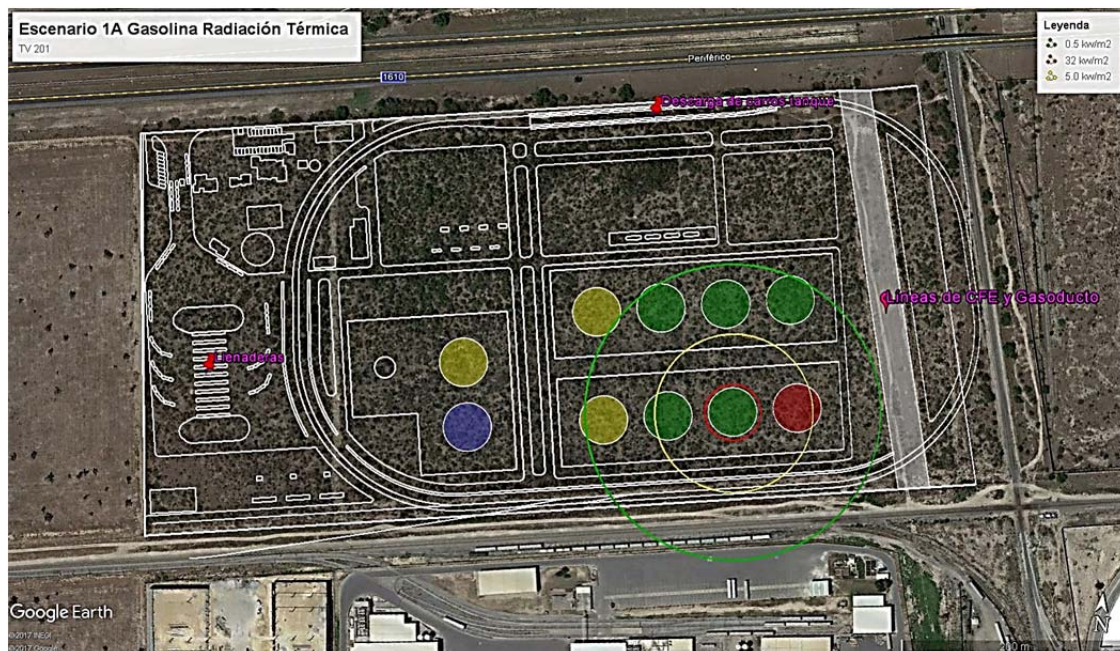


Fig 75. Radios del escenario 1 A de radiación térmica de gasolina por derrame en el TV-201



En este escenario 1 A sobre el derrame de gasolina del tanque TV 201, se aprecia que el radio de afectación de riesgo de 5 kW/m^2 de radiación térmica, compromete los tanques TV 301 y TV 501.

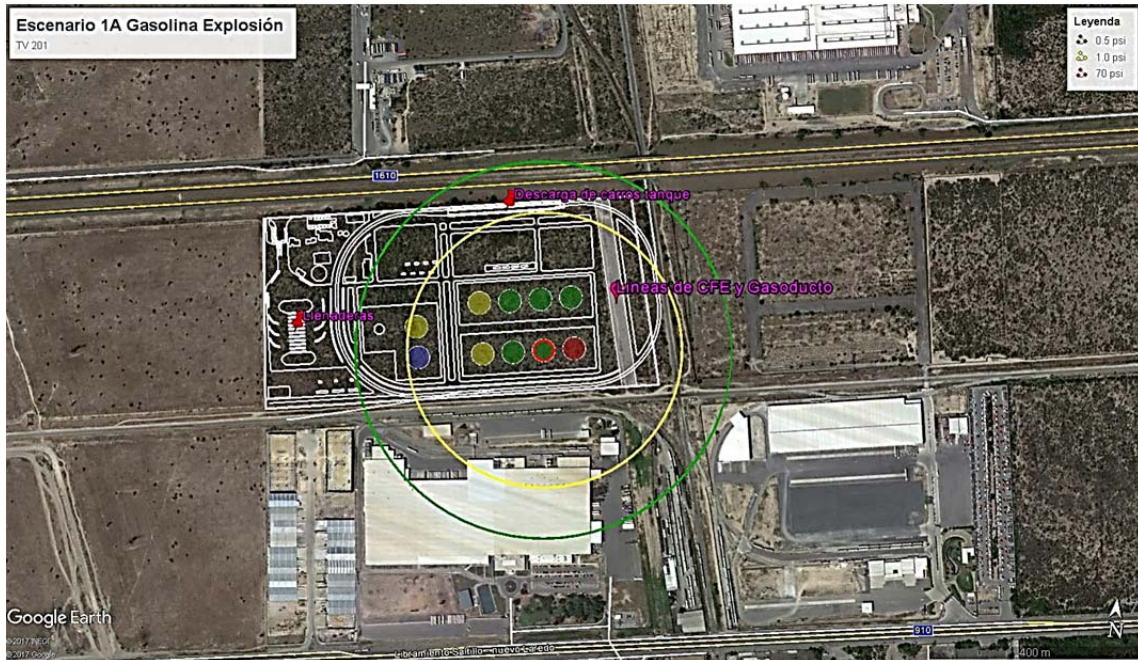


Fig 76. Radios del escenario 1 A explosión de gasolina por derrame en el TV-201

El radio de afectación de 1.0 psi en este escenario involucra todos los tanques.

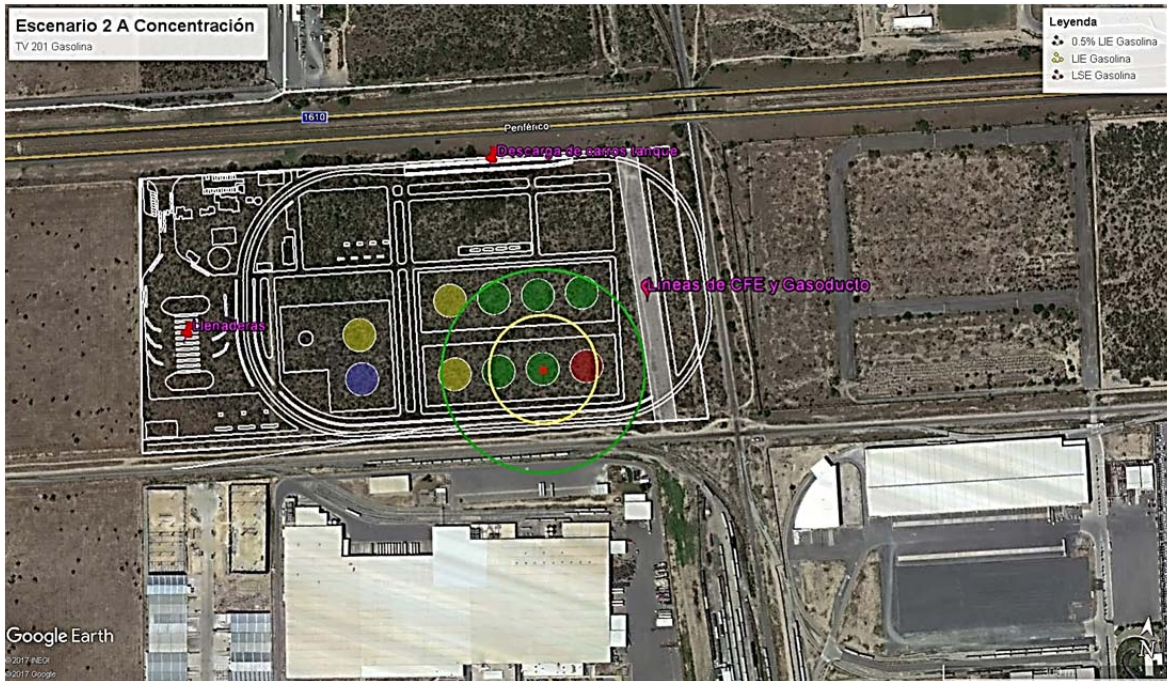


Fig 77. Radios del escenario 2 A Concentraciones por fuga al dañarse tubería de salida en el TV-201

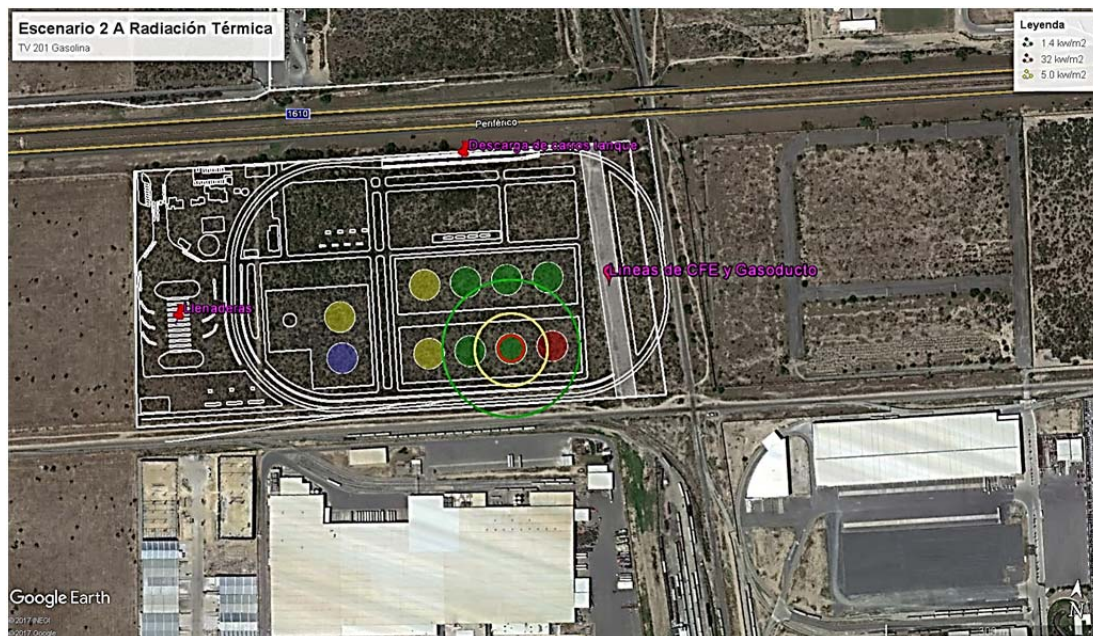


Fig 78. Radios del escenario 2 A radiación térmica por fuga al dañarse tubería de salida en el TV-201

En este escenario sobre la radiación térmica por la fuga de la tubería de salida del tanque TV 201, el radio de 5 kW/m², involucra los tanques TV 301 y TV 501.

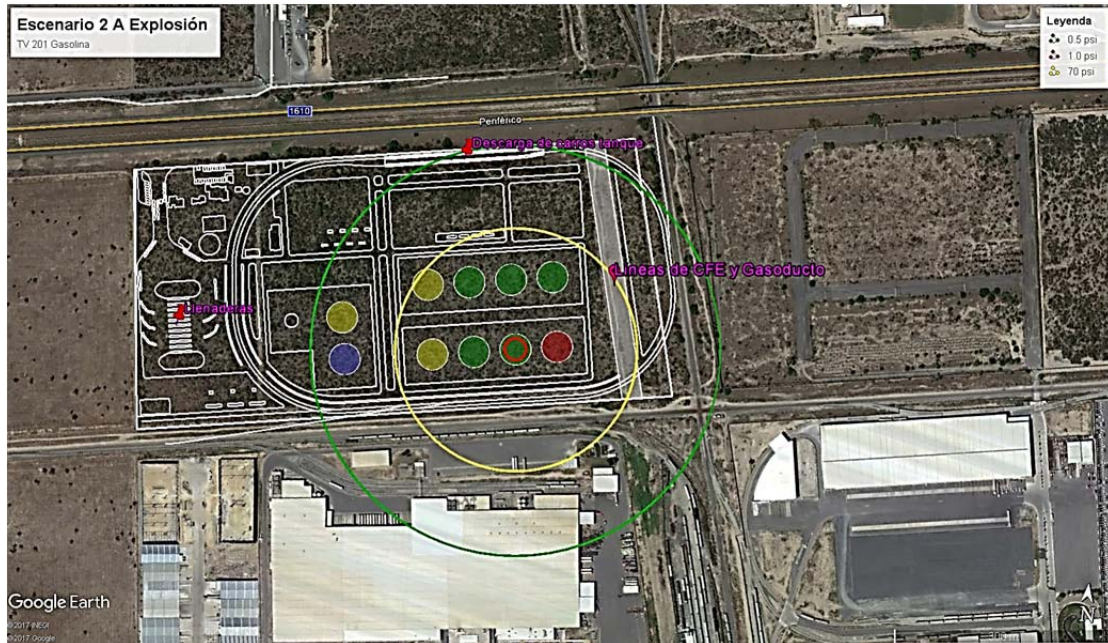


Fig 79. Radios del escenario 2 A explosión por fuga al dañarse tubería de salida en el TV-201

En este escenario de radios de sobrepresión por la fuga de gasolina de la tubería de salida del tanque TV 201 de gasolina, el radio de 1.0 psi abarca los tanques TV 301, 302 de turbosina, TV 202, 203 de gasolina y TV 101 y 102 de diesel.

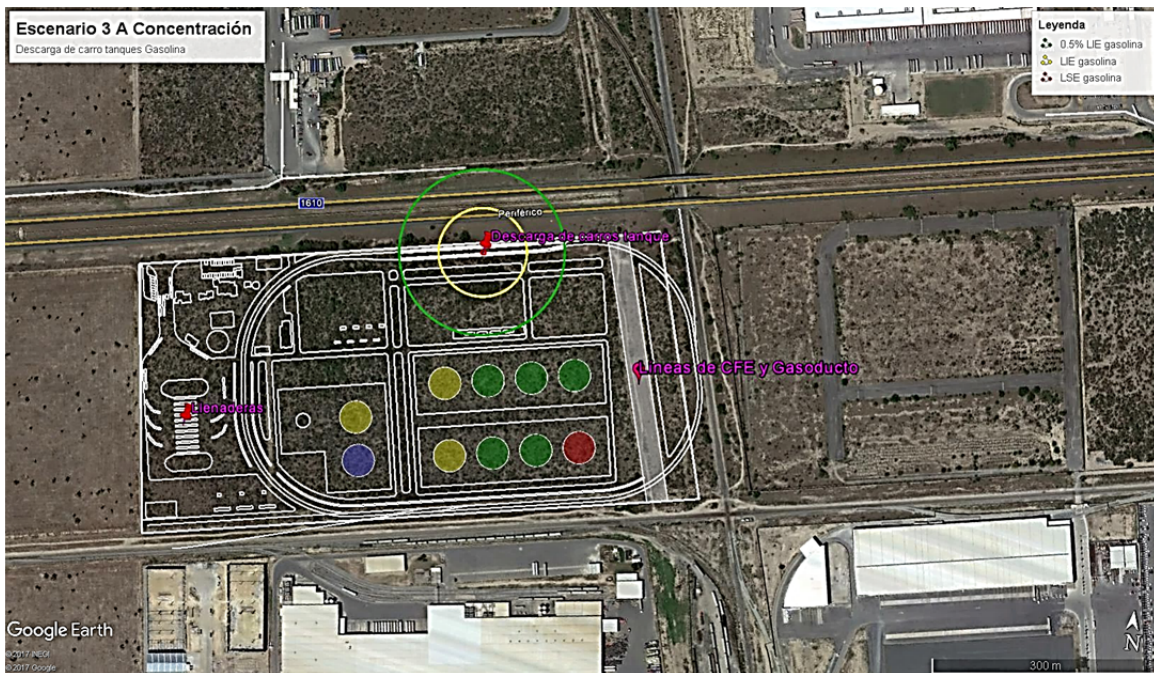


Fig 80. Radios del escenario 3 A Concentraciones por fuga en bahía de descarga de carros tanque

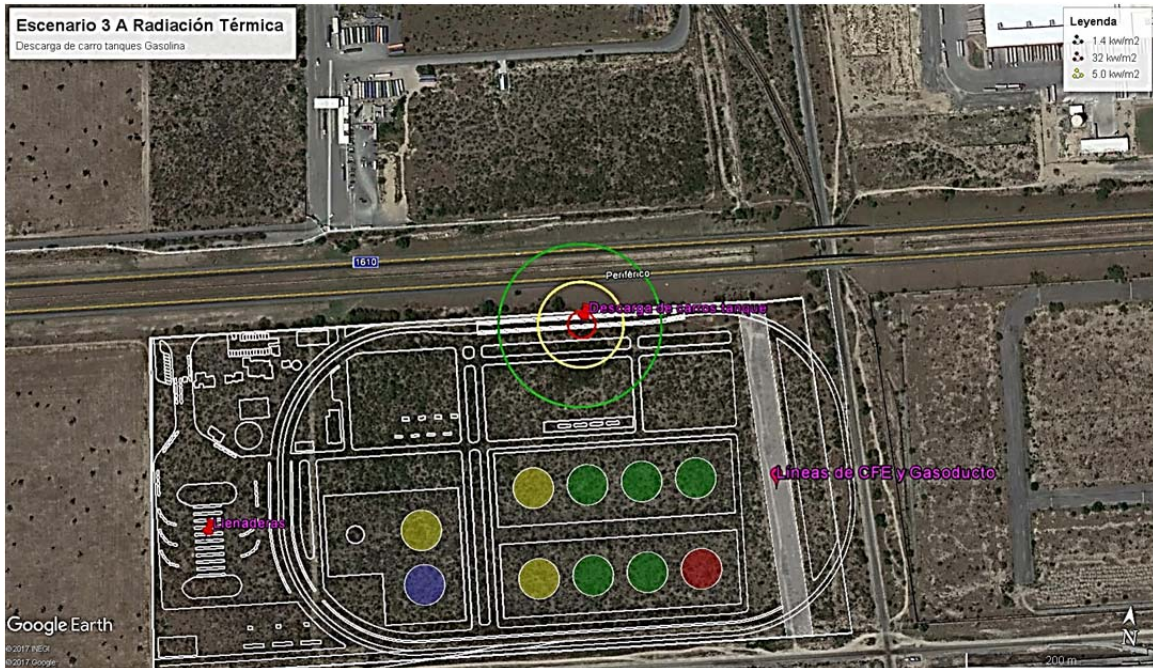


Fig 81. Radios del escenario 3 A radiación térmica por fuga en bahía de descarga de carros tanque

Como puede apreciarse, en las imágenes en este escenario, los radios de afectación no alcanzan tanques o equipos de jerarquía.

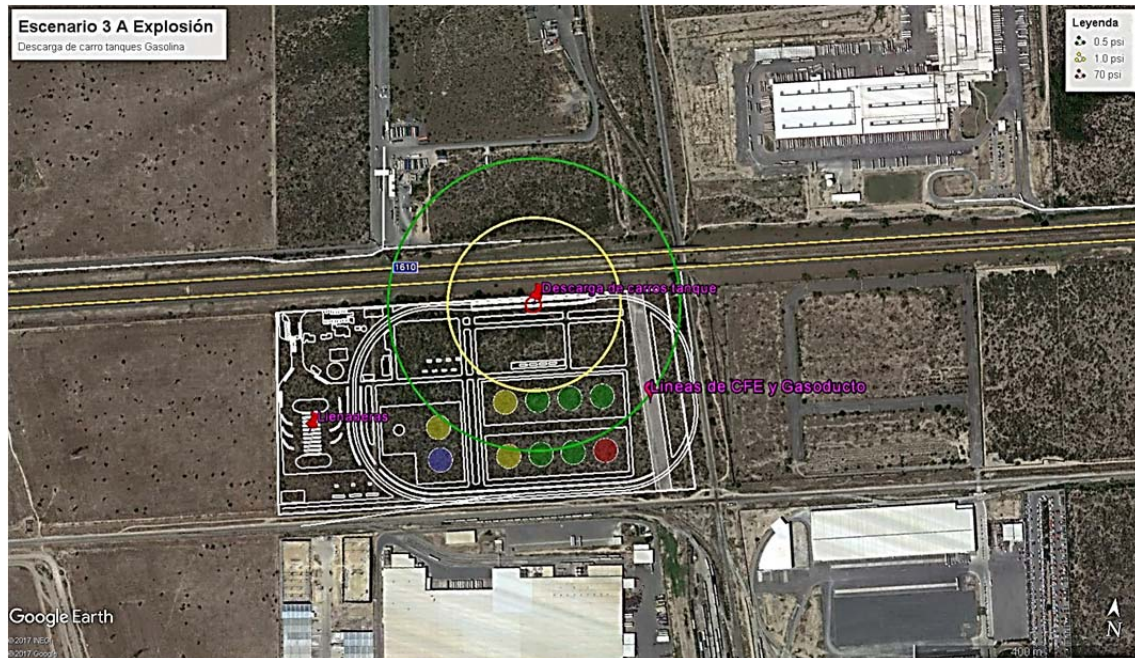


Fig 82 .Radios del escenario 3 A explosión por fuga en bahía de descarga de carros tanque



Para el radio de afectación de explosión de 1 psi, alcanza el área de almacenamiento de aditivos.



Fig 83. Radios del escenario 4 A Concentraciones por fuga en orificio del tanque TV 201



Fig 84. Radios del escenario 4 A radiación térmica por fuga en orificio del tanque TV 201



El escenario 4 relativo a la formación de un orificio en el tanque TV 201, el radio de afectación por radiación de 5.0 kW/m^2 , alcanza los tanque TV 301 de turbosina y TV 501 de MTBE.

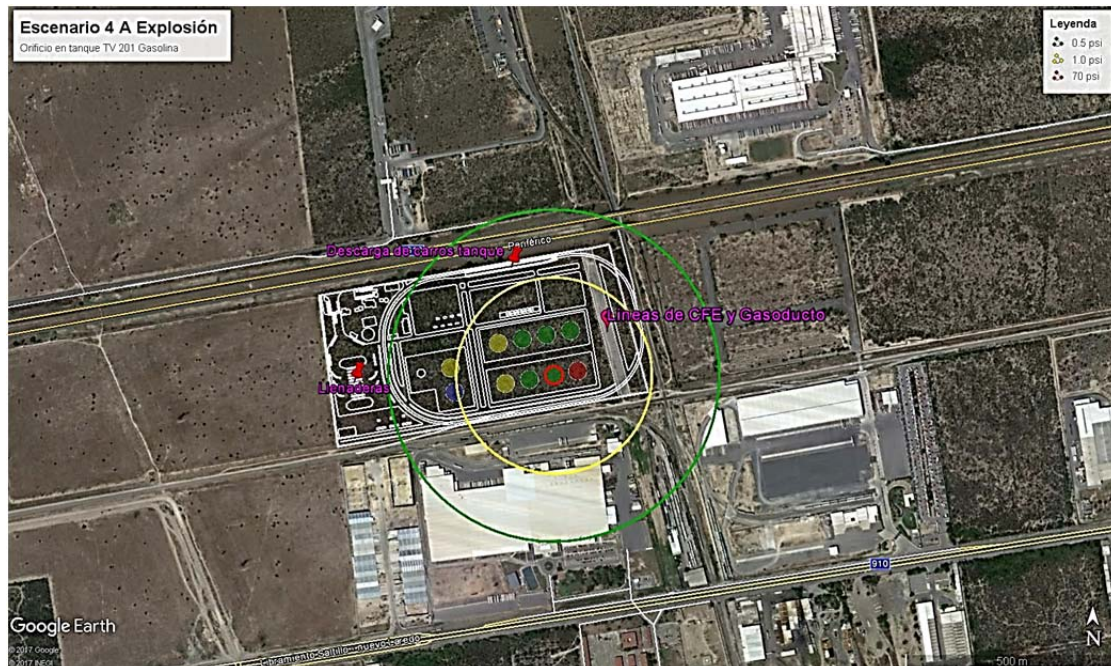


Fig 85. Radios del escenario 4 A explosión por fuga en orificio del tanque TV 201

El radio de afectación por sobre presión de 1 psi, involucra prácticamente todos los tanques de la terminal y alcanza los límites de la planta Mattel.

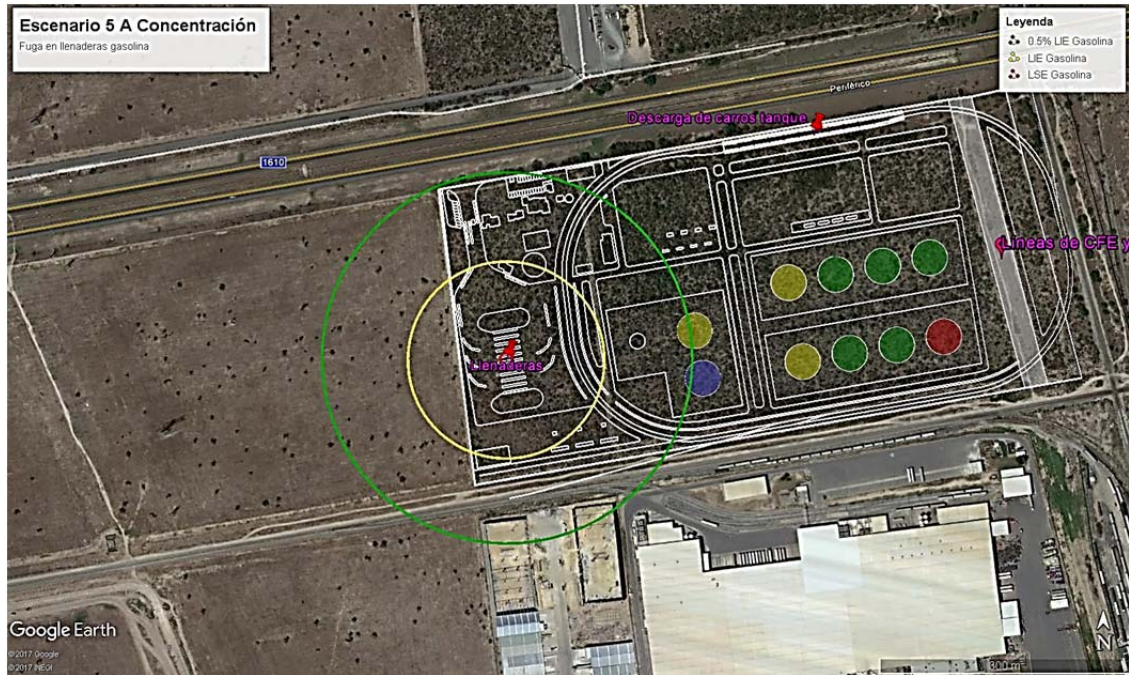


Fig 86. Radios del escenario 5 A concentraciones por fuga en bahía de llenaderas

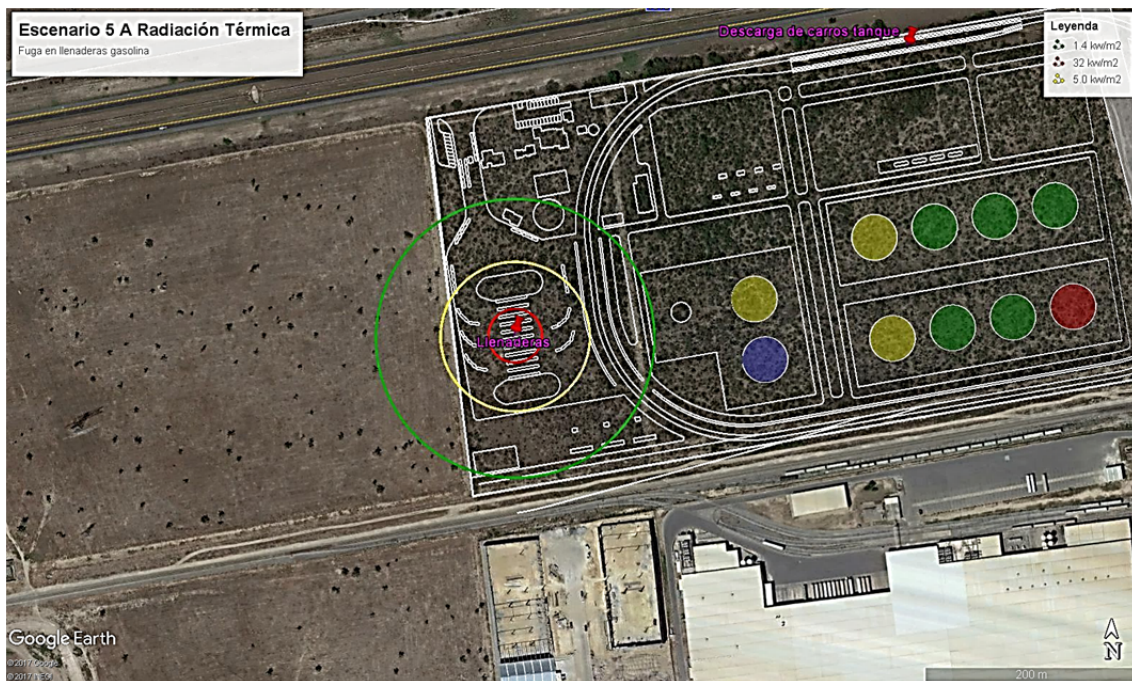


Fig 87. Radios del escenario 5 A radiación térmica por fuga en bahía de llenaderas



El escenario 5 referente a una fuga en la bahía de llenaderas, la radiación térmica no alcanza tanques de almacenamiento, pero involucra a casa de bombas de llenaderas, la unidad de recuperación de vapores y el tanque de agua de CI, el radio entre 5 kW/m^2 y 1.4 kW/m^2 .

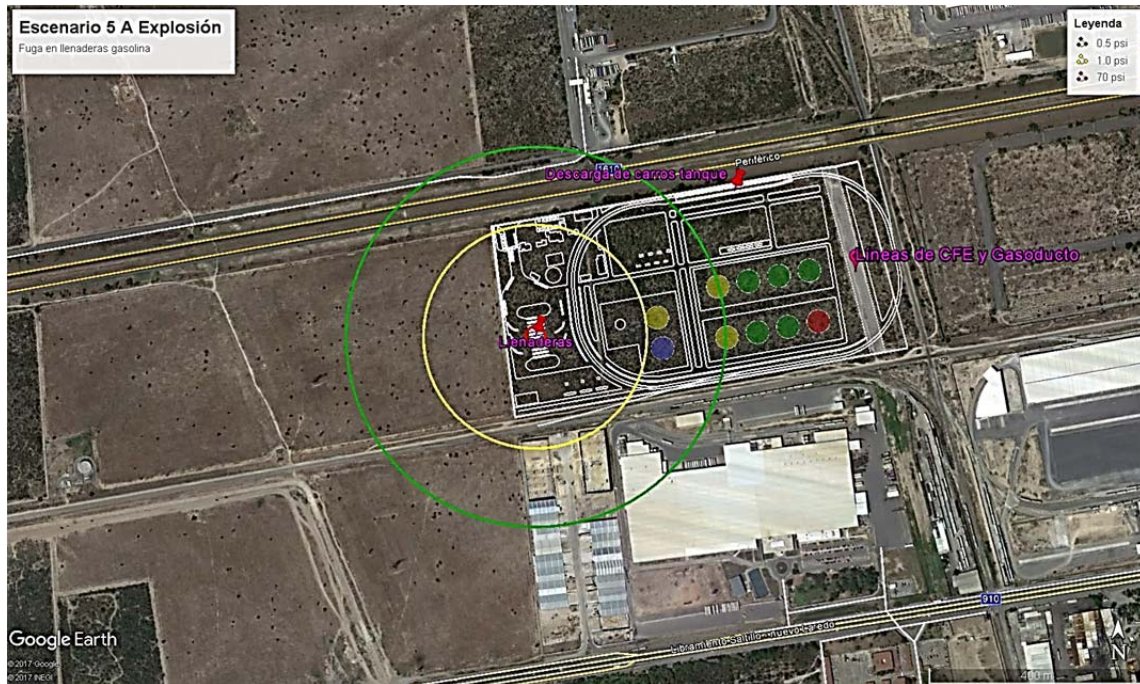


Fig 88. Radios del escenario 5 A explosión por fuga en bahía de llenaderas

Los radios de afectación en la explosión, el valor de 1.0 psi involucra a el cuarto de control, área administrativa, cuarto de bombas de llenaderas, etc., el radio de 0.5 psi abarca los tanques de diesel y el TV 401 de turbosina.



Fig 89. Radios del escenario 6 MTBE concentraciones por fuga de MTBE en tubería de P-801 a TV201

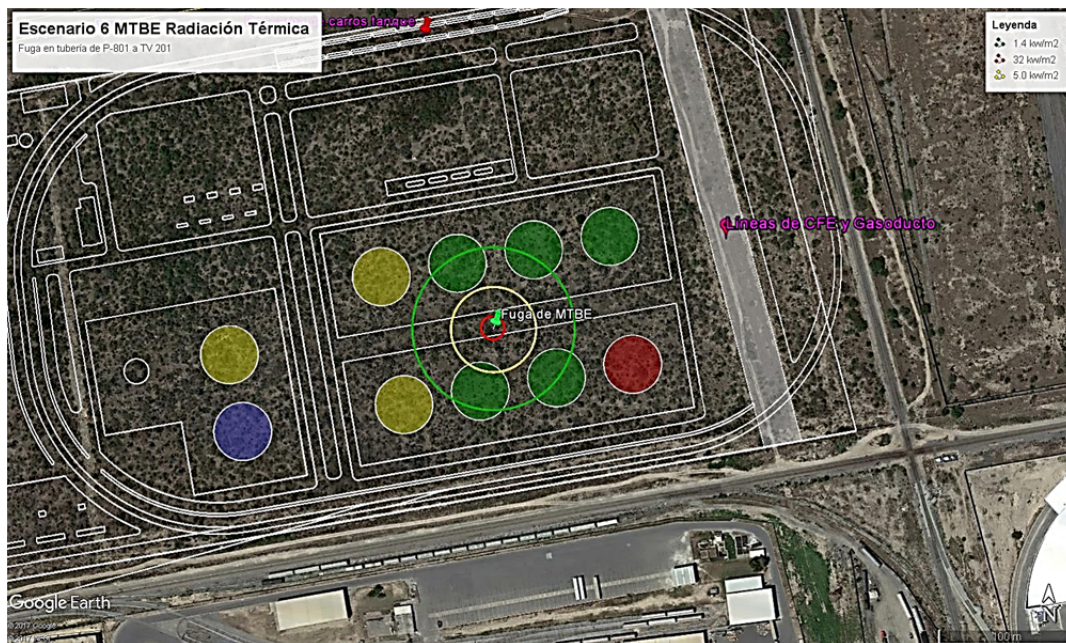


Fig 90. Radios del escenario 6 MTBE radiación térmica por fuga de MTBE en tubería de P-801 a TV201



En este escenario donde se simula una fuga de MTBE en la tubería de la descarga de la bomba P-801 al tanque TV 201, se aprecia que el radio de 5 kW/m^2 de radiación prácticamente no afecta tanques, pero el radio de 1.4 kW/m^2 involucra a los tanques TV 301 y 302 de diesel y TV 201 y 202 de gasolina.

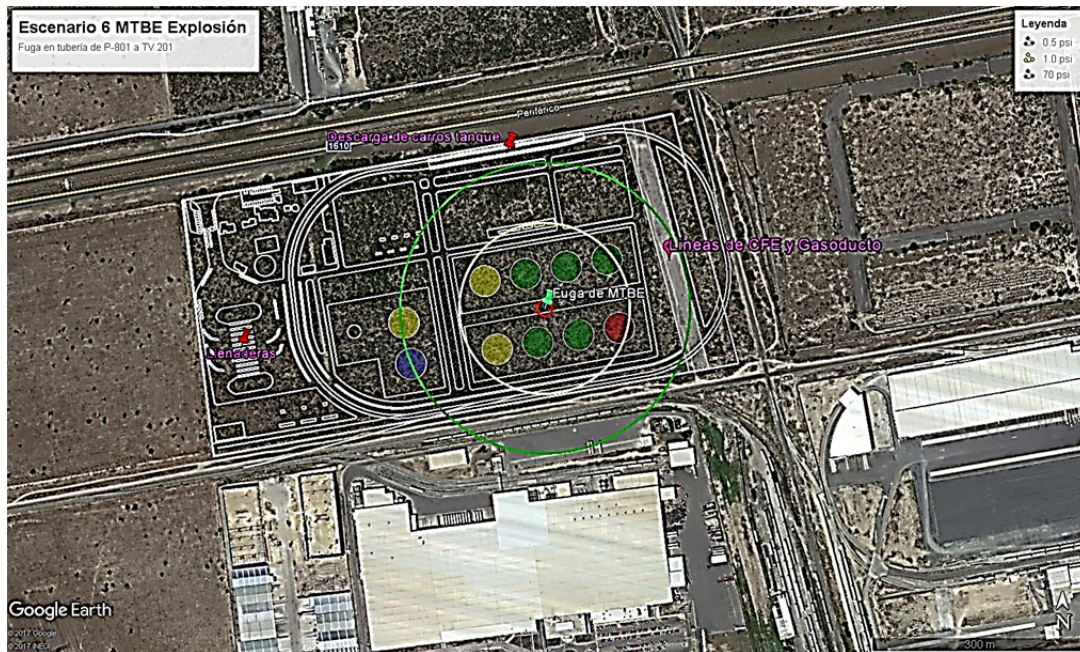


Fig 91. Radios del escenario 6 MTBE explosión por fuga de MTBE en tubería de P-801 a TV201

Para el escenario de explosión, el radio de 1.0 psi afecta los tanques ubicados en los diques de contención 1 y 2, y el radio de 0.5 psi alcanza a afectar los tanques del dique de contención 3.

En Anexos se presentan todas las imágenes de los escenarios simulados.



VI.5 POSIBLES INTERACCIONES DE RIESGO CON OTRAS ÁREAS

Efecto Dominó

El Efecto Dominó es la concatenación de efectos que multiplica las consecuencias de un accidente grave, debido a que los fenómenos peligrosos pueden afectar a los elementos vulnerables exteriores (personas, medio ambiente y bienes), a otros equipos, recipientes, tuberías, depósitos o instalaciones, próximas o colindantes, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio o explosión en los mismos, provocando a su vez nuevas situaciones de riesgo. Aunque se descartan afectaciones en instalaciones colindantes con la terminal, los escenarios 1 y 5 para los tres productos, son los escenarios con mayores probabilidades de dañar otros equipos ya que generan radios de afectación, que pueden desencadenar dicho efecto si no se establecen medidas que aminoren las repercusiones de radiación térmica o sobrepresión, y evitar el involucramiento de otros equipos que desencadenen un evento catastrófico.

De estos escenarios analizados, la radiación térmica o el impacto de una sobrepresión será la consecuencia que pudiera generar la concatenación.

Sobrepresión

La sobrepresión de estos escenarios podría alcanzar valores de hasta 30 kPa (4.3 psi) para las distancias de separación de los tanques, se acuerdo a las simulaciones realizadas con el software SCRI Fuego 1.4. Si analizamos el tipo de explosión que presentarían estos escenarios, podemos aseverar: De acuerdo a la velocidad de reacción, el tipo de explosión se clasifica como deflagrante.

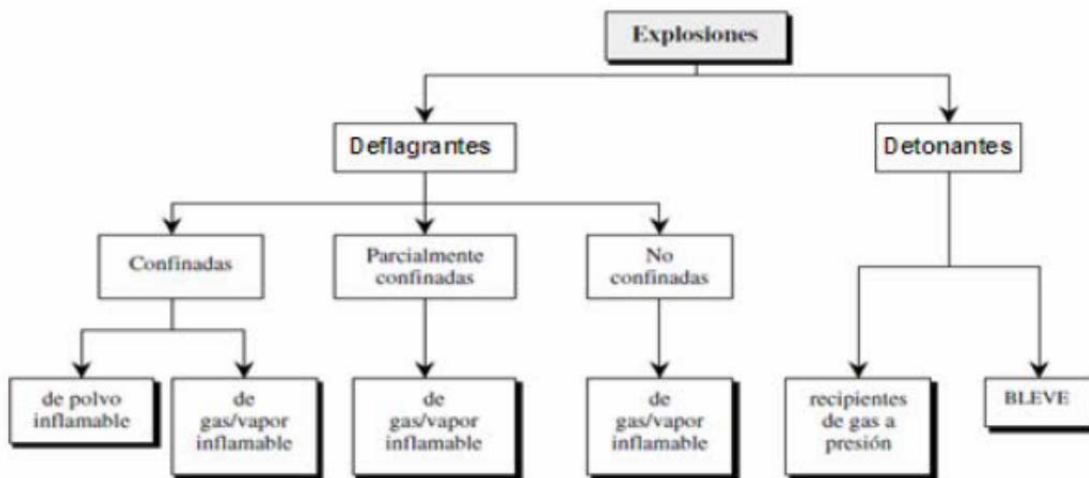


Fig 92. Tipos de explosiones según su velocidad de reacción



Detonantes

Este tipo de explosiones son generadas por velocidades de reacción superiores a la velocidad del sonido, sin tener un techo límite. Las ondas de presión generan ondas de choque de alta potencia energética que transmiten a su vez nuevas explosiones detonantes. Este fenómeno es característico de los gases combustibles que discurren por tuberías.

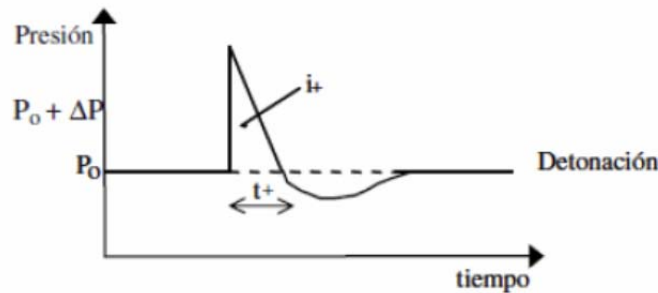


Fig 93. Evolución en el tiempo de una onda de presión detonante

Deflagrantes

Este tipo de explosiones las constituyen aquellas que, partiendo de velocidades de reacción entre 1 (m/s) y la velocidad del sonido, crean ondas de presión que no alcanzan valores de presión superiores a 10 Kg/cm².

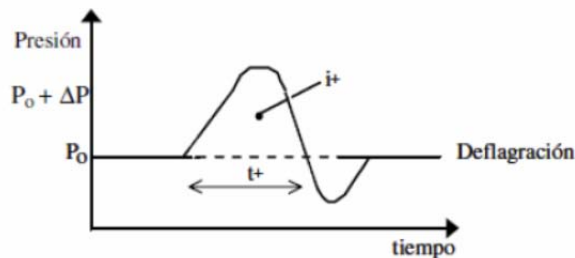


Fig 94. Evolución en el tiempo de una onda de presión deflagrante

Este tipo de explosiones es característica de atmosferas pulverulentas o de vapores de líquidos combustibles. Una explosión deflagrante, tendrá menos consecuencias, si ocurre en lugares abiertos que permitan la disipación de las ondas de presión que se generen, que si se produce la deflagración en un lugar cerrado.

El peligro de explosión está relacionado con los materiales y sustancias procesadas en los equipos. Algunas de estas sustancias pueden sufrir procesos de combustión en el aire. Estos procesos, a menudo, van acompañados de un desprendimiento de grandes



cantidades de energía, calor, y pueden estar asociadas a un incremento de presión y a un desprendimiento de sustancias peligrosas.

Las explosiones deflagrantes presentan un frente de onda mucho más suave, que evoluciona de forma más lenta. La duración de la fase negativa en una explosión deflagrante, es mucho menor que la de las explosiones detonantes.

Explosiones en espacios abiertos El término “Explosión de nube de vapor” (en inglés VCE, de “Vapour Cloud Explosion”) es usado para definir la combustión de la mezcla combustible-aire formada por la fuga y dispersión de una sustancia combustible en la atmósfera, estas nubes, se pueden generar por la fuga de un gas de un recipiente o por la evaporación de un líquido que se ha liberado de un recipiente. Estas explosiones pueden dar lugar a temperaturas muy elevadas, y generar una onda de presión. Este tipo de explosiones puede ocasionarse incluso fuera de los límites de la instalación en la que se generaron.

Puesto que no todas las mezclas son inflamables y no todos los gases son inflamables, para que tenga lugar la explosión de la nube, debe producirse la mezcla entre el combustible y el aire dentro de los límites de inflamabilidad. Si el punto de ignición está muy cerca del origen de la fuga el resultado será un incendio de chorro o de charco, según las características de la fuga, pero sin existir la explosión.

Por otro lado, la magnitud de la onda de sobrepresión generada depende de la velocidad de propagación de la llama (frente de reacción). Cuanto mayor sea ésta, mayor será la sobrepresión alcanzada.

Fuente: Autor: Saturnino Galán Fontenla, Director: Dr. Germán de Melo Rodríguez. Junio 2012. Facultat de Náutica de Barcelona

De acuerdo a la información suministrada por el simulador la presión de 5.0 psi se daría a los 65.09 m de distancia.

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
482.63	70.00	18.12	1.10	167.75	2.11
344.74	50.00	20.96	1.45	145.82	2.04
137.89	20.00	31.51	3.06	99.79	2.60
68.95	10.00	44.21	5.49	74.14	3.37
34.47	5.00	65.09	10.06	52.60	3.98
20.68	3.00	90.22	15.93	38.82	4.44
13.79	2.00	120.15	23.11	29.49	4.87
6.89	1.00	205.95	44.28	17.52	5.76
3.45	0.50	350.08	80.91	10.38	6.65

Tabla 46. Distancias calculadas por el software SCRI, según las presiones de interés del escenario 1 A



La distancia de separación entre los tanques de la Terminal es de 14.5 m entre los mayormente cercanos colindantes, a esta distancia la sobrepresión en la pared del tanque receptor podría llegar a ser superior a 70 psi (482.6 kPa) conforme la gráfica siguiente:

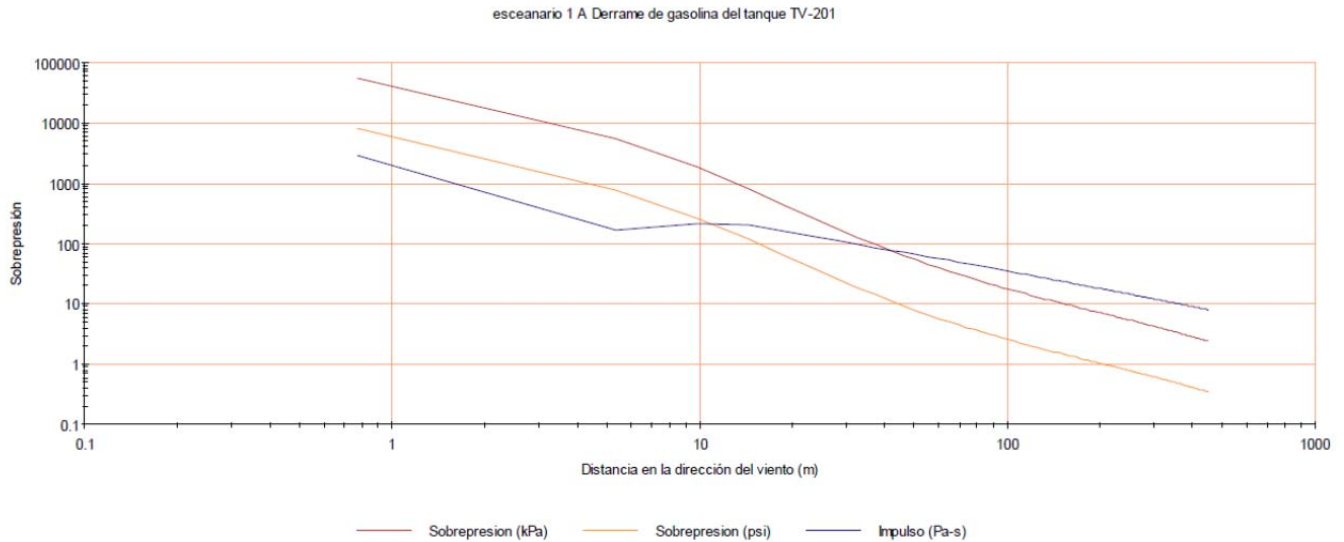


Fig 95. Gráfica de presión contra distancia del software SCRI, del Escenario 1 A

Si se observa la tabla de daños emitida por la Organización Internacional del Trabajo, las sobrepresiones de mayores a 30 kPa (4.3 psi) pueden originar daños en edificaciones de material de block o ladrillo, pero soportables para instalaciones de acero.

Sobrepresión en kPa	Tipo de daño
0.7 a 1	Cristales 5% rotos
1.4 a 3	Cristales 50% rotos
3 a 6	Cristales 90% rotos
3 a 5	Tejas desplazadas
6 a 9	Marcos de puertas y ventanas rotos
14 a 28	Caída parcial de casas
35 a 80	50% a 75% destrucción de casas
80 a 260	Demolición completa

FUENTE: Control de Riesgos de Accidentes Mayores OIT Ginebra

Tabla 47. Daños originados por detonaciones

Con la información analizada sobre la percusión de una explosión como la simulada en el Escenario 1 A de este estudio, el hecho de que sea deflagración (que tendrá una velocidad de reacción de entre 1m/s y la velocidad del sonido), y que por ser originada en un espacio abierto reduce manifiestamente su impacto y además que el cuerpo receptor



será una pared cilíndrica en donde el ángulo de impacto directo se reduce a un área mínima, se puede deducir que ante una contingencia de esta naturaleza la radiación térmica es el riesgo mayor de un posible origen de un efecto dominó.

Radiación térmica El fenómeno predominante en estos casos es la radiación ya que los flujos convectivos desarrollados representan entre el 10% y 20% del flujo radiativo total obtenido, esto es debido a que el valor de radiación depende directamente de la temperatura a la cuarta potencia según la ecuación de Stefan-Boltzman, además de la emisividad (ϵ) que puede ser asumida como 0.8, debido a que el fuego se asemeja a un cuerpo negro, se considera también la constante "C" con un valor de $5.67E-8W/m^2 \cdot K$. Por otra parte, la convección sólo depende linealmente de la temperatura y del tipo de fluido (aire), la conducción en menor cantidad solo se produce en el propio tanque incendiado, que colapsa rápidamente. Las temperaturas de flama adiabática o ideal "Tf" para un incendio de gasolina se encuentran alrededor de los $(1,200-500)^\circ K$; según mediciones experimentales de lo que se puede obtener potencias emisivas entre $(90-120) kW/m^2$, esto se puede demostrar considerando la temperatura ambiental $T_a = 300^\circ K$ y $T_f = 1,200^\circ K$ de manera que:

$$q = (T_f^4 - T_a^4) \cdot \epsilon \cdot C, \text{ reemplazando valores se tiene } 93 \text{ kW/m}^2$$

Según las referencias, el flujo crítico para estructuras con espesor ligero es 37.5 kW/m^2 , sin embargo en el análisis de radiación, el flujo es de 93 kW/m^2 ; entonces, no es considerado directamente como flujo incidente sobre otra superficie, es el valor de la fuente ideal; se debe considerar las pérdidas sobre este flujo fuente para calcular el flujo incidente sobre otra superficie; a esto refiere el concepto de los modelos matemáticos de incendio actuales como: Mudan, Shorki, Point Source, y otros; los cuales toman parámetros atmosféricos como presión barométrica, humedad relativa, temperatura ambiental y lo sintetizan en una variable llamada transmisividad atmosférica, que se trata de la eficiencia en el proceso de transferencia de calor que da el medio (aire).

Luego para hallar dicho flujo incidente se deberá tener en cuenta el conocido factor de vista, que es el porcentaje de radiación incidente, hacia otra superficie con respecto a una fuente de radiación, este último depende en gran parte de la geometría del incendio, para nuestro caso se toma un incendio cilíndrico, es necesario estimar el calor liberado en función del calor de combustión por la velocidad de combustión de la gasolina el cual da un valor de $2,414 \text{ kW/m}^2$, luego se calcula la altura de la flama "H" empleando la siguiente fórmula simplificada:

$$H = 7.5 \times 10^{-4} \times q \times D \times e^{-0.05D} = 61.8$$

Siendo:

H = Altura de la flama (m)

D = Diámetro del recipiente o tanque (42.67 m)



q = Rapidez de calor total por la combustión para la gasolina (2,414 kW/m²)
 $e^{-0.05D}$ = Emisividad 0.8

La altura de la flama calculada es 61.8 m, que permite ubicar el foco radiativo del incendio y con ello calcular el factor de vista, calculado por tablas, el factor de vista al depender del distanciamiento permitirá estimar la curva de radiación.

Sin embargo, el resultado de la simulación para este escenario calculado con el software SCRI versión 1.4, arrojó una altura de la flama de 29.69 metros, valor notoriamente menor al calculado líneas arriba. Lo anterior es evidente, ya que el cálculo realizado por el simulador tiene un mayor número de variables y algoritmos que hacen más realistas sus resultados.

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO	
Flujo volumétrico	0.0378 m ³ /s
Densidad del líquido	700.00 kg/m ³
Diámetro calculado del área	24.75 m
Consumo vertical por combustión	7.857 E-05 m/s
Área del derrame	481.09 m ²
Altura de la base del fuego	1.00 m
Tasa de combustión total	26.4600 kg/s
Altura de flama	29.69 m

Tabla 48. Características del fuego aportadas por el software SCRI, del Escenario 1 A

El valor límite de radiación fijado para este estudio es de 32 kW/m²; si se quisiera diseñar un sistema contra incendio capaz de combatir esta radiación incidente en un tanque cercano para lograr su enfriamiento y mantener la integridad de su estructura mecánica, deberá hacerse como mínimo mediante la siguiente estimación derivada de la pérdida de calor, considerando que el agua debería alcanzar como máximo 80°C, ya que después de 100 °C es vapor, asumiendo que es lanzada a una temperatura ambiente de 25°C.

$$m = \frac{q}{C_e \times \Delta T}$$

Siendo:

C_e = Calor específico del agua (kJ/kg^K)

T = Diferencia de temperaturas del estado agua (en K)

q = Rapidez del calor total liberado de combustión (kW)

$$m = \frac{32}{4.18 \times (80 - 25)} = 0.14 \frac{kg}{m^2 \times s} \times \frac{60 s}{1 min} \times \frac{1 m^2}{10.7 ft^2} \times \frac{1 lt}{1 kg} \times \frac{1 gal}{3.78 lt} = 0.20 \frac{GPM}{ft^2}$$



Este valor es cercano al valor de diseño de los sistemas contra incendio para la mayoría de instalaciones de hidrocarburos (0.15-0.20) GPM/ft²; aunque este ratio esté sobreestimado debido a que es considerado que el flujo radiativo, es uniforme en toda la superficie del tanque (situación ideal), es aceptable; debido a que en los sistemas contraincendios es requerida una reserva de seguridad ante una eventualidad (efecto dominó), aunque en un análisis detallado del mismo; es probable que requiera un porcentaje menos del ratio obtenido.

Esta capacidad de flujo de enfriamiento del tanque receptor de la radiación térmica asegurará la desaparición de un posible efecto dominó.

Conclusión

Para minimizar el riesgo de un efecto dominó se deberá de contar en los tanques de Almacenamiento con sistemas de inyección de espuma de baja expansión, a base de líquido espumante Aqueous Film Foming Foam (AFFF) con dosificación del 3% al 6%, lo que permitirá reducir el tiempo de exposición a radiación térmica y la red de espuma contra incendio debe diseñarse en un cabezal con líneas independientes para aplicación de espuma, de manera que puedan ser seccionados los tanques o áreas que requieran esta protección.

Los tanques de Almacenamiento deben contar con el sistema de aplicación de espuma a través de cámaras de espuma (aplicación superficial), y/o formadores de alta contrapresión (inyección sub-superficial). Conforme al punto 9.3.9 Sistema de contraincendios inciso g.I de la norma NOM-EM-003-ASEA-2016.

Cada tanque deberá de contar con cuatro frentes de ataque de acuerdo con el punto 9.3.9.2 de la misma norma.

Los tanques de almacenamiento deberán de contar con anillos de enfriamiento que satisfagan el requisito de proporcionar 20 GPM/ft², para asegurar la disipación del calor radiado por un evento de incendio de un tanque cercano.

El área de almacenamiento deberá de contar con sensores de presencia de hidrocarburos y fuego que permitan la acción inmediata ante un siniestro.

Reducción de la magnitud del riesgo:

El incendio del tanque TV 201 compromete dos tanques más en su colindancia; si se garantiza su integridad recomendando pruebas al sistema contra incendio y la instalación



de anillos de enfriamiento circunferenciales, se reducirá el riesgo de posibles daños a éstos.

Se recomienda realizar pruebas contra incendio bajo el estándar NFPA25, que verifican la confiabilidad de dicho sistema, proporcionando una reducción en la probabilidad del riesgo.

Estas salvaguardas aplican para la prevención de la generación de un efecto dominó en el resto de los escenarios analizados en este estudio, por lo que deberán de ser aplicadas en todos los tanques de almacenamiento.

Fuente que soporta esta sección: ANÁLISIS DE RIESGOS CONTRA INCENDIO EN UNA INSTALACIÓN DE HIDROCARBUROS Primera edición Enero, 2012. Arevalo Villanes, César & Valderrama Romero, Andrés Editor: Víctor López Guzmán



Franja de terreno de servidumbre de paso de CFE y PEMEX

Como se mencionó en el capítulo II, el predio de la terminal cuenta con una superficie de 24.11 has., que se integraron mediante tres parcelas en las cuales entre las número 2 y 3, se ubica una franja que es servidumbre de paso de líneas de alta tensión de CFE y paralelamente a éstas, tres ductos de PEMEX. Dichas tuberías son un poliducto de 10 pulgadas de diámetro y dos gasoductos de gas natural, uno de 30 pulgadas y el otro de 10.

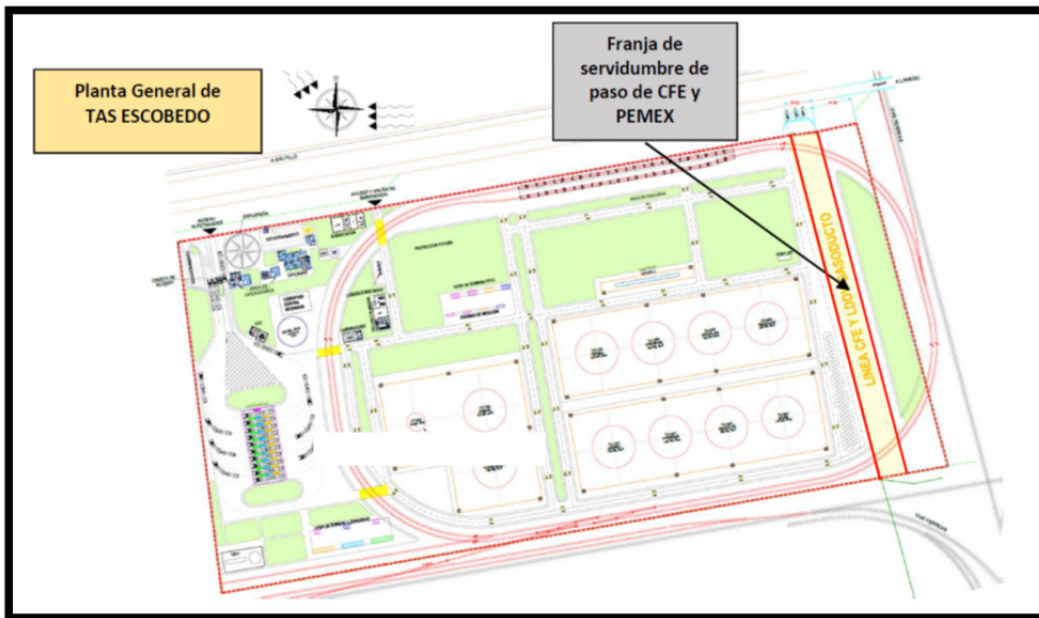


Fig 96. Ubicación de la franja de servidumbre de paso de CFE y PEMEX

Como puede constatarse las distancias entre estas instalaciones y los tanques de almacenamiento de hidrocarburos es corta.

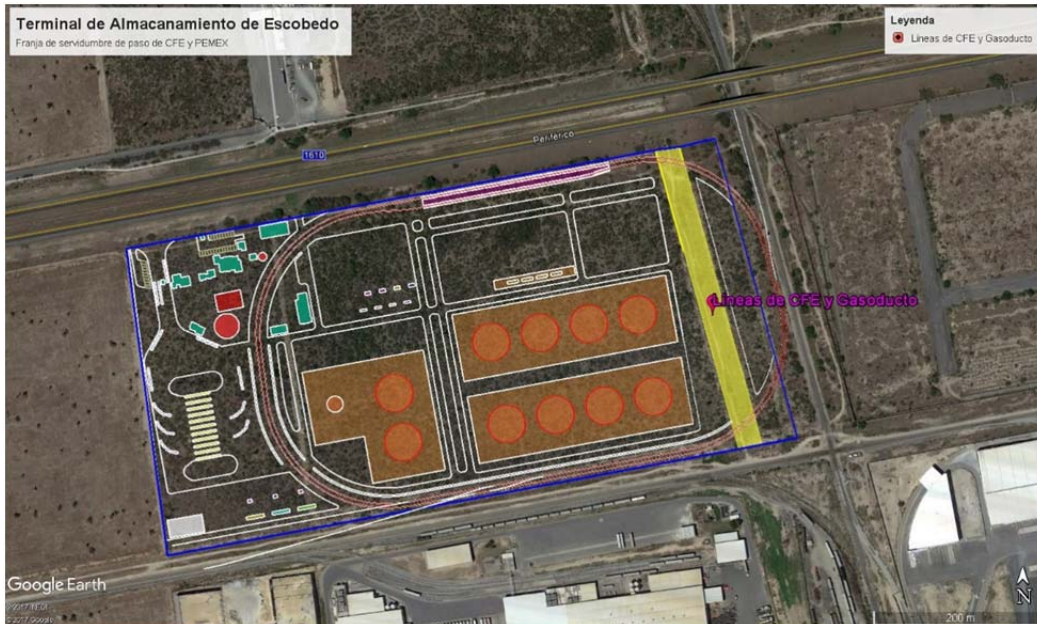


Fig 97. Imagen satelital de la terminal con la posición de la franja de servidumbre de paso de CFE y PEMEX

Los tanques de almacenamiento más próximos a estos ductos son el TV 203 de gasolina regular y el TV 501 de aditivo MTBE.

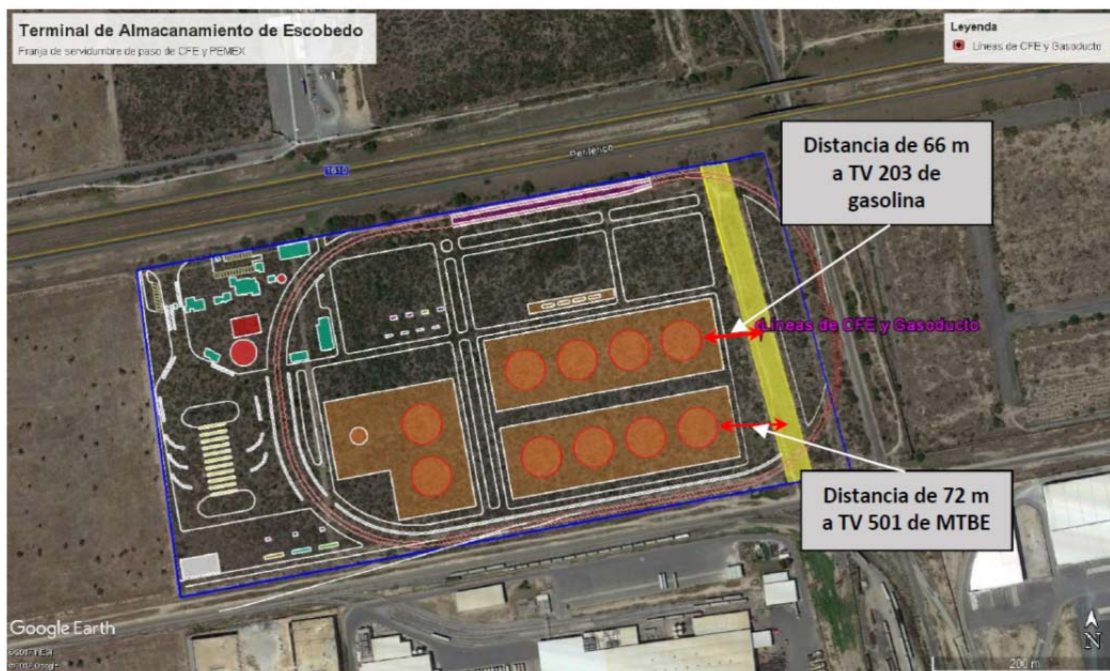


Fig 98. Distancias de los tanques TV 203 y TV 501 con los ductos



Estas distancias de 66 y 72 metros con respecto a las tuberías obligan a tomar medidas preventivas.

Escenario Poliducto de PEMEX en la Tas Escobedo.

Una rotura del poliducto del 20% de su diámetro manejando gasolina que origine una fuga de gasolina, ¿Qué repercusiones tendría sobre los tanques de la terminal?

Estimación de la tasa de emisión de la fuga:

En el supuesto de que el ducto esté operando con gasolina y que se encuentre bajo una presión de 30 kg/cm².

Partiendo de la ecuación 2.21 de Manual de Flujo de fluidos Crane:

$$q = C \times A \sqrt{\frac{2 g (144) \Delta p}{p}}$$

En donde:

q es el caudal de la fuga

C es el Coeficiente de flujo para orificios de cantos vivos, que se obtiene en la Tabla A-17 del mismo manual = 0.68

A es el área del orificio

g es la aceleración de la gravedad

Δp es la diferencial de presiones

p es la presión del sistema

El valor de C se obtuvo considerando un número de Reynolds de 2×10^4 en la tubería del poliducto, relacionando diámetro y presión.

Se contempla que la diferencial de presiones es de 28 kg/cm²

$$q = 0.68 \times 0.00202 \sqrt{\frac{2 \times 9.8 \times 144 \times 28}{30}} = 0.070 \frac{m^3}{s}$$

Simulando esta tasa de emisión de la fuga en el software SCRI Fuego 1.4, se obtienen los siguientes resultados:



Radiación térmica:

$$1.4 \text{ kW/m}^2 = 174.8 \text{ m}$$

$$5.0 \text{ kW/m}^2 = 93.8 \text{ m}$$

$$32 \text{ kW/m}^2 = 34.7 \text{ m}$$

Sobrepresiones:

$$0.5 \text{ psi} = 211.4 \text{ m}$$

$$1.0 \text{ psi} = 124.4 \text{ m}$$

$$3.0 \text{ psi} = 54.5 \text{ m}$$

$$5.0 \text{ psi} = 39.3 \text{ m}$$

Proyectando estos resultados sobre el lay out de la terminal:

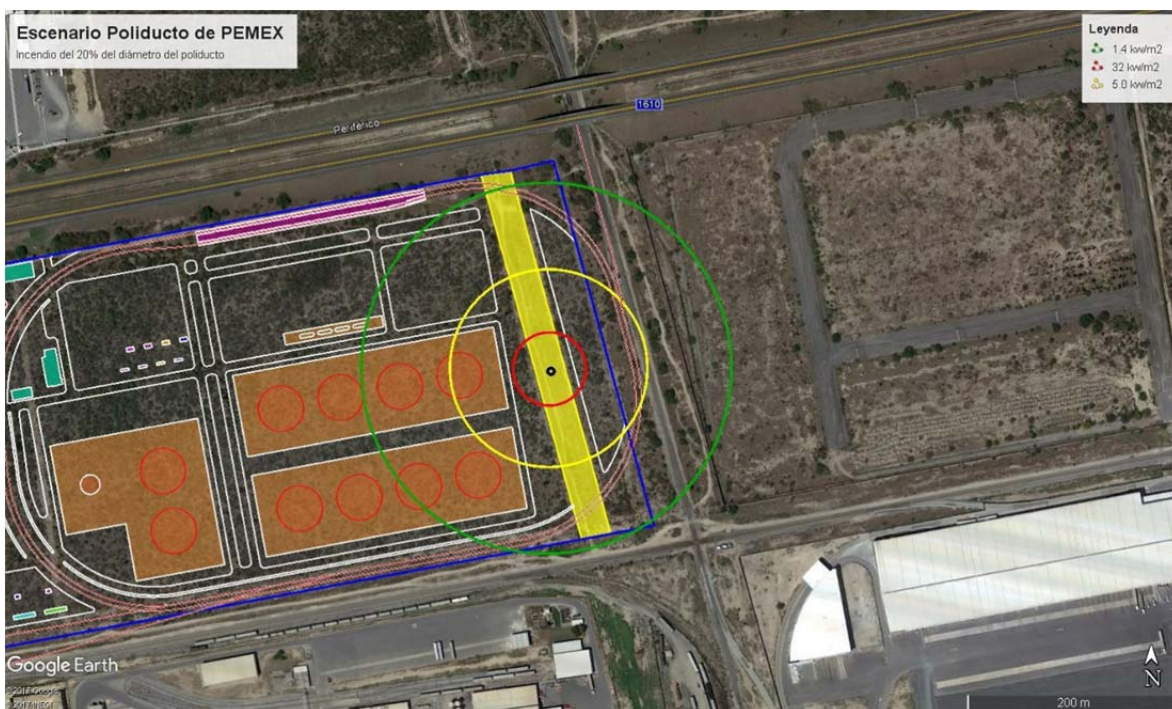


Fig 99. Proyección de radios de afectación por radiación térmica en rotura del poliducto de PEMEX

Como puede ser observado el escenario simulado alcanza los 174.8 metros para 1.4 kW/m² de radiación en el círculo verde, 93.8 metros para 5.0 kW/m² en el círculo amarillo y 34.7 metros para 32 kW/m² en el círculo rojo.



Recordemos que la energía radiante entre los 4 y 9.5 kW/m², ocasiona lesiones a personas causando quemaduras hasta de segundo grado, los materiales como la madera alcanzan ignición después de los 25 kW/m² de radiación y en los 32 kW/m² inicia el daño a materiales. En este caso puede observarse que el valor de 32 kW/m², alcanza el límite de la barda de contención de derrames de los tanques.

Kw/m ²	EFECTOS DE LA RADIACION CALÓRICA INCIDENTE	
	Daños a equipos / materiales	Daños a personas
400	Máxima radiación tolerable por una pared de ladrillos	
200	Debilitamiento del hormigón armado	
60	Máxima radiación tolerable por el cemento	
40	Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado. Destrucción de equipos y tanques	
37.5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras	100% de mortalidad en 1 minuto.
25	El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama	1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 seg.
12.5	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos. daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE INTERVENCION: Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Es más que conveniente, de todos modos, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis. Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 seg.
11.7	El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica	
8		Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1min.
4		ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.
1.5		Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado

Tabla 49. Efectos de radiación térmica según la intensidad de radiación emitida

Fuente: Análisis del riesgo en instalaciones industriales (Alfaomega, España); Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España



Para los efectos de una explosión:

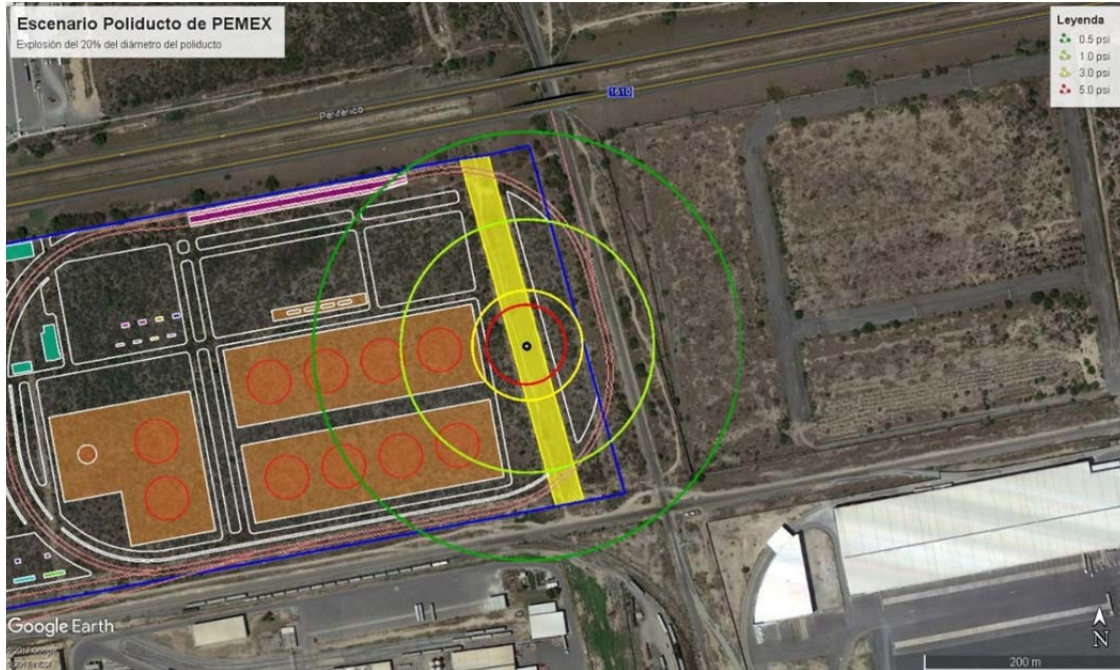


Fig 100. Proyección de radios de afectación por sobrepresión en rotura del poliducto de PEMEX

Como puede ser observado el escenario simulado alcanza los 211.4 metros para 0.5 psi de sobrepresión en el círculo verde, 124.4 metros para 1.0 psi en el círculo verde claro, 54.5 metros para 3.0 psi en el círculo amarillo y 39.3 metros para 5.0 psi en el círculo rojo.

Recordemos que la energía de una sobrepresión de hasta 1.0 psi (0.068 bar), ocasiona daños a cristales, para 3.0 psi (0.207 bar), puede originar caída parcial de edificaciones y para 5.0 psi (0.34 bar) caída del 50% de construcciones. Con esta información la explosión del poliducto puede afectar el muro de contención de derrames de la bahía de tanques y el radio de sobrepresión de 5.0 psi, toca el límite de este muro.



Daños estructurales	Sobrepresión (bar)
Destrucción total	1,00 a 2,00
Demolición total	0,80
Destrucción de maquinaria pesada, 3500 kg. Destrucción total de edificios	0,68 a 0,70
Destrucción completa de viviendas	0,48
Vuelco de vagones de tren	0,43
Daños irre recuperables	0,40
Postes de madera como los de teléfono arrancados	0,34
Daños menores en maquinaria pesada, 1500 kg. Estructuras de acero arrancadas. Cemento roto de edificaciones ligeras	0,27
Rotura de tanques de almacenamiento de crudo	0,23
Daños estructurales importantes	0,18
Destrucción casas de ladrillo en un 50%	0,17
Daños graves reparables	0,15
Destrucción parcial de muros	0,14

Tabla 50. Valores de sobrepresión y daño producido en detonaciones

Fuente: Saturnino Galán Fontenla Anexo VII Explosión de equipos a presión.
Análisis de riesgos y consecuencias. Universidad de Náutica de Barcelona

De acuerdo a la tabla anterior, un tanque de almacenamiento de crudo puede tener una rotura si recibe una sobrepresión directa de 0.23 bar (3.3 psi), de acuerdo a la imagen proyectada para la explosión, el círculo de 3.0 psi no alcanza los tanques, pero puede causar daños al muro de contención de la bahía de tanques.



Escenario Gasoducto de PEMEX en la Tas Escobedo

Ahora se analizarán los posibles efectos ocasionados por una rotura del gasoducto de gas natural de 30 pulgadas de diámetro, operando a 21 kg/cm².

Parámetros de emisión para el modelo JETFIRE

Tasa de emisión: 39.9739734137712 kg/s

Suministrada por el usuario
 Calcular usando parámetros de la fuga

Parámetros de la fuga:

Diámetro del orificio: 0.152 m

Coefficiente de descarga: 0.630

Temperatura interna: 298.0 K

Presión interna: 2059.400 kPa

Tipo de emisión:

Altura de base de la flama sobre el suelo: 0.00 m

Fracción de la energía total convertida en radiación para hidrocarburos: Metano: 0.20 Valor sugerido: 0.4

Fig 101. Tasa de emisión de la fuga calculado en SCRI 1.4

La tasa de emisión del escenario es de 40 kg/s y los radios de afectación son los siguientes:

Radiación térmica:

1.4 kW/m² = 121.0 m
5.0 kW/m² = 64.4 m
32 kW/m² = 22.0 m

Sobrepresiones:

0.5 psi = 122.9 m
1.0 psi = 72.3m
3.0 psi = 31.7 m
5.0 psi = 22.8 m

Proyectando los resultados sobre el lay out de la terminal:

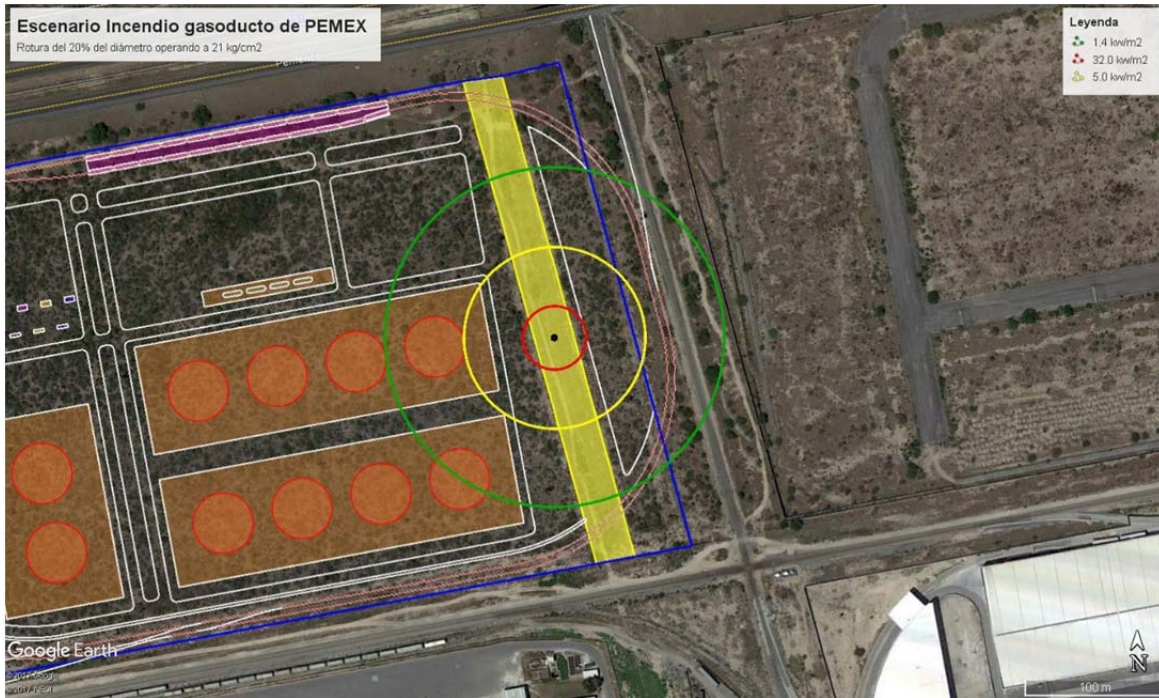


Fig 102. Escenario de incendio por gasoducto PEMEX en Tas Escobedo

Como puede ser observado el escenario simulado alcanza los 121.0 metros para 1.4 kW/m² de radiación en el círculo verde, 64.4 metros para 5.0 kW/m² en el círculo amarillo y 22.0 metros para 32 kW/m² en el círculo rojo.

Recordemos que la energía radiante entre los 4 y 9.5 kW/m², ocasiona lesiones a personas causando quemaduras hasta de segundo grado, los materiales como la madera alcanzan ignición después de los 25 kW/m² de radiación y en los 32 kW/m² inicia el daño a materiales. En este caso puede observarse que el valor de 32 kW/m² no alcanza a afectar la terminal y el valor de 5.0 kW/m² llega al límite del tanque TV 203.

Para los efectos de una explosión:



Fig 103. Escenario de explosión por rotura del 20% de gasoducto PEMEX en Tas Escobedo

Como puede ser observado el escenario simulado alcanza los 122.9 metros para 0.5 psi de sobrepresión en el círculo verde, 72.3 metros para 1.0 psi en el círculo verde claro, 31.7 metros para 3.0 psi en el círculo amarillo y 22.8 metros para 5.0 psi en el círculo rojo.

Recordemos que la energía de una sobrepresión de hasta 1.0 psi (0.068 bar), ocasiona daños a cristales, para 3.0 psi (0.207 bar), puede originar caída parcial de edificaciones y para 5.0 psi (0.34 bar) caída del 50% de construcciones. Con esta información la explosión del gasoducto puede afectar el muro de contención de derrames de la bahía de tanques.

Resumiendo

Los escenarios de una posible interacción de riesgo entre el poliducto y el gasoducto de PEMEX y la terminal, denotan que es factible la afectación principalmente para la gasolina, que origina mayores radios de impacto, pero sin alcanzar valores de afectación severos a los tanques.

Por otro lado, el muro de la bahía de contención es una barrera de 1.8 metros de altura y tiene 30 centímetros de espesor, lo que lo convierte en una barricada que protegerá los tanques tanto de radiación térmica como de ondas de choque por sobrepresión.



De acuerdo al siguiente esquema y tomando el arreglo del tanque más cercano a los ductos (TV 203), se advierte:

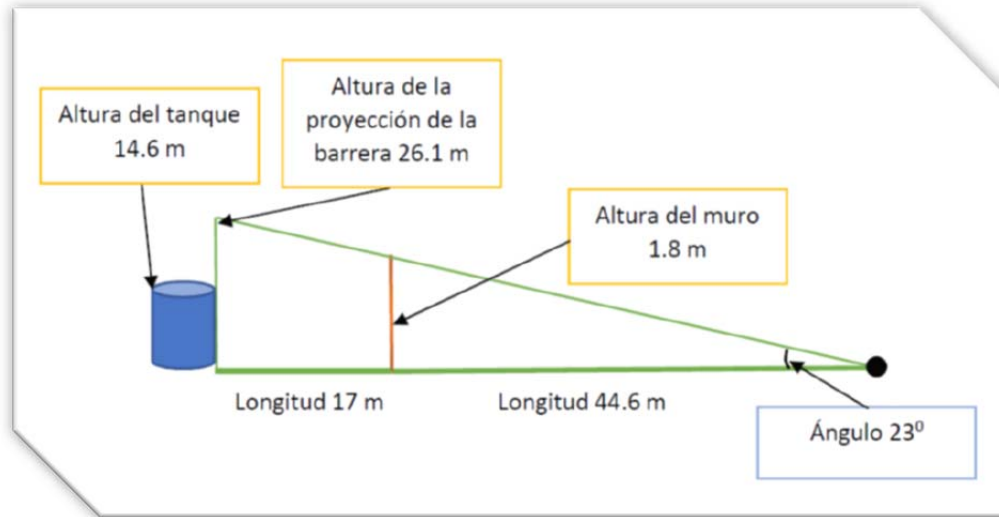


Fig 104. Esquema de la barrera que representa el muro de contención

La distancia entre el poliducto y el muro de contención es de 44.6 m y como se ha dicho el muro tiene 1.8 m de altura, la línea imaginaria proyectada desde la tubería hasta el primer tanque de la terminal alcanza los 26.1 m de altura y los tanques tienen 14.6 m, lo que hace evidente la protección que esta barrera ofrece.

$$\tan A = \frac{\text{cat opuesto}}{\text{cat adyacente}} \quad \tan 23^\circ = \frac{\text{cat opuesto}}{44.6 + 17}$$

$$\text{Cat opuesto} = \tan 23^\circ \times 61.6$$

$$\text{Cat opuesto} = 0.4244 \times 61.6 = 26.1 \text{ m}$$

Conclusión

La interacción de riesgo entre los ductos de Pemex y los tanques de la terminal es evidente, por lo que deberán de tomarse medidas preventivas para su supresión o mitigación. En la siguiente sección se plantean.



VI.6 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

1. Mecánica de suelos

La ubicación de la terminal de almacenamiento y suministro de hidrocarburos en el municipio de General Escobedo N.L., con un desarrollo acelerado de actividades industriales, inmobiliarias y de servicios a partir de 1980, año con un registro de 37 mil 756 habitantes que presenta un crecimiento de más de 948 por ciento respecto al Censo de Población y Vivienda 2010.

El predio a ocupar por el proyecto tiene un uso de suelo para industria no contaminante de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano municipal. Las características de sus cualidades abióticas lo hacen un sitio seguro sin conflictos por las características de su suelo, no es una zona sísmica y los flujos hídricos cercanos hacen que no sea propenso a inundación. El afluente más cercano, el Río pesquería a más de 1,000 metros al sur del predio, cuya diferencia de niveles, hacen que la escorrentía de su superficie fluya hacia éste, librándolo de riesgos de avenida.

Recomendación: Es menester la realización de un estudio de mecánica de suelos que permita diagnosticar las propiedades del subsuelo y especificar sin incertidumbres la profundidad de las cimentaciones de los tanques, que permitan su firme configuración.



2. Servidumbre de paso de líneas eléctricas de CFE

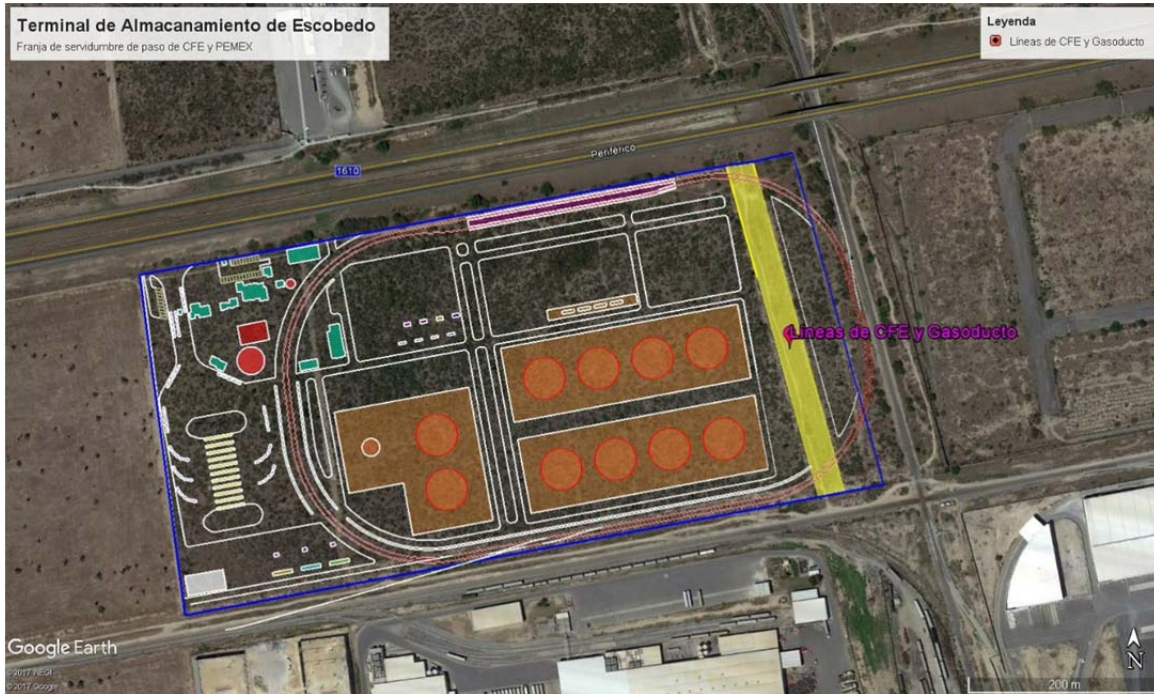


Fig 105. Franja de servidumbre de paso de CFE y PEMEX

El predio de la terminal es cruzado por una franja de terreno que da servidumbre de paso a líneas de alta tensión de CFE y un gasoducto de gas natural de PEMEX.

Líneas de transmisión eléctrica de 120 kV

El predio cuenta con una franja de servidumbre de paso de líneas de transmisión eléctricas de 125 kV pertenecientes a la Comisión Federal de Electricidad. En el subsuelo de la misma franja corre de forma subterránea un gasoducto perteneciente a la nueva empresa Pemex Logística.

Los radios de afectación de las simulaciones de eventos de riesgo, tratados en este estudio, muestran con claridad que dicha franja de servidumbre de paso se incluye en su alcance.

Lo anterior genera una posible interacción de riesgo al incrementar la posibilidad de generación de fuentes de ignición, por las líneas y conexiones de los cables de alta tensión.

La formación de descargas eléctricas en sistemas de transmisión de energía eléctrica no es fortuita o casual, es un fenómeno propio de estos sistemas, el cual es conocido como efecto Corona.



El efecto Corona es un fenómeno eléctrico que se produce en los conductores de las líneas de alta tensión y se manifiesta en forma de halo luminoso a su alrededor. Dado que los conductores suelen ser de sección circular, el halo adopta una forma de corona, de ahí el nombre del fenómeno.

El efecto Corona consiste en la ionización del aire que rodea a los conductores de alta tensión y que tiene lugar cuando el gradiente eléctrico supera la rigidez dieléctrica del aire, manifestándose en forma de pequeñas chispas o descargas a escasos centímetros de los cables. Al momento que las moléculas que componen el aire se ionizan, éstas son capaces de conducir la corriente eléctrica y parte de los electrones que circulan por la línea pasan a circular por el aire. Tal circulación producirá un incremento de temperatura en el aire, que se tornará de un color rojizo para niveles bajos de temperatura, o azulado para niveles altos. La intensidad del efecto corona, por lo tanto, se puede cuantificar según el color del halo, que será rojizo en aquellos casos leves y azulado para los más severos.

El umbral para que se produzca el efecto Corona se denomina gradiente crítico y es función del diámetro y la superficie del conductor. Adicionalmente, el aire húmedo y especialmente la lluvia provocan un aumento muy sensible de las pérdidas por efecto corona.

El ingeniero norteamericano F.W. Peek, desarrolló un modelo matemático general para el cálculo del gradiente crítico para la iniciación del efecto corona, el cual se muestra a continuación.

$$E_c = g_0 \cdot \delta \cdot m \cdot \left(1 + \frac{0.301}{\sqrt{\delta R}}\right)$$

Dónde:

E_c : Gradiente crítico para la iniciación de la corona (kV punta / cm)

g_0 : Gradiente crítica disruptiva del aire = 29.8 (kV punta / cm)

R : Radio del conductor (cm)

m : Coeficiente de estado de superficie, para el gradiente crítico, el cual se determina por:

$m = 1$ Conductor liso ideal

$m = 0,95$ Conductor cableado nuevo y limpio

$m = 0,7 - 0,8$ Conductor cableado envejecido

$m = 0,5 - 0,7$ Conductor tratado deficientemente

$m = 0,6$ Conductor bajo lluvia, nuevo o envejecido

δ : Factor de corrección de la densidad del aire y, se obtiene de:

$$\delta = \frac{3.921 \cdot h}{273 + \theta}$$



Siendo:

Θ: Temperatura media correspondiente a la zona considerada (°C)

h: Presión barométrica en cm de columna de mercurio cuyo valor se determina con la siguiente relación:

$$h = \frac{76}{10^{\frac{y}{18336}}}$$

Donde:

y : Altitud sobre el nivel del mar (m)

Por otra parte, el gradiente de tensión superficial presente en un conductor se determina por la siguiente relación:

$$g = \frac{V_{fase-tierra}}{R \cdot \ln\left(\frac{DMG}{RMG}\right)}$$

Donde:

g : Gradiente de tensión superficial (kV/cm)

$V_{fase-tierra}$: Nivel de Tensión en el conductor entre conductor y tierra (kV)

R : Radio del conductor (cm)

DMG : Distancia Media Geométrica (cm)

RMG : Radio Medio Geométrico (cm)

Para evitar la manifestación del efecto Corona debe cumplirse con el siguiente criterio:

$$\frac{E_c}{\sqrt{2}} > g$$

Uno de los factores influyentes del efecto Corona y a través del cual se busca disminuir su aparición es el diámetro del conductor, ya que incrementando la sección de los conductores en el diseño de una línea de transmisión es posible reducir por completo la ocurrencia de este fenómeno.

Las siguientes tablas resumen las secciones mínimas típicas que aseguran la no aparición del efecto corona a distintos valores de tensión, y los valores de los parámetros utilizados para su cálculo.



Tensión kV	Sección mínima MCM
66	40
110	150
154	350
220	700

Parámetro		Valor
Descripción	Símbolo	
Altitud sobre nivel del mar	y (m.s.n.m.)	300
Presión barométrica	h (cmHg)	73.19
Temperatura media de la zona	θ (°C)	30
Factor corrección densidad del aire	δ	0.9471
Coef. Estado de superficie	m	0.62

Tabla 51. Secciones mínimas a distintos valores de tensión para evitar efecto Corona

Fuente: Efecto Corona en líneas de transmisión. SYSRED Sistemas Eléctricos

Con estos criterios técnicos sobre el cálculo del efecto, es simple predecir que la generación de chispas o descargas eléctricas de alto valor de energía obedece a un número significativo de variables, que aunque sea un sistema bien diseñado, existen factores ligados a los materiales, al medio ambiente y al tiempo, que provocan su generación.

Dicha situación hace inviable la coexistencia de ambos sistemas bajo las condiciones presentes.

Este escenario obliga a remover las líneas de transmisión y su única posibilidad de permanencia en la franja que entrecruza el predio de la terminal, es su establecimiento en el subsuelo.

Recomendación 1: Las líneas de transmisión eléctrica al Este del parque de almacenamiento, deberán de asentarse de forma subterránea, bajo un modelo que asegure la imposibilidad de efectos eléctricos como, inducción electrostática o capacitiva, acople resistivo o conductivo e inducción electromagnética o inductiva, que afecte estructuras o configuraciones cercanas, subterráneas o superficiales.

Recomendación 2: La construcción de las vías internas de ferrocarril en la terminal para la recepción de hidrocarburos y la logística de su movimiento, obliga al establecimiento de dos cruces del futuro alojamiento subterráneo de las líneas eléctricas. Dichos cruces deberán de asegurar la integridad del cableado en todo momento, tanto en las actividades de obra como en la fase de operación como en el tránsito de ferrocarril.

Las realizaciones de la instalación subterránea del cableado, así como los cruces deberán de contar con la aprobación de la CFE y de la empresa ferroviaria y su diseño cumplirá los requerimientos normativos que le apliquen.

3. Servidumbre de paso de tuberías de Pemex Logística.

Las tuberías que de forma paralela corren con las líneas de transmisión eléctrica de CFE, son tres: un poliducto de 10 pulgadas de diámetro, y dos gasoductos de gas natural, uno



de 30 pulgadas de diámetro y el otro de 10, los cuales están alojados de forma subterránea, son de acero y cuentan con protección catódica.

Sus ubicaciones pueden representar riesgo para la terminal de almacenamiento y suministro de Escobedo.

Si partimos del criterio de que el riesgo se representa mediante una función de la peligrosidad P y la vulnerabilidad V ; tanto los gasoductos y el poliducto, como la propia terminal, cuentan con los elementos que generan peligrosidad a través del riesgo.

Mientras ambos elementos estén controlados y las posibilidades de afectación sean mínimas, serán sistemas que podrán coexistir, pero cualquier incidente que fracture su seguridad será generación de posible interacción.

El poliducto fue diseñado de acuerdo con la Norma Pemex NRF-030-PEMEX-2009, sobre Diseño, Construcción, Inspección y Mantenimiento de ductos terrestres para transporte y recolección de Hidrocarburos y el código ASME B31.4, "Sistemas de Ductos para Transporte y Distribución de Hidrocarburos Líquidos". El gasoducto está bajo los requisitos de la norma NOM-007-SECRE-2010 Transporte de gas natural y cualquier desviación al estatus de cumplimiento a esta normatividad deberá de atenderse hasta su eliminación y ambas empresas deberán compartir su testimonio.

El medio más objetivo y patente será el cumplimiento normativo de la Verificación de la operación y mantenimiento de dichos ductos por medio de una Unidad de Verificación acreditada por la autoridad. Dicho ejercicio revelará el acatamiento de los requisitos normativos y develará su estado. Punto importante será la ausencia de hidrocarburos en la atmósfera en todo momento, ya que su manifestación generará de forma automática el riesgo de interacción.

De forma contraria, la ocurrencia de un incidente en la terminal que origine presencia de un hidrocarburo en el espacio exterior de los ductos no necesariamente generará un punto de riesgo sobre el ducto; inclusive el impacto de un incendio o una explosión en su franja de desarrollo no deberá de influir sobre éstos.

Recomendación 1: Gas Natural del Noroeste deberá de dar fiel seguimiento a las evidencias del cumplimiento normativo del Poliducto y los gasoductos, alojados en su franja de desarrollo, paralela a las líneas de transmisión eléctrica de CFE. De importancia relevante será el monitoreo, detección y clasificación de fugas que requisita ambas normas para su observancia estricta.

Recomendación 2: La construcción de las vías internas de ferrocarril en la terminal para la recepción de hidrocarburos y la logística de su movimiento, obliga al establecimiento de dos cruces de la franja de desarrollo de los ductos. Dichos cruces deberán de asegurar la



integridad de los ductos en todo momento, tanto en las actividades de obra como en la fase de operación, como en el tránsito de ferrocarril.

Las realizaciones de los cruces deberán de contar con la aprobación de Pemex Logística y de la empresa ferroviaria y su diseño cumplirá los requerimientos normativos que le apliquen.

Recomendación 3: El dique de contención de derrame de los tanques es la primera defensa ante un siniestro de las tuberías de PEMEX, su posición lo convierte en un escudo que debe ofrecer una protección a la radiación térmica y a las ondas de choque por sobrepresión.

De acuerdo a las simulaciones realizadas para incendio y explosión realizadas, el muro deberá de poder soportar las siguientes condiciones ante un evento:

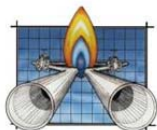


Incendio de acuerdo a:

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Escenario de incendio poliducto de PEMEX en Terminal Tas Escobedo		
DESCRIPCIÓN		
Rotura del 20% del poliducto de PEMEX de 10 pulg de diámetro operando a 30 kg/cm2		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	GASOLINA (GASOLINE)	Sinónimos
No. CAS	8006-61-9	
Nombre CAS		
Nombre IUPAC		
Familia	()	
Subfamilia	()	
Fórmula		
Estructura		
TABLA DE VALORES		
Distancia a nivel de piso (m)	Escenario 1 (HR= 70%)	
	Radiación (kW/m2)	
42.00	2.319E+01	
42.20	2.300E+01	
42.40	2.281E+01	
42.60	2.262E+01	
42.80	2.243E+01	
43.00	2.225E+01	
43.20	2.207E+01	
43.40	2.189E+01	
43.60	2.171E+01	
43.80	2.153E+01	
44.00	2.136E+01	
44.20	2.119E+01	
44.40	2.102E+01	
44.60	2.085E+01	
44.80	2.068E+01	
45.00	2.052E+01	
45.20	2.036E+01	
45.40	2.020E+01	
45.60	2.004E+01	
45.80	1.988E+01	
46.00	1.973E+01	
---	---	

Tabla 52 Radiación del escenario poliducto PEMEX, distancias específicas

Como lo manifiesta la tabla anterior a 45 metros de distancia del poliducto la radiación térmica alcanza los 20.5 kW/m², valor que deberá resistir el dique de contención.



Explosión de acuerdo a:

TÍTULO DE LA MODELACIÓN				
Escenario explosión poliducto PEMEX Tas Escobedo				
DESCRIPCIÓN				
Explosión por fuga de poliducto de PEMEX de 10 pulg con rotura del 20% operando a 30 kg/cm2				
DATOS DE LA SUSTANCIA				
Nombre	GASOLINA (GASOLINE)			Sinónimos
No. CAS	8006-61-9			
Nombre CAS				
Nombre IUPAC				
Familia	()			
Subfamilia	()			
Fórmula				
Estructura				
TABLA DE VALORES				
Distancia	Sobrepresion (kPa)	Sobrepresion (psi)	Impulso (Pa-s)	Tiempo
00.46	55445.55	8041.76	2963.04	00:00:00.01
03.21	5426.05	786.99	167.10	00:00:00.13
05.97	1825.26	264.73	215.61	00:00:00.36
08.72	811.14	117.65	205.72	00:00:00.72
11.47	433.16	62.83	160.39	00:00:01.20
14.22	264.02	38.29	130.49	00:00:01.80
16.97	177.21	25.70	110.67	00:00:02.49
19.72	127.75	18.53	96.67	00:00:03.26
22.47	97.19	14.10	86.17	00:00:04.10
25.22	77.05	11.17	77.91	00:00:04.99
27.97	63.08	9.15	71.19	00:00:05.93
30.72	52.97	7.68	65.57	00:00:06.90
33.47	45.40	6.59	60.78	00:00:07.89
36.22	39.57	5.74	56.64	00:00:08.90
38.97	34.97	5.07	53.02	00:00:09.94
41.72	31.26	4.53	49.82	00:00:10.98
44.47	28.22	4.09	46.97	00:00:12.04
47.22	25.68	3.73	44.42	00:00:13.10
49.98	23.55	3.42	42.13	00:00:14.17

Tabla 53 Sobrepresiones del escenario poliducto PEMEX, distancias específicas

Como lo manifiesta la tabla a 44.47 metros de distancia del poliducto la sobrepresión alcanza los 4.09 psi, valor que deberá resistir el dique de contención.

4. Anillo Periférico Monterrey 100

La vialidad más cercana e importante en colindancia con el predio de la terminal de almacenamiento es la vialidad denominada Anillo Periférico Monterrey 100, que inicia en una derivación de la carretera federal 40D Monterrey Saltillo.

Dicha carretera se ubica al noroeste de la superficie del proyecto y colinda con éste.

Los radios de afectación simulados de los eventos de riesgo considerados en este estudio alcanzan esta vía, por lo que será relevante su consideración en los planes de atención a emergencias y los procedimientos de actuación.

Recomendación: La terminal de almacenamiento y suministro de hidrocarburos deberá de considerar la interacción de esta vialidad en sus procedimientos de actuación ante escenarios de riesgo. La vialidad es una autopista bajo la servidumbre del gobierno del estado de Nuevo León de la dependencia Red Estatal de Autopistas de Nuevo León.



Dicha dependencia tiene la responsabilidad de su actuación y coordina todas las actividades que tienen injerencia en su operación. Gas Natural del Noroeste, deberá de coordinar con esta dependencia y Protección Civil del Estado las operaciones que resulten necesarias ante una actuación de prevención.

5. Efectos Dominó

Todo incidente en un depósito de almacenamiento en un parque de tanques tendrá la posibilidad de generar un escenario mayor de riesgo al propagar efectos del evento iniciante.

Después de haber examinado los posibles efectos de una explosión y un incendio en un tanque, se razona que ambas tienen la posibilidad de afectación a otros tanques o instalaciones de riesgo también.

De los escenarios tratados en este estudio, el relativo a la fuga por la formación de un orificio en un tanque (Escenario 4), es el evento que mayores radios de afectación genera, los eventos de un derrame por sobrellenado (escenario 1), y los radios generados por la fuga en una bahía de carga de productos (escenario 5), serían los que tendrían el segundo lugar por sus dimensiones, en tercer término sería la rotura de un cabezal de descarga de carros tanque, junto con la fuga de una tubería de salida de un tanque.

Entendiendo como efecto dominó la concatenación de efectos que multiplica las consecuencias de un accidente grave, debido a que los efectos peligrosos, pueden afectar a los elementos vulnerables cercanos de otros equipos, recipientes, tuberías, depósitos o instalaciones, próximas o colindantes, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio o explosión en los mismos, provocando a su vez nuevas situaciones de riesgo.

Una vez tratados estos efectos y su repercusión en elementos cercanos se llegaron a las siguientes recomendaciones:

Recomendación: Para minimizar el riesgo de un efecto dominó se deberá de contar en los tanques de almacenamiento con sistemas de inyección de espuma de baja expansión, a base de líquido espumante Aqueous Film Foming Foam (AFFF) con dosificación del 3% al 6%, lo que permitirá reducir el tiempo de exposición a radiación térmica y la red de espuma contra incendio debe diseñarse en un cabezal con líneas independientes para aplicación de espuma, de manera que puedan ser seccionados los tanques o áreas que requieran esta protección.

Los tanques de Almacenamiento deben contar con el sistema de aplicación de espuma a través de cámaras de espuma (aplicación superficial), y/o formadores de alta contrapresión (inyección sub-superficial). Conforme al punto 9.3.9 Sistema de contraincendios inciso g.I de la norma NOM-EM-003-ASEA-2016.



Cada tanque deberá de contar con cuatro frentes de ataque de acuerdo con el punto 9.3.9.2 de la misma norma.

Los tanques de almacenamiento deberán de contar con anillos de enfriamiento que satisfagan el requisito de proporcionar 20 GPM/ft², para asegurar la disipación del calor radiado por un evento de incendio de un tanque cercano.

El área de almacenamiento deberá de contar con sensores de presencia de hidrocarburos y fuego que permitan la acción inmediata ante un siniestro.



VI.7 RESULTADO DE LA ÚLTIMA AUDITORÍA DE SEGURIDAD

Una auditoría de seguridad es el estudio que comprende el análisis y gestión de los distintos sistemas que comprenden un todo, para identificar, enumerar y posteriormente describir las diversas vulnerabilidades que pudieran presentarse en una revisión exhaustiva de las instalaciones.

Realizar una auditoría de seguridad suele ser una tarea compleja pero que sirve para visualizar el estado actual de la planta o establecimiento a revisar. Además, brinda la posibilidad de comparar los sistemas de gestión con respecto a normativas y requerimientos legales que deben cumplir las organizaciones.

La terminal de Tuxpan se edifica bajo una serie de normas, estándares y reglamentos nacionales e internacionalmente conocidos y las firmas que intervienen en el diseño, la consecución de materiales, construcción de equipos, instalación de dispositivos, etc., son todas profesionales y con amplia experiencia en el tema industrial.

Sin embargo, es necesario el examen y la comprobación de su correcta y adecuada edificación y montaje.

Se realizan tres ejercicios de auditoría hacia el proyecto de la terminal de Tuxpan:

- El primero contra la principal normatividad nacional: NOM-EM-003-ASEA-20016
- El segundo con un Check List, que describe las líneas básicas de inspección hacia los elementos más importantes de la instalación.
- El tercero con un análisis What If, como ejercicio básico de prevención de riesgos y es aplicado a posibles eventos específicos.

NOM-EM-003-SECRE-2016

La principal normatividad que debe cumplir la terminal de almacenamiento es la norma 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.

Una auditoría de seguridad es la revisión del diseño, la construcción, el comisionamiento o prearranque, la operación y el mantenimiento de la instalación.

Este análisis se abocó a revisar estos aspectos del proyecto contra los requerimientos de la norma, presentando a continuación dicho análisis.



CAPÍTULO 6. UBICACIÓN DEL PREDIO

La norma especifica que el predio en donde se instale un parque de almacenamiento de petrolíferos deberá considerar los siguientes factores:

- a. El desarrollo presente y planificado de zonas urbanas o industriales.

El proyecto de la terminal Tuxpan se ubicará en un predio alejado de zonas urbanas y muy cercano a áreas que el PDU del municipio de Tuxpan tiene destinado a enriquecimiento de la infraestructura.

- b. Compatibilidad con uso de suelo.

El Plan de Desarrollo Urbano del municipio de General Escobedo manifiesta que la superficie en que se asentará el proyecto tiene un uso de suelo industrial no contaminante. Lo que faculta su construcción.

- c. La proximidad a áreas pobladas y la proximidad a las vías públicas

El proyecto no tiene proximidad a áreas pobladas por ser una zona de uso de suelo industrial y cuenta con dos vías públicas de comunicación, el Anillo Periférico Monterrey 100 perteneciente a la red de autopistas del estado y el Libramiento Noroeste Monterrey de la ruta Mex. 040 de facultad federal.

- d. La topografía del sitio, incluyendo la elevación y pendiente.

La topografía del sitio no representa ningún inconveniente para el proyecto.

- e. Las condiciones de vientos dominantes.

Los vientos dominantes del municipio General Mariano Escobedo, están determinados por la influencia orográfica de la Sierra Madre Oriental, de tal manera que al año se tienen bien definidos dos cambios en la dirección de los vientos dominantes.

Regularmente, durante los meses de primavera y verano se presentan en una dirección del viento predominante Este-Oeste, mientras que durante los meses de otoño e invierno la dirección de los vientos dominantes es del Norte hacia el Sureste, intensificándose en los meses de febrero y marzo.

- f. El acceso de equipo de ayuda y evacuación a las instalaciones en caso de emergencia.

La terminal tiene acceso libre y pleno por carreteras y se construirán vialidades que faciliten su ingreso a la terminal.

- g. El riesgo potencial de instalaciones adyacentes.



La terminal colinda con algunas instalaciones industriales, ninguna de riesgo.

- h. Las distancias mínimas de riesgo y colindancias (escuelas, edificios públicos, entre otros) que arroje el Análisis de Riesgo.

No existen este tipo de instalaciones en las cercanías de la terminal.

- i. Las Normas y reglamentos locales.

La normatividad que aplica a la terminal es de carácter federal, sin embargo la terminal contará con documentación y procedimientos que están considerados en el reglamento de protección civil del municipio y estatal.

- j. La disponibilidad de agua (servicios y contra incendio)

La zona de la terminal cuenta con suministro de agua industrial de la dependencia estatal Agua y Drenaje de Monterrey.

- k. La disponibilidad de equipo, instalaciones para atender emergencias y servicios públicos requeridos en caso de presentarse un incidente.

La terminal contará con los equipos y el personal suficiente para atender cualquier necesidad de atención a una emergencia, sin embargo, la empresa establecerá con sus vecinos y Protección Civil municipal y estatal, la formación de un Plan de ayuda mutua (como lo ha hecho en todas sus instalaciones con factor riesgo en otras localidades), que afiance este asunto.

- l. Manifiesto de Impacto Ambiental y Análisis de Riesgos que incluyan la simulación de eventos y sus consecuencias.

Este documento y su respectiva MIA, cumple este requisito.

CAPÍTULO 7. DISTRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, RECEPCIÓN Y ENTREGA

El diseño de la terminal cumple con requisitos dados en diferentes normatividades, incluyendo esta norma de emergencia, normas de referencia de Pemex y otras disposiciones internacionales sobre este tema, buscando la reducción de riesgos y de condiciones inseguras. La distribución se establece buscando los mayores distanciamientos que incidan las menores consecuencias ante un siniestro.



CAPÍTULO 8. DISTANCIAMIENTO

Los distanciamientos establecidos entre los distintos componentes de la terminal cumplen con los requisitos de la tabla 1 de la norma:

Tipo de tanque	Protección	Distancia Mínima, metros (pies).	
		Desde el límite de propiedad que está o puede ser construido, incluyendo el lado opuesto de una vía pública ^a .	Desde el lado más cercano de cualquier vía pública o del edificio más cercano en la misma propiedad ^a .
Techo Fijo con soldadura débil techo a envolvente.	Espuma aprobada o sistema ^c de inertización en tanques que no exceden 45.72 m (150 pies) diámetro ^d .	1/2 del diámetro del tanque.	1/6 del diámetro del tanque.
	Protección de Exposiciones ^b .	Diámetro del tanque.	1/3 del diámetro del tanque.
	Ninguna	2 veces el diámetro del tanque pero no necesita exceder 106.68 m (350 pies).	1/3 del diámetro el tanque

Tabla 54. Tabla 1 de la norma: Localización de tanques superficiales para Almacenamiento de Petrolíferos, Aditivos y Biocombustibles.

Los tanques de almacenamiento de la terminal tienen 14.6 metros de diámetro, las distancias hacia el límite de propiedad, alguna vía pública o edificio son superiores.

Capacidad, l (galones)		Desde el límite de propiedad que está o puede ser construido, incluyendo el lado opuesto de una vía pública, m (pies).	Desde el lado más cercano de cualquier vía pública o del edificio más cercano en la misma propiedad, m (pies).
1041 o menos	(275) o menos	1.52 (5)	1.52 (5)
1042 a 2835	(276 a 750)	3.05 (10)	1.52 (5)
2838 a 45360	(751 a 12,000)	4.58 (15)	1.52 (5)
45363 a 113400	(12001 a 30000)	6.1 (20)	1.52 (5)
113403 a 189000	(30001 a 50000)	9.14 (30)	3.05 (10)
189003 a 378541	(50001 a 100000)	15.24 (50)	4.58 (15)
189004 a 1890000	(100001 a 500000)	24.38 (80)	7.62 (25)
1890003 a 3780000	(500001 a 1000000)	30.48 (100)	10.67 (35)
3780003 a 7560000	(1000001 a 2000000)	41.15 (135)	13.72 (45)
7560003 a 11340000	(2000001 a 3000000)	50.29 (165)	16.76 (55)
11340003 o más	(3000001) o más	53.37 (175)	18.29 (60)

Tabla 55. Tabla 2 de la norma. Referencia aplicable para Tabla 1.



De igual forma se satisface el requerimiento de distanciamiento de la tabla 2 de la norma, hacia límites de propiedad, vía pública o edificación, para tanques de 19,080,000 litros, que es más de 30.48 metros.

8.2 Recepción y Entrega.

Las áreas de llenaderas, casa de bombas, cuartos eléctricos, estación de bomberos, etc., cumplen con los distanciamientos mínimos dados en la tabla 6 Requerimientos de distanciamiento entre tanques de Almacenamiento y otras instalaciones de la norma.

CAPÍTULO 9 DISEÑO

El Diseño de la terminal delimita las zonas de alto riesgo, como subestación eléctrica, casa de bombas, etc., definiendo la clasificación de áreas de riesgo de acuerdo con la norma NOM-001-SEDE-2012.

El diseño de la terminal contempla un libro de proyecto ejecutivo, en el que se incluye cada uno de los elementos que componen las instalaciones, dicho proyecto se integra con una memoria técnico-descriptiva, que comprende:

- a. Datos generales de la instalación
- b. Capacidad de las áreas operativas;
- c. Normatividad aplicable;
- d. Ubicación georreferenciada;
- e. Inventario de productos manejados;
- f. Hoja de datos de equipos e infraestructura;
- g. Especificaciones de los Petrolíferos;
- h. Estudio de riesgo ambiental;
- i. Medidas de seguridad industrial y ambiental;
- j. Estudios de mecánica de suelos y topográfico;
- k. Estudio hidrológico, hidráulico y de socavación;
- l. Memorias de cálculo y Diseño;
- m. Análisis de Riesgos (metodología, escenarios, medidas de contención y prevención);
- n. Sistemas de control del proceso (instrumentación, control y medición), y
- o. Planos (mínimos):
 - I. Localización general de equipos.
 - II. Hidráulicos.
 - III. Diagrama de instalaciones de Recepción y Entrega.
 - IV. Mecánico de flujo (tuberías, bombas, válvulas, protecciones).
 - V. Tanques y recipientes (cimentación, construcción y protecciones).
 - VI. Tubería e instrumentos.
 - VII. Sistema eléctrico.



- VIII. Sistema de tierras.
- IX. Sistema de relevo de presión y desfogue.
- X. Sistema de detección y supresión.
- XI. Sistema contra incendio.
- XI.I. Distribución de tubería de agua contra incendio.
- XI.II. Diagrama mecánico de agua contra incendio.
- XI.III. Cobertizo contra incendio, tanque de agua contra incendio y detalles de tuberías.
- XI.IV. Detalles generales contra incendio.
- XII. Sistema hidráulico.
- XIII. Servicios auxiliares.
- XIV. Servicios de telecomunicaciones.
- XV. Civil y arquitectura.

9.1 Almacenamiento.

El Diseño de las áreas de Almacenamiento considerará:

- a. Las dimensiones para que se cumplan los distanciamientos mínimos entre los tanques de Almacenamiento y entre los elementos o equipos que integran la instalación;
- b. La separación en función de las características de los Petrolíferos y Aditivos.
- c. No se almacenan Petrolíferos y Aditivos que generen reacciones químicas.
- d. No se almacenan Petrolíferos y Aditivos, que por sus características requieran condiciones de altas temperatura en el mismo dique.

El diseño también contemplará:

- a. Instrumentación de nivel, temperatura y flujo;
- b. Diques de contención;
- c. Drenajes;
- d. Instalación eléctrica;
- e. Sistema de detección y alarma gas y fuego;
- f. Sistema contra incendio;
- g. Frentes de ataque;
- h. Vialidades y accesos;
- i. Red de tierras eléctricas, y
- j. Sistema de pararrayos.

9.1.1 Tanques superficiales.

Los tanques de la terminal se diseñarán bajo el estándar API 650 y con las mejores prácticas internacionales de ingeniería y al proceso operativo que desempeñarán y se ajustará al cumplimiento de los requisitos de la tabla 7 Accesorios para tanques verticales de la norma.

9.1.3 Cimentación



La cimentación de los tanques de Almacenamiento será calculada con base al estudio de mecánica de suelos, peso muerto del tanque a soportar y el peso del producto a contener a los 100% de su capacidad, características de los vientos dominantes, así como un factor de seguridad.

En función del resultado del estudio se decidirá el tipo y las características de los soportes.

Todos los tanques contarán con protección catódica y se colocarán geo-membranas.

9.1.4 Diques de contención.

El área de los tanques de Almacenamiento y aditivos, contará con pisos y diques impermeables, cajas de registro de drenaje industrial y una pendiente del 1% mínimo, hacia los registros de drenaje aceitoso.

La disposición de cada dique, permitirá el acceso fácil y expedito al sistema de combate contra incendios y contarán con accesos peatonales por encima del muro.

Los diques tendrán capacidad como mínimo para 1.2 veces el volumen nominal de un tanque, incluyendo mochetas, tuberías, válvulas y escaleras.

El área de diques contará con subdivisiones que cumplirán los requisitos de la norma.

9.2 Sistemas de Recepción y Entrega.

Las instalaciones para la entrega de productos a auto-tanques, están en un área independiente, con pendientes que direccionan cualquier escurrimiento hacia un sistema de drenaje aceitoso que asegure la contención y tratamiento por derrame de Petrolíferos.

La instalación para la entrega a auto-tanques, se diseñarán con un sistema de llenado por el fondo con tecnología moderna para la seguridad operativa.

Conexiones y mangueras cumplirán como mínimo con las especificaciones dictadas por la norma.

La instalación contará con una unidad SRV para recolección de vapores.

9.2.1 Recepción.

El sistema de control de la terminal tendrá la capacidad de comunicarse en forma bidireccional con los sistemas para medición de: flujo, temperatura, presión y densidad, para la transferencia de custodia en las instalaciones.

El recibo de hidrocarburos será por ferrocarril, mediante el servicio de trenes unitarios.



9.2.2 Sistema de Entrega.

La entrega de petrolíferos, será a través de un sistema de bombeo y su correspondiente sistema.

9.2.2.1 Equipo de bombeo.

El diseño de la casa de bombas cumplirá con los distanciamientos señalados en el Capítulo 8 de la norma y las especificaciones señaladas en el numeral 9.3.5 "Tuberías", así como la clasificación de áreas eléctricas.

El sistema de bombeo, contará con un dispositivo para interrumpir de forma rápida y efectiva el flujo en caso de una emergencia.

9.2.2.3 Entrega por Auto-tanque

La Entrega de productos a auto-tanques, contará con tuberías, válvulas, filtros, sensores de temperatura, medidores de flujo, válvulas de doble paso, conexiones, mangueras, las cuales se especificarán bajo la normatividad vigente.

Todas las posiciones de entrega contarán con instrumentación propia para la medición del flujo del petrolífero y su temperatura, así como para el control seguro de la carga, y estará integrada con válvula de bloqueo, filtro, medidor de flujo, válvula electrohidráulica o VOS, sensor de temperatura, Unidad de Control Local (UCL), monitor de prevención de sobrellenado y detector de conexión a tierra.

9.3.3 Drenajes.

El Diseño de los drenajes considerará la captación de aguas en patios de maniobra, calles, áreas adyacentes del almacenamiento, recepción-entrega y casa de bombas, tomando en cuenta lo siguiente:

El diseño considerará las especificaciones propias del proyecto, la profundidad del manto freático, y el tipo de suelo.

La capacidad de los sistemas de drenajes y la velocidad de flujo mínima y máxima permisible para evitar inundaciones, tener suficiente capacidad para transportar la captación de agua esperada de los sistemas contra incendio, prevención a la propagación de un incendio a través de sellos hidráulicos y contar con registros de captación.

La identificación física de los tres tipos de drenajes de la terminal en los registros, se realizará conforme al siguiente código de letras y colores: aceitoso A café, pluvial P azul y sanitario S negro, en los registros se indicará el sentido de flujo de las corrientes mediante flechas.



La ventilación adecuada para evitar la acumulación de vapores explosivos y corrosivos y el diámetro del drenaje se calculará para una velocidad de $0.60 \text{ m}^3/\text{s}$ como mínimo y una máxima de $5 \text{ m}^3/\text{s}$.

9.3.3.1 Drenaje pluvial.

El drenaje pluvial tendrá la capacidad de conducir las aguas recuperadas a un separador de aceite, para su posterior descarga, será controlado para evitar la libre entrada a los cuerpos naturales de agua.

La capacidad del drenaje pluvial se calculará en función del mayor volumen que resulte de la cantidad de agua colectada de áreas clasificadas como pluviales o de áreas libres de contaminación con hidrocarburos, durante la máxima precipitación pluvial anual registrada en la zona, sobre la base de los datos estadísticos meteorológicos de históricos máximos registrados en los últimos 10 años y en la intensidad de una tormenta durante 24 h con consideración a los volúmenes del agua contra incendio.

9.3.3.2 Drenaje aceitoso.

El drenaje aceitoso conducirá el agua contaminada a un separador de aceite.

El sistema de drenaje aceitoso se diseñará para evitar que el hidrocarburo proveniente de derrames accidentales, purgado de tanques de almacenamiento y lavado de áreas, penetre a los cuerpos de agua natural y/o al suelo, subsuelo y manto acuífero.

9.3.3.3 Drenajes en zona de Almacenamiento.

En la zona de almacenamiento cada dique contará con dos drenajes: un drenaje pluvial que capte la precipitación pluvial dentro del dique del tanque y un drenaje aceitoso que capte y dirija el agua de desalojo hacia el separador de aceites.

Los sistemas de drenajes de cada dique tendrán válvulas de bloqueo para cada drenaje, localizadas fuera del dique de contención, las cuales permanecerán normalmente cerradas. Estas válvulas contarán con indicaciones de "abierto" o "cerrado"; así como con letreros indicativos que permitan identificar a cuál drenaje pertenece dicha válvula y a qué tanque presta servicio.

Cada dique será subdividido por muretes intermedios no menores de 0.45 m (1.48 pies) de altura, para evitar que derrames menores desde un tanque pongan en peligro los tanques adyacentes dentro del área de dique, teniendo en cuenta las capacidades individuales de los tanques.



9.3.3.4 Drenajes en zona de Recepción y Entrega.

Cada isla y el espacio entre ellas contarán con registros para drenajes aceitosos (provistos de sellos hidráulicos,) que capten posibles derrames de hidrocarburos mediante pendientes diseñadas para este fin.

9.3.3.5 Drenajes en casa de bombas.

El equipo de bombeo estará desplantado sobre un piso impermeable de concreto, el cual estará delimitado por un sardinel o dique de contención y cuya superficie tendrá una pendiente que dirija cualquier escurrimiento de petrolíferos a un drenaje aceitoso con capacidad suficiente para contener y drenar, además del posible petrolífero derramado, el volumen de agua aplicado en una situación de emergencia por fuego.

9.3.4 Separador de aceite.

El diseño del Separador de Aceite será apegado a lo establecido en el API 421 considerando:

Los escenarios establecidos en el Análisis de Riesgos y el agua contra incendios necesaria para el combate de la emergencia de mayor riesgo; así como, riesgos potenciales por derrames en el interior de la instalación (derrame de auto-tanque) o eventos de atención a mitigación de incendios (protección agua/espuma en áreas de entrega/recepción/almacenamiento), así como actividades operativas como el purgado de agua de tanques.

9.3.5 Tuberías.

Las tuberías a utilizar en la terminal cumplirán el código ANSI/ASME B36.10 para el dimensionamiento, y se indicará mediante planos y memoria de cálculo.

El Diseño de tuberías, válvulas y accesorios, su selección y especificaciones se apegarán apegarse a lo establecido en las normas aplicables y el ASME B31.3, contemplando los requerimientos siguientes:

- a. Cálculo del diámetro de la tubería;
- b. Estudio de análisis de flexibilidad;
- c. Compatibilidad con el producto a transportar;
- d. Que contemple los posibles movimientos estructurales, sin generación de esfuerzos y transferencia de cargas;
- e. Resistencia mecánica y características para garantizar la confiabilidad y compatibilidad de la conexión entre ambos sistemas, de acuerdo con las características y condiciones operativas del proceso;
- f. Condiciones operativas del proceso;
- g. Válvulas de bloqueo con ubicación conveniente y accesible;
- h. Medios para el fácil acceso a cualquier válvula del sistema;
- i. Conexión y puesta a tierra confiable;



- j. En caso de disponer de conexión con junta aislante de sistema de protección catódica, se cumplirá con los requerimientos de conexión a tierra para dar continuidad eléctrica y,
- k. Condiciones climatológicas del lugar.

Se manejará un recubrimiento exterior específico para ambiente y se identificarán con los colores y señalización que en materia de seguridad que establece la Norma.

Las válvulas de relevo de presión y su instalación cumplirán con lo establecido en las Normas, Códigos y Estándares referidos en el contenido de la Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

9.3.5.1 Soportes.

Las estructuras de anclaje y los soportes de tuberías se construirán para prevenir el desgaste y la corrosión de la tubería y se diseñarán de forma tal que permitan el ajuste del soporte, aplicando los códigos B31.3 y B31.4 de ASME.

Los soportes de tubería y su sistema de aislamiento a utilizar para sostener tuberías cuya estabilidad es esencial para la seguridad de la terminal, contarán con recubrimientos resistentes contra la exposición al fuego.

La separación longitudinal entre marcos estructurales que soporten tuberías en corredores será de 4 a 6 m.

9.3.5.2 Conexiones, bridas y accesorios.

Los materiales y dimensiones de las conexiones de tubería y boquillas con bridas para los tanques serán de cuello soldable y tendrán el mismo diámetro, cédula o espesor que el tubo donde se instala. Las bridas ciegas serán forjadas y de fábrica.

Las conexiones roscadas, no serán utilizadas para diámetros mayores a 2 plg, serán clase ANSI 3000 o 6000, la rosca será NPT, los tubos de acero al carbón a unir serán cédula 160.

Los materiales de las juntas o empaques entre bridas serán diseñados de acuerdo con el fluido a contener y satisficieran las propiedades de resistencia al fuego. 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 éstos cumplen con la especificación B16.5 de ASME y, con las especificaciones A 193, A 194 o A 325 de ASTM.

Las válvulas a seleccionar en la terminal cumplirán con lo especificado en la tabla 10 de la norma.



Los accesorios a construirse de acero forjado y contarán con una clasificación de presión mínima de 140.61 kgf/cm² (2000 psi) para accesorios roscados y de 210.92 kgf/cm² (3000 psi) para accesorios empotrados con soldadura.

9.3.6 Instalación eléctrica.

La instalación eléctrica en las zonas de almacenamiento y entrega se diseñarán de conformidad con las Normas, Códigos y Estándares aceptadas a nivel nacional y/o internacional, vigentes referidos en el contenido de la Norma Oficial Mexicana de Emergencia y se evidenciará su cumplimiento con las clasificaciones de las áreas eléctricas apropiadas.

El Diseño considerará el cuarto de control eléctrico donde se instalarán los controles y/o tableros centrales de distribución eléctrica, en cumplimiento de las distancias indicadas en la Norma Oficial Mexicana de Emergencia en el Capítulo 8 “Distanciamiento”, y la clasificación eléctrica.

9.3.7 Vialidades, accesos y estacionamientos.

El Diseño estará orientado a que las operaciones con auto-tanques se realicen en forma secuencial, eficiente y segura desde su ingreso y hasta la salida de la instalación, considerando las siguientes condiciones:

- a. Ingreso y salida de o hacia la vialidad externa, incluyendo el derecho de vía;
- b. Ubicación de oficina de control de operaciones y de las áreas de entrega;
- c. Patrón de frecuencia de tráfico vehicular en vialidad externa, así como en el interior de la instalación;
- d. Señalización con instrucciones básicas de circulación y acceso a las áreas internas de carga y descarga de acuerdo a las Normas, Códigos y Estándares referidos en el contenido de la Norma Oficial Mexicana de Emergencia;
- e. Área de verificación para auto-tanques previa al acceso o salida;
- f. Estacionamientos:
 - I. Temporal de Auto-tanques en función del proceso operativo.
 - II. De empleados, visitantes y contratistas.
- g. Accesos para combate de incendios y,
- h. Facilidades para descanso de operadores en función del proceso operativo.

9.3.7.1 Vialidades.

Las vialidades de circulación de auto-tanques serán construidas con material resistente a la carga de vehículos pesados y resistente a los petrolíferos, como concreto hidráulico; con un ancho suficiente para permitir la circulación de un vehículo adicional para los casos en que se encuentre uno estacionado, con un mínimo de 7 m (22.97 pies).



En el Diseño de la vialidad se considerará:

- a. Las estructuras aéreas que crucen o sobresalgan la sección transversal, tendrán un claro vertical mínimo de 5.50 m (18.04 pies), medido desde el punto más elevado de la superficie de rodamiento hasta el más bajo de la estructura;
- b. Se considerará que los auto-tanques realicen el mínimo de movimientos dentro de la instalación para acceso o salida del área de carga;
- c. Se especificará preferentemente que el giro o vuelta del auto-tanque, se realice a la izquierda para que el operador tenga mejor visibilidad y,
- d. Que las áreas de circulación de personas serán delimitadas de conformidad a lo establecido en las Normas, Códigos y Estándares referidos en el contenido de la Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

9.3.7.2 Accesos y circulación.

Serán rectos, sin obstrucciones y localizados de manera simétrica, para cumplir con las actividades del proceso de entrega y recepción por auto-tanque. La instalación contará con un área entre la vialidad y el acceso para permitir el estacionamiento temporal del auto-tanque, en tanto se permite el acceso.

Las dimensiones para el diseño del acceso considerarán:

- a. Dimensiones de los vehículos a ingresar y los radios de giro conforme a las disposiciones normativas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para cada tipo de vehículo;
- b. La entrada y salida de la instalación contará con una dimensión de entre 6 m y 10 m (19.69 y 32.81 pies). El estándar API 2610, recomienda 9.1 m (29.86 pies);
- c. Medidas en caso de bloqueo del acceso por falla de equipo u otros, para lo que se recomienda tener un ancho de 6 m (19.69 pies) o medidas alternas;
- d. El acceso peatonal se diseñará en forma independiente y contará con un pasillo que permita el tránsito seguro del trabajador, delimitado o señalado en cumplimiento la normatividad en materia de seguridad;
- e. Medidas en accesos de emergencia conforme a las Normas, Códigos y Estándares referidos en el contenido la Norma Oficial Mexicana de Emergencia;
- f. Se considerarán características de puertas de acceso con mecanismos de apertura y cierre seguros y con accesorios necesarios de protección física;
- g. Mecanismo de control y verificación de acceso vehicular, y
- h. Requerimiento de caseta de vigilancia.

9.3.7.3 Estacionamientos.

La terminal contará con estacionamiento solo para empleados y se dispondrá de un estacionamiento específico para auto tanques, fuera del predio de la terminal y se considerará:



- a. Los aspectos que hayan sido tratados en este estudio, el check list y el análisis What If.
- b. Contará con protección contra incendio;
- c. Estará ubicado próximo al acceso y alejado de zona de carga y descarga cumpliendo las distancias especificadas en la Norma Oficial Mexicana de Emergencia;
- d. La superficie unitaria para estacionamiento de un auto-tanque, tendrá una longitud igual a la del vehículo a estacionar más la distancia de 3.00 m (9.84 pies) distribuida equitativamente en los extremos, salvo que un extremo del Auto-tanque se ubique a la altura de una banqueta donde se reducirá a 1.50 m (4.92 pies). El ancho mínimo del cajón de estacionamiento de 3.30 m (10.83 pies) distribuidos equitativamente para permitir la apertura de las puertas de los auto-tanques;
- e. El auto-tanque se estacionará en dirección contraria a las áreas operativas para que en caso de desplazamiento no afecte la operación;
- f. Mecanismos para evitar el movimiento del Auto-tanque cuando quede estacionado, y
- g. El piso debe tendrá una pendiente que permita el drenado y conducción de aguas pluviales para evitar inundación del área.

9.3.8 Sistemas de Control.

Los sistemas de control que tendrá la terminal monitoreará todas las variables del proceso y permitirá llevar registros históricos de movimiento de petrolíferos durante la recepción, almacenamiento y entrega, permitiendo emplear al máximo la capacidad disponible de las instalaciones.

El sistema tendrá la capacidad de comunicarse en forma bidireccional con los sistemas de medición y control para la transferencia de custodia con instalaciones de sistemas de transporte por ducto e instalaciones marítimas y observará la normatividad vigente que aplique en las interconexiones con estos sistemas.

El sistema dispondrá de medios para controlar el arranque y paro del equipo de bombeo de hidrocarburos para las instalaciones de entrega y recepción.

El sistema dispondrá de funciones de medición y control de las variables operativas de la Instalación para la operación segura de todas las instalaciones.

9.3.8.1 Paros de emergencia.

El diseño del sistema considerará un "Paro de emergencia de las instalaciones", que permita la suspensión operativa de los procesos, con excepción del sistema contra incendio, el cual tendrá un centro de carga independiente y se diseñará aplicando API 2610, NFPA 30 y IEC 61511 prácticas de ingeniería y normas vigentes.

El paro de emergencia considerará las zonas de almacenamiento, recepción y entrega, así como un paro remoto manual o automático. El sistema de paro de emergencia se



ubicará en sitios estratégicos que estén normalmente tripulados durante la operación del proceso.

9.3.9 Sistema Contra incendio.

La instalación de Almacenamiento y sus respectivas áreas de recepción y entrega de petrolíferos y aditivos, contará con un sistema de protección contra incendio, diseñado y construido, basándose en las recomendaciones de este estudio y su análisis de consecuencias, así como la normatividad aplicable, vigente o que la modifique o la sustituya y los Códigos NFPA 11, NFPA 14, NFPA 15, NFPA 20, NFPA 22, NFPA 24, NFPA 25 y NFPA 30.

La instalación de contraincendios abarcará al menos los siguientes elementos:

- a. Suministro de agua;
- b. Tanques de Almacenamiento o fuente de agua natural o de agua contra incendio;
- c. Cobertizo contra incendio;
- d. Sistema de bombeo para servicio contra incendio;
- e. Instrumentación y dispositivos de protección del equipo de bombeo;
- f. Red de agua contra incendio y equipos de aplicación;
- g. Equipo generador y de aplicación de espuma contra incendio;
- h. Extintores y,
- i. Sistema de protección contra incendio en cuartos cerrados.

a. Suministro de agua.

La terminal se abastecerá de agua de al menos dos fuentes: El sistema de suministro de agua industrial de Agua y drenaje de Monterrey y pozos artesianos.

b. Tanques de Almacenamiento o fuente de agua natural o de agua contra incendio.

El tanque de agua de contraincendios tendrá la suficiente capacidad para atacar cualquier emergencia de la terminal y se prevé el río como fuente alterna.

c. Cobertizo contra incendio.

El cobertizo estará ubicado a suficiente distancia de áreas operativas y de almacenamiento, respetando y excediendo los distanciamientos marcados en el capítulo 8 de la norma. Estará construido con materiales adecuados para resistir cualquier contingencia y su acceso será ágil.

d. Sistema de bombeo para servicio contra incendio.

El equipo de bombeo tendrá la suficiente capacidad y potencia para cubrir los requisitos de presión y flujo de los distintos accesorios de la red, inclusive en su operación conjunta. El diseño contempla equipos eléctricos y de combustión interna.



e. Instrumentación.

La instrumentación del sistema permitirá mantener de forma automática las condiciones operativas de la red, el bombeo principal y de respaldo en secuencia, los cuales deben accionarse a través de tableros de control.

f. Red de agua contra incendio y equipos de aplicación.

El Diseño de la red contra incendio se conformará en forma de anillo periférico, con los siguientes componentes: válvulas, hidrantes, hidrantes-monitores, válvulas de seccionamiento, toma siamesa, gabinetes para manguera, entre otros. La red contra incendio estará diseñada para operar con una presión mínima de 7 kg/cm² (100 psi), la cual se debe mantener en el punto hidráulicamente más desfavorable.

I. Almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento contarán con sistemas de enfriamiento a través de anillos y/o aplicación de agua mediante monitores o líneas de mangueras.

II. Recepción y Entrega.

Las áreas de recepción y entrega contarán con sistemas de aspersión de agua-espuma y se considera el contar al menos con una toma siamesa, la cual debe instalarse fuera de la instalación.

g. Equipo generador y de aplicación de espuma contra incendio.

Para el Almacenamiento se considera el contar con sistema de protección con espuma, bajo las recomendaciones de NFPA 11 y para las áreas de entrega, recepción y bombeo con NFPA 16 y NFPA 30.

Se considera que los tanques estén protegidos con espuma de baja expansión, a base de líquido espumante Aqueous Film Foming Foam (AFFF), con puntos de aplicación superficial y sub-superficial.

Para las áreas de bombas, recepción y entrega de auto-tanques, el diseño de la red de espuma contempla un sistema de rociadores como medio principal y como sistemas suplementarios, los monitores con boquilla de espuma e hidrantes con gabinetes de mangueras.

h. Extintores.

La instalación y ubicación de los extintores portátiles, será bajo los requerimientos y características establecidas de acuerdo a las Normas, Códigos y Estándares referidos en el contenido de Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

i. Sistema de protección contra incendio en cuartos cerrados.

El sistema de contraincendios de éstos será conforme a las recomendaciones de los fabricantes de los equipos eléctricos y electrónicos que alberguen.



9.3.9.1 Sistema de detección de humo, gas y fuego.

Se implementará un sistema de detección y alarma de humo, gas y fuego para monitorear, alertar y suprimir eventos y siniestros causados por fuga de hidrocarburos y sus mezclas explosivas.

Los detectores de humo y sistemas de detección de gas inflamable en las áreas estarán activados permanentemente y activarán una alarma sonora y visual en el centro de control con vigilancia permanente de la terminal de almacenamiento. Los detectores de fuego activarán alarmas sonoras y visuales en el centro de control con vigilancia permanente de la terminal de almacenamiento.

9.3.9.2 Frentes de ataque.

Los tanques de almacenamiento contarán con cuatro frentes de ataque, conforme a la tabla 11 de la norma.

9.3.10 Sistema de Protección Ambiental.

Se dará estricto cumplimiento a las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas, así como adoptar las mejores prácticas nacionales e internacionales en materia de Sustentabilidad y Protección Ambiental en los siguientes aspectos:

- a. Aire;
- b. Agua;
- c. Suelo, subsuelo, manto acuífero y agua marina y,
- d. Residuos sólidos y peligrosos.

9.3.10.1 Aire.

Para controlar las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) emitidos durante las operaciones de almacenamiento, recepción y entrega de productos, la terminal contará con una unidad de recuperación de vapores orgánicos volátiles, la cual se instalará cercana a las bahías de carga de auto tanques.

9.3.10.2 Agua.

La terminal cuidará la calidad del agua en sus distintos usos y servicios, la red de drenajes (pluvial, aceitoso y sanitario) permitirá su segregación y tratamiento.

9.3.10.3 Suelo, subsuelo y mantos acuíferos.

El proyecto de la terminal contempla el cuidado de estos elementos.

Se colocarán geomembranas en los tanques, las protecciones catódicas de éstos y sus tuberías, y en general la protección anticorrosiva en general serán elementos importantes para el resguardo del medio ambiente.



9.3.10.4 Residuos sólidos y peligrosos.

La terminal será un microgenerador de residuos peligrosos bajo la normatividad de la Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, no se prevé que genere residuos de manejo especial pero sí residuos sólidos urbanos. Los cuáles serán tratados y controlados bajo su normatividad.

10. CONSTRUCCIÓN

Almacenamiento.

El área de almacenamiento será construida con las dimensiones de acuerdo al diseño y cumplirá con los distanciamientos mínimos entre los tanques y entre los elementos o equipos que integran la instalación, conforme a lo establecido en el Capítulo 8 “Distanciamiento” de la Norma Oficial Mexicana de Emergencia. Previo a la construcción se contará con el levantamiento topográfico y el estudio de mecánica de suelos del área.

10.1.1. Tanques verticales.

Se instalarán geomembranas entre la cimentación y el fondo de éstos y contarán con sistema de venteo, mediante válvulas de presión-vacío. El diseño y la construcción se apegará al estándar API 650.

10.2 Recepción y Entrega.

10.2.1 Auto-tanque.

Las áreas de recepción y entrega serán construidas con los distanciamientos descritos en las bases de diseño, sobre pisos de concreto hidráulico armado para tránsito pesado y semipesado, que garantice la impermeabilidad en casos de derrame de combustibles líquidos; asimismo se contemplan pendientes que direccionen cualquier escurrimiento hacia un sistema de drenaje aceitoso, que asegure la contención y tratamiento por derrame de Petrolíferos.

Las instalaciones para la recepción y entrega de hidrocarburos por carros tanque y autos tanques, contarán con un sistema de llenado por el fondo con tecnología para la Seguridad Operativa compuesto por una válvula de bloqueo de cierre rápido, filtro y Sistema de Medición de volumen/masa y temperatura con control de la Recepción y Entrega, válvula de emergencia de aluminio con cuerpo de fundición de una sola pieza de 4 plg de diámetro, de tipo brida en la parte que queda de forma externa y expuesta deberá presentar el fusible de seguridad, tipo codo de alto flujo, con capacidades de llenado de 2271.25 l/m (600 galones por minuto) y vaciado mediante gravedad de 1135.62 l/m (300 galones por minuto), operación neumática y opción de apertura manual. Para la carga una válvula controladora de flujo, un brazo articulado o bien, un sistema de acoplamiento de tuberías y mangueras en cuyo extremo se debe instalar un acoplador de conexión hermética tipo API RP 1004, un sistema de prevención automática de sobre llenado del



Auto-tanque y un sistema de garantice el monitoreo y aseguramiento de puesta a tierra del auto-tanque.

10.3.1 Sistema de tierras.

El sistema de tierras estará conforme a los planos y éste cumplirá con las Normas, Códigos y Estándares aceptadas a nivel nacional y/o internacional, vigentes referidos en el contenido de la Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

Todo equipo e instalaciones ubicados en la zona de almacenamiento, recepción y entrega, cuarto de máquinas, cuarto de controles eléctricos, estarán conectados al sistema de tierras físicas de la instalación.

10.3.2 Pararrayos.

Toda la instalación contará y estará protegida con un sistema de pararrayos, que dé cumplimiento de las Normas, Códigos y Estándares aceptadas a nivel nacional y/o internacional, vigentes referidos en el contenido de la Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

10.3.3 Drenajes.

Para la Construcción de los drenajes se considera lo siguiente:

Los pisos de las áreas de recepción y entrega se construirán de pavimento de concreto, de tal forma que contengan o canalicen derrames dentro del perímetro del área al sistema de drenaje.

Los patios internos de los diques de contención, contarán con un sistema independiente de drenaje pluvial y aceitoso.

Los drenajes de las áreas de almacenamiento con dique de contención tendrán derivaciones controladas mediante válvulas, que en su caso los deriven al sistema del separador de aceite.

10.3.3.1 Drenaje Pluvial.

El nivel inferior de la tubería del drenaje pluvial estará situado por lo menos una vez el diámetro de dicha tubería, por encima del lomo superior de la tubería de drenaje aceitoso, para evitar la contaminación del primero con el segundo y permitir que la totalidad de la corriente del drenaje pluvial, en caso de estar contaminada con Hidrocarburo, se pueda derivar hacia el drenaje aceitoso por gravedad.

Los registros de drenaje pluvial en los diques de contención contarán con sello hidráulico.

10.3.3.2 Drenaje aceitoso.

Las válvulas alojadas en registros fuera del dique, contarán con extensiones que permitan la operación de la misma a una altura de 0.90 m (2.95 pies) de longitud, a partir del nivel de piso terminado, esto incluye la válvula de interconexión.



Los registros de drenaje aceitoso en los diques de contención deben contar con sello hidráulico.

10.3.4 Separador de aceite API.

El separador de aceite API, será construido en la parte más baja del terreno de tal forma que se permita la captación de posibles derrames en las diferentes áreas de almacenamiento, recepción y entrega de la instalación, así mismo se construirá de acuerdo a las dimensiones indicadas en el proyecto.

10.3.5 Tuberías.

La soldadura a emplear en tuberías se realizará de acuerdo a lo establecido en ASME B31.3 o B31.4 y se aplicarán pruebas destructivas y/o no destructivas por inspector certificado y se realizarán pruebas hidrostáticas.

10.3.5.1 Soportes.

Todos los soportes estarán contruidos de acuerdo a los típicos de diseño y a las restricciones resultado del análisis de flexibilidad realizado en la fase de diseño.

10.3.5.2 Conexiones, bridas y accesorios.

Cuando las pruebas hayan sido terminadas, los documentos que las avalan estarán debidamente revisados y aprobados por personal certificado y de nivel mayor al del personal que inspeccionó y realizó las pruebas, para hacer la entrega de la instalación.

10.3.6 Bombas.

Se construirá sobre una superficie impermeable con pendiente hacia un drenaje aceitoso y cumpliendo con los distanciamientos referidos en el Capítulo 8 "Distanciamiento", estas instalaciones contarán con un sardinel perimetral que contenga algún probable derrame.

Las bombas cumplirán con los requisitos siguientes:

- a. Certificado con código Unidad Local (UL) y/o ULC, o cualquier certificado equivalente de conformidad de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- b. Sistema de arranque y paro a control remoto;
- c. Motor eléctrico tropicalizado a prueba de explosión con protección térmica contra sobre corriente;
- d. Válvula de retención del sifón, válvula de retención de línea, válvula de alivio de presión, eliminadora de aire, conexión para pruebas de presión y detector mecánico o electrónico de fuga en la descarga y,
- e. Las bombas para la entrega y recepción de petrolíferos por auto-tanque, serán alineadas durante su instalación y probadas en vacío y con carga.



10.3.7 Instalación eléctrica.

Se demostrará el cumplimiento con las Normas, Códigos y Estándares aceptadas a nivel nacional y/o internacional, referidos en el contenido de la Norma Oficial Mexicana de Emergencia, para toda la instalación eléctrica, así como la identificación y prueba de todos los circuitos, equipos y componentes del sistema eléctrico.

10.3.8 Vialidades, accesos y estacionamientos.

La construcción de los accesos a las instalaciones en general y áreas operativas corresponderán a la ingeniería básica y de detalle aprobada, respetándose las pendientes, curvas de radio de giro, ancho, capacidad de carga de terreno, terreno de desplante, entre otros.

10.3.10 Sistema contra incendio.

Se realizarán pruebas en el sistema de distribución de agua y espuma para determinar la tasa de flujo y presión disponibles para propósitos de combate de incendios:

- a. A las tuberías de agua y espuma
- b. La tubería, desde el suministro de agua hasta el anillo de agua y/o espuma contra incendio
- c. Toda la tubería y accesorios se probará hidrostáticamente a 14 kilogramos por centímetro cuadrado (200 lbs/pulg²) o 3.5 kg/cm² cuadrado (50 lbs/pulg²) por encima de la presión de trabajo del sistema, lo que sea mayor, y se mantendrá esa presión con una tolerancia de ± 0.35 kg/cm² (5 lbs/pulg²) por 2 h;
- d. Cada hidrante se probará con la presión de agua del sistema en posición totalmente abierto y totalmente cerrado;
- e. Todas las válvulas de control se probarán con la presión de agua del sistema
- f. Las bombas de agua contra incendio, serán verificadas en sus características de operación con pruebas de presión y flujo;
- g. Se realizará una prueba de operación del sistema proporcionador de espuma contra incendio, verificando su flujo;
- h. Se realizará una prueba de operación del sistema de rociadores contra incendio, verificando su flujo y aplicación de enfriamiento.

10.3.10.2 Sistemas de detección de humo, gas y fuego.

Una vez instalados los equipos primarios de detección, se probará el funcionamiento y comunicación de los sistemas de detección de humo, gas y fuego, con las alarmas y sistemas de activación contra incendio, en su caso.

10.4 Señalización.

La instalación de almacenamiento, entrega y recepción de petrolíferos; así como todos los accesos, patios de circulación y estacionamientos para auto-tanques, contarán con la señalización correspondiente.



11. PRE-ARRANQUE

Se aplicará una revisión de seguridad de Pre-Arranque para confirmar que los elementos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente, han sido contruidos o instalados correctamente y ésta constará de dos etapas: documental y de campo (verificación física de la instalación).

11.1 Documental:

Todo registro, plano, memorias, descripciones, etc., que hayan formado parte de las ingenierías básica y de detalle.

11.2 Campo (verificación física de la instalación):

Toda evidencia de que la construcción se realizó en función de su diseño y que la instalación tiene la integridad física que exige la norma, se incluyen las pruebas de equipos y componentes.

12. OPERACIÓN

La Operación incluye las siguientes etapas:

- a. Pre-Arranque (Arranque inicial);
- b. Operación normal;
- c. Paro de emergencia;
- d. Paro normal de la instalación;
- e. Acciones de reanudación de operaciones después de un paro programado o de emergencia;
- f. Activación de sistemas de seguridad;
- g. Plan de respuesta a emergencia, y
- h. Verificación y mantenimiento de equipos y accesorios de las instalaciones.

12.1 Pruebas pre-operativas (empaquete de Petrolíferos).

Previo al empaque de los tanques con hidrocarburos, se contará con operadores capacitados, los cuales establecerán los procedimientos documentados específicos para las pruebas Pre-operativas de los diferentes sistemas que componen la instalación, (iniciando con los tanques) mismos que deben estar elaborados a partir de las especificaciones e instructivo de los fabricantes. En dichos procedimientos se especificará lo siguiente:

- a. Objetivo de la prueba;
- b. Límites de flujo, presión y niveles de Petrolíferos a los que se empacará el tanque;
- c. Los componentes, las etapas y la secuencia en que se deben realizar las pruebas;



- d. Los controles y válvulas mediante los cuales se aislarán los componentes del tanque, para realizar las pruebas individuales que se requieran, las pruebas de los subsistemas y las pruebas del sistema de Almacenamiento completo;
- e. Las variables que se deben medir durante las pruebas y los resultados que se deben obtener para ser aprobadas;
- f. Las actividades, responsabilidad y capacitación requerida del personal asignado a la realización de las pruebas Pre-operativas;
- g. Los ajustes de los dispositivos de relevo de presión o vacío, o la presión de operación máxima o mínima de cada componente;
- h. Los sistemas de seguridad del sistema de Almacenamiento y personal que debe estar alerta, y
- i. Plan de respuesta a emergencia para la prueba Pre-operativas.

12.2 Pruebas operativas.

Una vez concluidas las pruebas Pre-operativas o empacados los sistemas de Almacenamiento con Petrolíferos, se realizarán pruebas de tipo dinámico a todos los equipos de bombeo del sistema de almacenamiento, con objeto de verificar las especificaciones de potencia, capacidad de flujo, presiones y demás parámetros nominales que los caracterizan.

12.3 Inicio de operación.

Una vez concluidas las pruebas Pre-operativas y operativas, se dará inicio de operaciones, en donde se contará con operadores capacitados, los establecerán en un Manual de Operaciones, los procedimientos documentados específicos, los cuales deben estar comunicados, accesibles y en lugares visibles, contemplando las medidas de seguridad. El manual debe constar entre otros de los siguientes apartados o carpetas:

Procedimientos de operación normal.

Procedimientos de emergencia operacional.

Planes de Respuesta a Emergencia (paros ordenados o de emergencia).

Prácticas de trabajo seguro.

Administración de cambios de personal.

Se cumplirá con las "Disposiciones Administrativas de Carácter General que establecen los Lineamientos para la Conformación, Implementación y Autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicable a las actividades del sector Hidrocarburos", emitidos por la Agencia.

12.4 Almacenamiento.

Para la adecuada Operación de los tanques de Almacenamiento, se asegurará que:



Cada tanque cuenta con una identificación con el tipo de servicio, Petrolífero y sentido de flujo de las líneas y equipos. El equipo de medición de los tanques, cuentan con un certificado vigente de calibración. Las revisiones periódicas de la protección catódica y recubrimiento de tanques, así como el techo flotante externo y membrana interna de techo fijo deben ser registradas y firmadas por el operador responsable. No se operará los tanques de membrana interna flotante, por debajo del nivel “bajo” de Operación, de tal forma que la membrana se mantenga siempre flotando, sin que sus soportes toquen el piso.

12.5 Recepción y Entrega.

Para una adecuada Operación, los sistemas de Recepción y Entregase considerarán los aspectos siguientes:

- a. Las actividades de Recepción y Entrega deben estar contenidas dentro del manual de operación
- b. Mantener el registro diario de las condiciones operativas de los Petrolíferos almacenados
- c. Proteger al personal operativo de posibles caídas durante las actividades de Recepción
- d. Emplear tubos sumergidos en el líquido para minimizar las salpicaduras, descarga estática y generación de vapores

12.5.1 Bombas.

Para la adecuada Operación del equipo de bombeo en las instalaciones se considerará lo siguiente:

- a. Las actividades de bombeo deben estar contenidas dentro del manual de operación
- b. Disponer de un manual de operación del equipo de bombeo
- c. Identificar el tipo de servicio, ubicación, sentido de flujo, Petrolíferos que van a manejarse
- d. Verificar que dicho sistema esté libre de fugas

Se contará con una hoja de datos sobre el equipo de bombeo que incluya al menos:

- a. Tipo de equipo de bombeo a emplear;
- b. Curva de la bomba;
- c. Vida útil del equipo;
- d. Condiciones de succión y descarga, (presión, temperatura, velocidad y gasto);
- e. Condiciones mecánicas (altura, altitud, distancias, diámetros y vibración);
- f. Selección de parámetros internos (rigidez de la flecha, cojinetes, sello mecánico, tubería auxiliar, entre otros);
- g. Compatibilidad de materiales con el producto a manejar, y
- h. Se debe considerar la Operación local y remota para arranque, paro y control.

12.5.2 Entrega / Recepción de Auto-tanques.

Para la adecuada Operación de los Auto-tanques, se asegurará que:



- a. Las actividades de Recepción y Entrega de Auto-tanques deben estar contenidas dentro del manual de operación.
- b. Sólo deben cargarse Petrolíferos en Auto-tanques cuyo material de Construcción sea compatible con sus características químicas;
- c. El Petrolífero cargado debe también ser compatible con aquél que haya sido cargado anteriormente a menos que el tanque del vehículo haya sido limpiado y acondicionado para otro producto;
- d. El llenado a través de domos abiertos hacia los Auto-tanques que contienen mezclas de vapor-aire dentro del rango de inflamabilidad, o cuando el Petrolífero refinado transferido a los tanques puede formar una mezcla inflamable debe hacerse mediante un tubo que se extienda hasta 150 mm (6 pulgadas) del fondo del Auto-tanque, a menos que el líquido acumule cargas de electricidad estática, y
- e. Cuando se usa la carga por el fondo de auto tanques deben utilizarse velocidades de flujo reducidas, deflectores de salpicaduras u otros dispositivos para impedir salpicaduras y minimizar la turbulencia.

12.6 Sistemas Complementarios.

12.6.1 Tierra/Pararrayos.

Posterior a la Construcción de los sistemas de tierras y pararrayos, se asegurará como parte de la Operación de estos sistemas la verificación en recorridos diarios, independientemente de los programas de mantenimiento predictivo y preventivo cerciorándose, se corrijan en forma inmediata las anomalías detectadas.

12.6.2 Drenajes/Separador de Aceite.

Como parte de la Operación de estos sistemas se asegurará en recorridos diarios o periódicos, que estos sistemas, se mantienen:

- a. Libres de Hidrocarburos;
- b. Desazolvados;
- c. Con integridad mecánica en tapas/rejillas, válvulas de control, sellos hidráulicos y,
- d. Identificados con el sentido de flujo señalado.

12.6.3 Tubería y válvulas.

Para la adecuada Operación del sistema de tuberías y válvulas en instalaciones de la terminal de almacenamiento, se observará lo siguiente:

- a. Disponer de los documentos o manuales específicos sobre la adecuada Operación de los diversos tipos de válvulas;
- b. Verificar la operatividad de las válvulas de relevo, seguridad y alivio; dicha actividad debe considerarse en el programa de Operación y Mantenimiento, y
- c. Verificar las condiciones operativas del producto almacenado (presión, volumen, temperatura, flujo y características de corrosión).



12.6.4 Instalación eléctrica.

Como parte de la Operación de estos sistemas se asegurará en recorridos diarios o periódicos, independientemente de los programas de mantenimiento predictivo y preventivo, para que estas instalaciones mantengan su integridad eléctrica.

12.6.5 Vialidades, accesos y estacionamiento de vehículos.

Se garantizará la Operación adecuada de vehículos en el patio de maniobra, áreas de circulación de vehículos de carga y zona de estacionamiento, desde el ingreso de unidades hasta su salida.

12.6.6 Sistemas de control.

Durante la Operación de este sistema, se ejecutarán subrutinas de simulacros operacionales verificando la correcta Operación de la lógica de los programas, como lo es el paro de emergencia, activación de alarmas por alto o bajo nivel de producto en tanques, entre otros.

12.6.7 Sistemas contra incendio.

- a. Las áreas alrededor de las instalaciones de tanques de Almacenamiento deben mantenerse libres de maleza, basura u otros materiales combustibles
- b. Las vías de acceso establecidas para movimiento del personal deben mantenerse libres de obstrucciones
- c. Como parte de la Operación programada, todos los accesorios de la red contra incendio como son: válvulas, hidrantes, monitores, boquillas, aspersores, rociadores, equipo de bombeo, extintores, deben inspeccionarse y probar su óptimo funcionamiento

12.6.8 Sistema de protección ambiental.

Como parte de la Operación de estos sistemas se asegurará en recorridos diarios y periódicos para dar seguimiento al correcto funcionamiento de membranas internas flotantes, SRV, plantas de tratamiento de agua residual y separadores de aceite.

Se asegurará que durante la Operación de las instalaciones se mantendrá el suelo y subsuelo y manto acuífero, libre de contaminantes a través de:

- a. Realizar la inspección de la integridad de las tuberías y equipos;
- b. Capacitación del personal, y
- c. Procedimientos de prevención y planes de respuesta por fugas y derrames.

13. MANTENIMIENTO

13.1 Manual de mantenimiento.

- a. El programa de mantenimiento predictivo y preventivo documentado
- b. El programa de mantenimiento estará desglosado mensualmente



- c. Los procedimientos e instructivos para realizar los trabajos de verificación, pruebas y mantenimiento especificados en los programas correspondientes
- d. Los procedimientos de mantenimiento incluirán instrucciones para garantizar la seguridad
- e. Lista de los equipos críticos y su refaccionamiento, almacenado
- f. Contar con la lista del personal que cubre los puestos que realizan actividades en los equipos e instalaciones, debiendo tener evidencia de su capacitación

13.2 Autorización de trabajos

Se contará con un sistema de permisos de trabajos para la autorización y ejecución de trabajos con riesgo, que establezca el análisis de seguridad en el trabajo y la verificación de medidas de Seguridad.

13.2.1 Registros de mantenimiento.

Se mantendrá un registro de la fecha y reporte de las actividades de Mantenimiento realizadas en cada componente de la instalación.

13.3 Almacenamiento.

En el Mantenimiento de tanques para Almacenamiento se realizará:

- a. La verificación, pruebas y mantenimiento deben cumplir con las Normas
- b. Deben inspeccionarse para identificar, en su caso, corrosión externa e interna, deterioro y daños que puedan aumentar el riesgo de fuga o falla
- c. Los intervalos entre verificaciones así como las técnicas de verificación aplicadas, deben ser determinados aplicando las Normas
- d. Se debe dar mantenimiento y probar periódicamente los instrumentos para monitorear y controlar la Operación de los tanques y recipientes para Almacenamiento
- e. Las válvulas de aislamiento del tanque, de venteo, presión-vacío, de seguridad y alivio de presión de los tanques y recipientes para Almacenamiento

13.3.1 Pruebas de hermeticidad de tanques.

Todos los tanques verticales durante su vida útil en Operación serán retirados de operación periódicamente para realizarles el Mantenimiento, verificación y pruebas de hermeticidad que requieren los estándares API 650.

13.4 Recepción y Entrega.

La tubería, conexiones, brazos de carga y mangueras, instrumentación, válvulas, filtros, bombas, cumplirán con un programa de verificación, pruebas y mantenimiento para que opere en forma segura.



13.5 Sistemas Complementarios.

Todos los sistemas complementarios de la estación serán incluidos en el programa de mantenimiento, mediante revisiones y recorridos programados, dejando registros de su cumplimiento que sean auditables, que incluirán:

- Tierras y pararrayos
- Drenajes y separador de aceite
- Diques de contención
- Tuberías
- Instalación eléctrica
- Vialidades, accesos y estacionamientos
- Sistemas de control
- Sistemas contra incendio
- Sistema de protección ambiental

13.6 Señalización.

Toda la señalización de las tuberías, equipos y componentes, así como vialidades, rutas y salidas de emergencia, entre otras, debe mantenerse visible y en buen estado, cumpliendo con la normatividad nacional aplicable. Debiendo incluir en el programa de mantenimiento esta actividad.

14. REPORTES TÉCNICOS

Se tendrán los Reportes Técnicos siguientes:

- Diseño.
- Construcción.
- Pre-Arranque, para reactivación de instalaciones.
- Operación y Mantenimiento.

Estos reportes serán realizados por un Tercero Especialista.



Análisis Check List

La elaboración del Check List, tiene como beneficios el conocer las líneas básicas por las que se va a guiar una inspección, facilitando la comunicación y haciendo que la fiscalización sea una herramienta de ayuda en la comisión de cualquier sistema de gestión.

El Check List o Listas de control, es un inventario de comprobación que sirve como guía y revisa los puntos que deben ser inspeccionados en función de los conocimientos que se tienen sobre las características y riesgos de una instalación. Es un cuestionario de preguntas en el que se responderá SI ó NO, es una lista de comprobación de determinadas condiciones de trabajo compuesta por varios ítems que pueden contener una ó varias preguntas.

El Check List debe referirse a cuatro aspectos distintos de la prevención de riesgos:

- Agentes materiales: Instalaciones, máquinas, herramientas, sustancias peligrosas, suelos, edificaciones, etc.
- El entorno ambiental: Clima, suelo, vegetación, orden y limpieza, ruido, iluminación, temperatura, condiciones higrométricas, etc.
- Personal en el proceso: conocimientos, aptitudes, actitudes, grado de adiestramiento, comportamiento, etc.
- Organización: gestión de la prevención, formación, métodos y procedimientos, sistema de comunicación, etc.

Cada área de trabajo de prevención que deba realizar una inspección enfocada a la seguridad y debe elaborar y adaptar el Check-list, a las circunstancias de cada momento, deben de ser lo más claros e inteligibles que sea posible. A ser posible un ítem o cuestión debe contener una sola pregunta que haga referencia a un solo elemento y no a varios.

Los usos principales de los check list son los siguientes:

Realización de actividades en las que es importante que no se olvide ningún paso y/o deben hacerse las tareas con un orden establecido, principalmente en el arranque o comisionamiento de una instalación.

Realización de inspecciones donde se debe dejar constancia de cuáles han sido los puntos inspeccionados.

- ✓ Verificar o examinar artículos.
- ✓ Examinar o analizar la localización de defectos.



- ✓ Verificar las causas de los defectos.
- ✓ Verificación y análisis de operaciones.
- ✓ Recopilar datos para su futuro análisis.

En definitiva, estas listas suelen ser utilizadas para la realización de comprobaciones rutinarias y para asegurar que al operario o el encargado de dichas comprobaciones no se le pasa nada por alto, además de para la simple obtención de datos.

La ventaja de los checklist es que, además de sistematizar las actividades a realizar, una vez rellenos sirven como registro, que podrá ser revisado posteriormente para tener constancia de las actividades que se realizaron en un momento dado.

Es importante que las listas de control queden claramente establecidas e incluyan todos los aspectos que puedan aportar datos de interés para la organización. Es por ello preciso que quede correctamente recogido en la lista de control:

Qué tiene que controlarse o chequearse.

Cuál es el criterio de conformidad o no conformidad (qué es lo correcto y qué lo incorrecto).

Cada cuánto se inspecciona: frecuencia de control o chequeo.

Quién realiza el chequeo y cuáles son los procedimientos aplicables.

Conviene, por último, que se disponga de un apartado de observaciones y comentarios con el fin de poder obtener información previa sobre posibles motivos que han causado la disconformidad, así puede generarse una relación de acciones de verificación, de recomendación o escrutinio.

El checklist realizado a la terminal de hidrocarburos contempla los siguientes aspectos y examina las siguientes instalaciones e ítems:

Aspectos que se revisan:

Civil, seguridad, eléctrico e instrumentación.

Instalaciones e ítems que examinan:

- Lay Outs
- Accesibilidad
- Tráfico



- Estacionamientos
- Áreas libres
- Edificios administrativos
- Almacenes
- Subestación eléctrica y CCM
- Talleres
- Área de tanques de almacenamiento
- Protección contra incendios
- Casa de bombas
- Llenado de auto tanques
- Descarga de aditivos
- Área de carga de aditivos
- Construcción de tanques
- Racks de tuberías
- Programas, planos y procedimientos
- Fosa API y sistemas de drenajes

La lista de control o Check List se adjunta en Anexos para su consulta.

De las recomendaciones y comentarios originados en el ejercicio de su realización se generan parte de las indicaciones técnico operativas de este estudio.

Las recomendaciones surgidas del análisis se clasifican en tres niveles: A, B y C, en función de su importancia frente a la seguridad.

A	B	C
		Identificar con letreros las calles
		Pintar Líneas alusivas a la preferencia de paso peatonal



Asegurar el uso de matachispas en auto tanques	
	Instalar letreros alusivos respecto al uso del cinturón de seguridad
	Recomendar que los conductores respeten la velocidad máxima permitida
Se deberá de contar con un procedimiento que asegure la seguridad de la maniobra y la agilidad del proceso.	
Deberá de existir un procedimiento compartido entre GNN y la empresa transportista que reglamente movimientos, custodias y responsabilidades del movimiento de trenes en la terminal	
Deberán estar rotulados los drenajes con tipo y sentido de flujo	
	Rotular correctamente la identificación de los drenajes aceitoso y pluvial de acuerdo al código de colores.
	Rotular correctamente la identificación de los drenajes sanitarios de acuerdo al código de colores
Instalar detectores de humo en edificios	
Instalar señal audible general para la terminal	
Instalar salida de emergencia alterna en la terminal	
	Asegurarse de Instalar letreros de "SALIDA DE EMERGENCIA".
Instalar detectores de humo en el área de Almacén.	



Instalar señal audible y visual de alerta en caso de emergencia en el almacén
Instalar letreros alusivos a las "RUTAS DE EVACUACIÓN". En el almacén
Instalar letreros de "USAR LA HERRAMIENTA ADECUADA", en área de talleres
Instalar indicador de nivel independiente, en caso de falla del indicador normal. En área de tanques
Instalar transmisor de nivel redundante, en caso de falla de transmisor normal. En área de tanques
Instalar alarma redundante por alto y bajo nivel. En área de tanques
Rotular adecuadamente los dispositivos de presión/vacío
Considerar atmósfera positiva en el cuarto de control
Instalar regaderas y lavaojos en casa de bombas
Las estructuras de acero deben estar protegidas con retardador de fuego en casa de bombas, llenaderas y descarga de carros tanque
Los drenajes aceitosos deben contar con sellos hidráulicos
Los auto tanques deben tener calzas en las ruedas, freno de mano y conexión a tierra en la carga
Colocar señales de "ALTO, AUTOTANQUE CONECTADO"



	Instalar señales de advertencia de "Alto carro tanque conectado"
Las estructuras de acero deben contar con recubrimiento retardador de fuego en áreas de alto riesgo de incendio	
	Se debe contar con libro maestro de Instrumentos
¿Instalar regadera y lavajos en el área de la fosa API	
	Se deben generar actas de calibración (valores de actuación) a cada una de las variables del proceso
Los carro tanques a descargar deben ser objeto de una revisión general de su estado	

Tabla 56. Recomendaciones emanadas del Análisis Check List

El análisis Check List, arrojó 21 recomendaciones de clasificación A, 4 de clasificación B y 8 de C, con respecto a la seguridad.

A manera de muestra, se presenta la hoja 1 de dicho análisis. En Anexos se adjunta el documento completo.



NÚM	REQUISITO	CUMPLE		NO APLICA	COMENTARIO	RECOMENDACIÓN	CLASIFICACIÓN A, B y C
		SI	NO				
001	LAYOUT						
	CIVIL						
1.1	¿Se cuenta con plano de localización geográfica de la Terminal?	✓			Sí	Ninguna.	
1.2	¿Se cuenta con el plano general (PlotPlant) de las instalaciones?	✓			Sí	Ninguna.	
1.3	¿El plano general (PlotPlant) de las instalaciones se encuentra actualizado, protocolizado y a escala?	✓			Sí	Ninguna.	
002	ACCESIBILIDAD						
	SEGURIDAD						
2.1	¿Se tiene vialidad de entrada y salida a la terminal?	✓			Sin comentarios	Ninguna.	
2.2	¿La vialidad es lo suficientemente ancha para la entrada y salida de vehículos pesados y ligeros?	✓			Sin comentarios	Ninguna.	
2.3	¿Cuenta con control de acceso de entrada y salida de vehículos?	✓			Se contará con un sistema aún no definido	Ninguna.	
2.4	¿Se cuenta con acceso y control de entrada y salida del personal?	✓			Se contará con bitácora de control de personal e identificación personalizada	Ninguna.	
2.5	¿Está bien señalado el sentido de circulación en las vialidades en el interior de la terminal?	✓			Está establecido en el control vial de la terminal	Ninguna.	
2.6	¿Están bien definidas o delimitadas las áreas de circulación para el personal?	✓			Sin comentarios	Ninguna.	
2.7	¿Están bien identificadas con letreros las calles dentro de las instalaciones?		✗		Las calles no están identificadas.	Identificar con letreros las calles	C
2.8	¿Existen letreros señalando la preferencia de paso al peatón?		✗		No se encuentran identificados los cruces en la calle de preferencia de paso al peatón.	Lineas alusivas a la preferencia de paso peatonal.	C
2.9	¿Están bien identificados los accesos a las áreas?	✓			Sin comentarios	Ninguna.	
2.10	¿Están señaladas las rutas de evacuación de emergencia para desalojo del personal de las instalaciones?	✓			Sin comentarios	Ninguna.	
2.11	¿Se tienen identificados los puntos de reunión?	✓			Sí, están considerados	Ninguna.	
2.12	¿Cuentan los conductores de los auto-tanques con licencia de chofer tipo "E" vigente?	✓			El personal de vigilancia revisará la vigencia de la licencia mediante una lista de verificación.	Ninguna.	
2.13	¿Conocen los conductores las operaciones de carga y descarga?	✓			Se sigue un procedimiento previamente establecido para capacitar a los conductores.	Ninguna.	
2.14	¿Saben qué maniobras realizar los conductores en caso de presentarse una emergencia?	✓			Se sigue un procedimiento previamente establecido con las empresas transportistas para capacitar a los conductores.	Ninguna.	
2.15	¿Saben los conductores del funcionamiento y manejo de los dispositivos de seguridad y contra incendio?	✓			El procedimiento de emergencia no permite que operadores intervengan en éstos	Ninguna.	
2.16	¿Cuentan los autotanques con el certificado que indica los periodos de revisión del tanque y accesorios, revisión mecánica del vehículo y respecto a su construcción, expandida por la Secretaría de la Industria y Comercio?	✓			Se establecerá con las empresas transportistas	Ninguna.	
2.17	¿Cuentan con matachispas los autotanques?		*		Será requisito de ingreso	Ninguna.	A
2.18	¿Cuentan los autotanques con extintores de CO2 de 20 lb. o PQS de 15 lb.?	✓			Será requisito	Ninguna.	
2.19	¿Se tiene restringido el uso de teléfonos celulares en el interior de la terminal de almacenamiento?	✓			Será requisito con las transportistas	Ninguna.	

Fig 106. Hoja 1 del Análisis Check List



Análisis What If

El método exige el planteamiento de las posibles desviaciones desde el diseño, construcción, modificaciones de operación de una determinada instalación.

El método tiene un ámbito de aplicación amplio ya que depende del planteamiento de las preguntas que pueden ser relativas a cualquiera de las áreas que se proponga la investigación como: seguridad eléctrica, protección contra incendios, seguridad personal, etc.

Las preguntas se formulan en función de experiencias previas y se aplican, tanto a proyectos de instalación, como a plantas en operación, siendo muy común su aplicación ante cambios propuestos en instalaciones existentes.

El resultado del trabajo será un listado de posibles escenarios incidentales, sus consecuencias y las posibles soluciones para la reducción del riesgo.

Los riesgos considerados en este análisis fueron:

- 1) Fuga de Diesel en línea de llegada a TV-101
- 2) Fuga de gasolina Regular en línea de llegada a TV-201
- 3) Fuga de gasolina Premium en línea de llegada a TV-301
- 4) Fuga de Turbosina en línea de llegada a TV-401
- 5) Fuga de Diesel en línea de succión de bomba P-405
- 6) Fuga de gasolina Regular en línea de succión de bomba P-505
- 7) Fuga de gasolina Premium en línea de succión de bomba P-605
- 8) Fuga de Turbosina en línea de succión de bomba P-701
- 9) Fuga de Diesel en bomba P-101
- 10) Fuga de gasolinas en bomba P-201
- 11) Fuga de Turbosina en bomba P-301
- 12) Fuga de MTBE en bomba P-401
- 13) Fuga de Diesel en filtro de llenadera LBA 01
- 14) Fuga de gasolina regular en filtro de llenadera LBA 02
- 15) Fuga de gasolina Premium en filtro de llenadera LBA 03
- 16) Fuga de Turbosina en filtro de llenadera LBA 04
- 17) Fuga de Diesel en brazo articulado en llenadera LBA 01
- 18) Fuga de gasolina Regular en brazo articulado en llenadera LBA 02
- 19) Fuga de gasolina Premium en brazo articulado en llenadera LBA 03
- 20) Fuga de Turbosina en brazo articulado en llenadera LBA 01
- 21) Fuga en tanque de almacenamiento TV-101
- 22) Fuga en tanque de almacenamiento TV-201
- 23) Fuga en tanque de almacenamiento TV-301
- 24) Fuga en tanque de almacenamiento TV-401
- 25) Fuga en tanque de almacenamiento TV-501



A manera de muestra, se presenta la hoja 1 de dicho análisis. En Anexos se adjunta el documento completo.

Nodo: 1 Línea de llegada a TV-101			Plano: INI4-VER-TUX-TAS-DF-17_01		Tuberías de llegada del muelle	
CASO NO.	¿QUÉ PASA SI?	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS DE CONTROL	RECOMENDACIÓN	CLASIFICACIÓN
1	Fuga de diesel línea de llegada a TV-101	<ul style="list-style-type: none"> o Poro por corrosión o Falla en uniones soldadas, bridas o roscadas o Sellos en mal estado o Falla de Empaques o Mantenimiento Inadecuado o Alta presión en la línea o Vibración Excesiva o Error Humano o Ajuste inadecuado en Válvula de alivio 	<ul style="list-style-type: none"> o Impacto Ambiental o Incendio o Pérdida de Producto o Riesgo a las instalaciones o Riesgo al Personal o Sanciones por las Autoridades o Suspensión de Actividades 	<ul style="list-style-type: none"> o Programa de Mantenimiento Preventivo o Drenaje Aceitoso en el área o Equipo móvil colector con presión de vacío o Sardinell/Dique de contención o Programa de Mantenimiento Preventivo a Tierras o Programa de capacitación al personal o Manual de Operación del Sistema o Programa de inspección preventiva de Riesgos o Programa de medición de espesores de pared o Procedimientos de Recep/Desc de productos inflamables y Combustibles o Procedimientos de Emergencia o Sistema de Comunicación entre diferentes instalaciones e interno o Musgo absorbente o Carteles alusivos a la seguridad o Hojas de Datos de Seguridad de los Productos o Red contra Incendio o Programa de Simulacros contra incendio o Programa de Simulacros operacionales o Plan de Emergencia Interno y Externo 	Instalar ataja llamas en registro de drenajes	A

Fig 107. Hoja 1 del Análisis What If

Como resultado del ejercicio del What If, hacia la prevención y mitigación de los riesgos examinados se desprenden las siguientes recomendaciones y acciones:

Los programas que son prioritarios en la prevención de riesgos son:

- Programa de Mantenimiento Preventivo
- Programa de Mantenimiento Preventivo a Tierras
- Programa de capacitación al personal
- Programa de inspección preventiva de Riesgos
- Programa de medición de espesores de pared
- Programa de Simulacros contra incendio
- Programa de Simulacros operacionales
- Plan de Emergencia Interno y Externo

Las medidas de control de mayor influencia en la reducción de riesgos son:

- Drenaje Aceitoso en áreas de la Terminal con altos inventarios de hidrocarburos y en casa de bombas y bahías de carga y descarga
- Equipo móvil colector con presión de vacío en áreas de riesgo de fuga
- Sardinell y/o Dique de contención en casa de bombas y bahías de carga y descarga
- Contar con Procedimientos de Recep/Desc de productos Inflamables y Combustibles
- Tener un Sistema de Comunicación entre diferentes departamentos
- Contar con kits contra derrames (Musgo absorbente)
- Carteles alusivos a la seguridad
- Red contra Incendio



VI.8 MEDIDAS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS Y SISTEMAS DE SEGURIDAD

La terminal de almacenamiento de Escobedo cuenta con los siguientes sistemas de seguridad:

Sistema de agua contra incendio

El sistema de agua contra incendio está integrado con los equipos necesarios para sostener una red de agua contra incendio de 12" a 16" de diámetro la cual siempre permanece presurizada a 7 Kg/cm², para asegurar la integridad de la red y en caso necesario de atender algún evento no deseado, las bombas del sistema contra incendios deberán ser especificadas de acuerdo al NFPA 20.

Este sistema contra incendio tiene dentro de sus equipos principales los siguientes:

Almacenamiento de agua:

Contará con 1 tanque con capacidad de 55,000 barriles, lo cual permite atender cualquier evento por un tiempo de 4 horas. El tanque debe ser construido de acuerdo a la norma NFPA 22.

La fuente de suministro de agua será a través de un pozo de captación de agua dulce.

Cabezales de bombas contra incendio.

Las líneas de salida de tanques a cabezal de succión de bombas son de 16" de diámetro.

El cabezal de succión de bombas contra incendio es de 20" de diámetro.

El cabezal de descarga de bombas es de 16" de diámetro reduciendo a 12" que es el diámetro nominal de toda la red contra incendio.

Equipo de bombeo principal y bomba jockey.

La bomba jockey es una bomba de 10 a 20 HP operada por un motor eléctrico de 480 Volts trifásico, tiene una capacidad de 40 a 50 gpm, tiene una presión máxima de descarga de 7.7 Kg/cm² a 13 Kg/cm², la capacidad será como se indica en el capítulo 4.26.3 de la NFPA 20.

Como equipo principal se cuenta con 2 bombas contra incendios de 5,000 gpm, las dos bombas serán impulsadas con motor de combustión interna, alimentado con combustible diésel, la presión máxima de descarga de cada una de ellas es de 215 psi.



Filosofía operativa:

La operación de este sistema contra incendio será principalmente con la bomba jockey existente, la cual mantendrá presionada toda la red con una presión de 7 Kg/cm², al llegar a esta presión la bomba jockey para. Cuando la presión en la red llega a bajar a 4 Kg/cm² la bomba jockey arranca nuevamente. Y así será su función diariamente.

Para el caso de cuando se abre un hidrante y se abate la presión en la red hasta 2,5 Kg/cm², en ese momento arrancan de manera paralela las bombas principales. Cubriendo así de inmediato el requerimiento del o los hidrantes y sistemas que lo requieran.

Estas bombas tendrán su protección por alta descarga a 16 Kg. /cm²

Se hace notar que después de actuado el sistema de bombeo principal, estos se tendrán que desactivar antes de cerrar los hidrantes.

Se hace notar que esta red contra incendio dará protección a las principales instalaciones de la planta como son:

Área de descarga de Ferrocarril

Se tiene una red de 12" tanto interna como externa, la cual dispondrá de 8 monitores para atender cualquier eventualidad en esta área; de aquí mismo se tomará un cabezal de 8" el cual contendrá 104 aspersores de 1/2" de diámetro, el cual servirá para enfriamiento de carro tanques en descarga.

Área de almacenamiento de productos

Los tanques de almacenamiento dispondrán de anillos de enfriamiento, cada anillo estará seccionado en cuatro cuadrantes, los cuales harán su función a través de aspersores.

De igual manera dichos tanques dispondrá de cámaras de espuma para sofocar el fuego que se llegase a producir en el tanque.

Dicho sistema será alimentado a través de un tanque que contendrá espuma AFFF, este tomará agua de la propia red C.I. para formar dicha espuma.

Este sistema será activado por un sistema de fusibles instalados en una línea la cual toma agua de la red C.I. y mantiene cerrada la válvula de diluvio que bloquea el paso al sistema de agua para formar espuma.

Estos fusibles se ubican alrededor de los tanques los cuales se funden al ser expuestos a temperaturas de 57° C, habilitando así el sistema de espuma dentro del tanque, a través de las cámaras de espuma, el sistema de espuma contra incendios cumplirá con los requerimientos de la norma NFPA 11.



De manera alterna alrededor de los diques se dispondrá de monitores, los cuales estarán habilitados con equipos formadores de espuma para el caso de tener fuego dentro del dique.

Área de llenaderas

Hasta el área de llenaderas llega el cabezal principal de la red C.I. de esta se deriva un cabezal de menor diámetro en el cobertizo de llenaderas, interconectándose entre ambas a través de líneas de enfriamiento los cuales harán su función a través de aspersores, haciendo su función de enfriamiento de auto tanques en caso de algún evento en esta área.

Estas líneas permanecerán secas y solo serán inundadas cuando el sistema sea activado por un sistema de fusibles la cual toma agua de la red C.I y mantiene cerrada la válvula de diluvio, Estos fusibles se ubican en una línea presurizada con agua de la propia red la cual se ubica encima de

Plano GNN-NL-GME-TAS-RHI-17_01 Red hidráulica de contraincendios

Sistemas de seguridad operativa

Para la seguridad operativa del proceso se contará con la instrumentación necesaria la cual permita operar dentro de los parámetros establecidos (presión, nivel, temperatura, flujo, presión diferencial), sin caer en situaciones que pongan en riesgo el proceso, las instalaciones, al personal y al medio ambiente.

Dentro de estos sistemas de seguridad operativa se encuentran los siguientes:

El equipo de bombeo para carga de auto-tanques (llenaderas) tendrá un solo interruptor en el cabezal de succión de bombas el cual actuará sobre los arrancadores de todos estos equipos al detectar una presión de 1 Kg/cm^2 .

Para la protección a los equipos de Bombeo se tiene contemplado la instalación de un interruptor de baja presión (PSL) en la línea de succión y otro de alta presión (PSH) en la línea de descarga para cada bomba.

Sistema de paro por Emergencia

Es requerido en las áreas de transferencia de producto, al activarse, se deberán detener todos los flujos y activarse una indicación visual y audible.

Protección por alta presión de descarga y baja succión.

En los cabezales de descarga de las bombas a llenaderas se contará con interruptores de presión por alta descarga, el cual estará a un valor de 7 Kg/cm^2 , actuando sobre el



arrancador de cada una de las bombas a llenaderas para suspender el bombeo en caso de que se presentase esta condición.

El equipo de bombeo estará protegido de presiones bajas en la succión con un interruptor de presión el cual enviará una señal para parar el equipo o no le permitirá arrancar si el cabezal de succión del equipo no tiene la suficiente presión de succión requerida por el sistema.

Para el caso del Blending en tanques de almacenamiento se considerará la opción de instalar mixer o la opción de recircular producto con las bombas de llenadera e instalación de anillos de recirculación.

Así mismo sistema alivio el cual enviara el producto a una recirculación aliviando la presión de línea de descarga conectada del cabezal de descarga de la bomba a la tubería de entrada del tanque de origen del producto bombeado.

Con el fin de mantener de una manera más estable la presión de operación en los cabezales de alimentación a llenaderas, se instalará una válvula de recirculación la cual actuará de manera proporcional al excedente de presión después de 5 Kg/cm².

Relevo de presión por temperatura en cabezales (relevo térmico)

En todas las líneas de proceso de la planta se instalarán válvulas de alivio las cuales actuarán por sobrepresión al incrementarse la presión dentro de estas, al ocurrir un incremento de temperatura del producto al encontrarse entrampado (sin flujo por suspensión del proceso) entre válvulas, aliviando dichos excedentes a líneas de recolección las cuales lo conducirán a fosas de captación para su posterior recuperación.

Sistema de contención de derrames.

Esta contención donde habitarán los tanques de almacenamiento, será construida con muros, cimentación y piso de concreto armado. Los muros, que serán los elementos más expuestos a cargas en caso de un derrame, tendrán un espesor de 0.30 m. La cimentación tiene una longitud, transversal al muro, de 2.30 m, esto para evitar el volteo del muro mismo. El piso en el interior del dique tendrá un espesor de 0.10 m, ya que será en menos demandado a las cargas.

Dique 1.

Con respecto a la volumetría a contener, esta será para contener el volumen de 1.2 veces el tanque de mayor capacidad. El tanque de referencia será de 120,000 barriles, cuya capacidad en metros cúbicos es 19,080 unidades. Al elevar la capacidad 1.2 veces, el volumen final a contener es de 22,896 m³. El resultado del análisis indicó la construcción de un dique con las siguientes características:



Longitud: 249.79 m

Ancho: 77.30 m

Altura: 1.8 m

El volumen final a contener será de 24,107.18 m³. En este volumen se considera la ocupación que tendrán las cimentaciones de los tanques.

Dique 2.

Con respecto a la volumetría a contener, esta será para contener el volumen de 1.2 veces el tanque de mayor capacidad. El tanque de referencia será de 120,000 barriles, cuya capacidad en metros cúbicos es 19,080 unidades. Al elevar la capacidad 1.2 veces, el volumen final a contener es de 22,896 m³. El resultado del análisis nos indicó la construcción de un dique con las siguientes características:

Longitud: 249.79 m

Ancho: 77.30 m

Altura: 1.8 m

El volumen final a contener será de 28,963.15 m³. En este volumen se considera la ocupación que tendrán las cimentaciones de los tanques.

Dique 3.

Con respecto a la volumetría a contener, esta será para contener el volumen de 1.2 veces el tanque de mayor capacidad. El tanque de referencia será de 120,000 barriles, cuya capacidad en metros cúbicos es 19,080 unidades. Al elevar la capacidad 1.2 veces, el volumen final a contener es de 22,896 m³. El resultado del análisis nos indicó la construcción de un dique con las siguientes características:

Longitud: 141.7 m

Ancho: 144.02 m

Altura: 1.5 m

El volumen final a contener será de 30,611.45 m³. En este volumen se considera la ocupación que tendrán las cimentaciones de los tanques.

Dique 4.



Con respecto a la volumetría a contener, esta será para contener el volumen de 1.2 veces el tanque de mayor capacidad. El tanque de referencia será de 628.93 barriles, cuya capacidad en metros cúbicos es 100 unidades. Al elevar la capacidad 1.2 veces, el volumen final a contener es de 120 m³. El resultado del análisis nos indicó la construcción de un dique con las siguientes características:

Longitud: 94.10 m

Ancho: 10.79 m

Altura: 1.8 m

El volumen final a contener será de 1,384.70 m³. En este volumen se considera la ocupación que tendrán las cimentaciones de los tanques.

Sistema de detección de humo, gas y fuego.

Se implementará en las instalaciones, un sistema de detección y alarma que debe considerar humo, gas y fuego para monitorear, alertar y suprimir eventos y siniestros causados por fuga de gases tóxicos y mezclas explosivas de hidrocarburos y fuego.

Los elementos de este sistema deben corresponder a los que se determinen en la ingeniería del proyecto y al Análisis de Riesgo de la instalación, considerando los siguientes elementos de forma enunciativa y no limitativa:

1. Detector de humo;
2. Detector térmico;
3. Detector de fuego;
4. Detector de gas combustible;
5. Detector de gas tóxico, cuando la instalación preste servicio a la Recepción o Entrega de Petroquímicos;
6. Alarmas audibles y visibles;
7. Generador de tonos y/o mensajes;
8. Altoparlantes (bocinas);
9. Estaciones manuales de alarma;
10. Procesadores;
11. Fuentes de alimentación;



12. Tarjetas de entrada / salida;
13. Enlaces de comunicación, y
14. Software.

Los detectores de humo y sistemas de detección de gas inflamable en las áreas específicas determinadas, deben estar activados permanentemente y deben activar una alarma sonora y visual en el centro de control con vigilancia permanente de la terminal de Almacenamiento y, si es necesario, en la propia área.

Los detectores de fuego deben activar alarmas sonoras y visuales en el centro de control con vigilancia permanente de la Terminal de Almacenamiento.

Para el punto 10.6.7.2.1 Capacidad de acuerdo a lo indicado en la NFPA 72, se debe considerar la fuente de alimentación secundaria, que deberá tener capacidad de funcionamiento del sistema en régimen de que funciona en condición no armonizada, durante un mínimo de 24 horas y al final de ese período, deberá ser capaz de todos los aparatos de notificación de alarma utilizados para evacuar o para dirigir la ayuda a la localización de una emergencia por 5 minutos.

Anillos de enfriamiento de tanques de almacenamiento

Todos los tanques de almacenamiento contarán con anillos de enfriamiento para la disolución de energía radiante originada por incendios cercanos al equipo. Los anillos deberán de cubrir el 100% de su superficie mediante el esparido de agua de contra incendios.

Sistema de monitoreo operativo

La operación de la planta será monitoreada a través de estaciones de trabajo que se ubicarán en el cuarto de control, en campo, en el cobertizo de contra incendio, en el área del patín de recibo de producto y de manera local en cada patín de llenado de auto-tanques.

La TAS tendrá la capacidad de monitorear en tiempo real la operación de la planta, así como llevar el balance de entradas, salidas de producto de planta y el inventario de productos en tanques.

Este sistema de administración operativa de la planta (TAS) también tendrá comunicación con sus clientes, permitiéndoles llevar el control de disposición de su producto, así como sus inventarios. Administrando el acceso y llenado de sus auto-tanques y personal, en planta.



Manguera y Brazo de Carga para llenaderas de Auto tanques

El área de llenaderas contará con 10 islas de llenado, 9 islas contarán con la flexibilidad de suministrar cualquier producto excepto Turbosina, este combustible tendrá una isla independiente.

Cada isla de llenado será capaz de llenar auto tanques de 20,000 litros o de 30,000 litros y contará con el espacio para albergar un autotanque "full" aunque solo se podrá llenar un solo compartimento.

Esta TAS tendrá la capacidad de despacho con 10 islas de llenado de 54,000 a 75,000 barriles por día.

El sistema de llenado de los auto tanques será por el fondo, contando con protecciones de tierra segura.

El patín de medición que tiene cada isla de llenado está integrado por filtro tipo canasta, medidor de flujo de desplazamiento positivo, transmisor de presión, transmisor de temperatura para el cálculo del volumen a entregar, así como con una válvula automática de flujo de dos pasos para la abertura y cierre para el control del inicio y termino de este proceso de llenado.

Toda la instrumentación y equipos arriba mencionados son controlados a través de un dispositivo de control, el cual integra y controla el proceso mencionado.

Para el caso las Gasolinas Regular y Premium se tendrá un sistema de recuperación de vapores.

Manguera: Será negra lisa, resistente a gasolina y aceite, de polivinilo nitrilo trenzado con fibra sintética con alambre conductor de electricidad estática. Los conectores serán tipo hembra API-RP-1004.

Brazo de carga: de 4" Ø en acero al carbón con brazos articulados, válvula de exceso de flujo y conector rápido tipo API.

Capacidad: 2,271 litros/minuto (600 gpm)

Diámetro: 4"

Material: acero al carbón

Aditivo MTBE

El sistema de bombas para el aditivo MTBE, estará integrado por dos bombas centrifugas que succionarán del tanque de 120,000 barriles y enviará el aditivo hacia cualquiera de



los tanques de Gasolina Regular y Premium, cada bomba tiene una capacidad máxima de 600 gpm. y 60 HP aproximadamente.

Clasificación de áreas

Debido a que en esta terminal se tendrán zonas donde los materiales que formen mezclas explosivas o inflamables, en presencia de oxígeno, se tiene la clasificación de áreas. Por lo tanto, el diseño de las instalaciones se realiza tomando en cuenta esta clasificación, (estas áreas son recibo por auto-tanques, almacenamiento, llenaderas de auto-tanques), según se muestra en la siguiente figura:

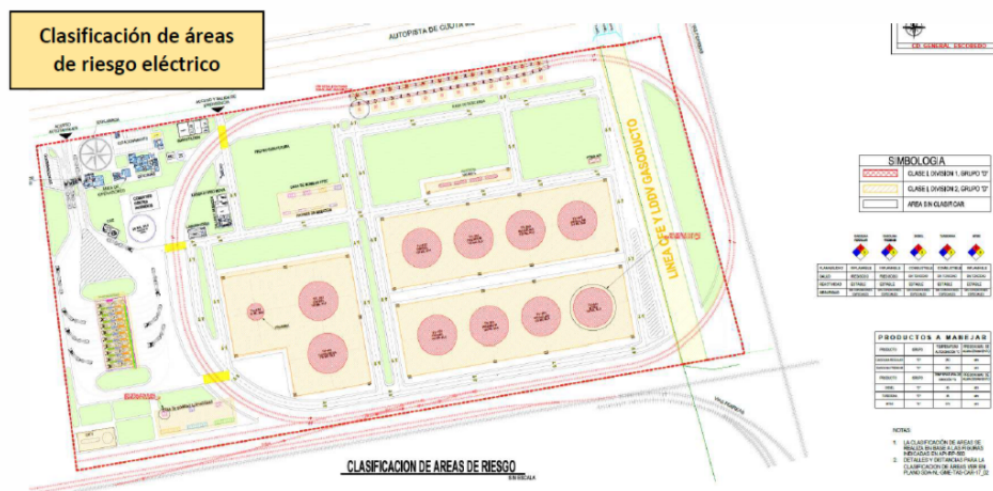


Fig 108 Áreas de riesgo eléctrico en la terminal

Suministro eléctrico

El suministro eléctrico se tomará desde la línea más cercana del proveedor Comisión Federal de Electricidad, esta línea viene con una tensión de 13.8kV, la cual dará energía a la Subestación Eléctrica Principal, de esta subestación se alimentará eléctricamente a todos los equipos instalados en las diferentes áreas de la planta.

La tensión nominal del sistema en baja tensión es de 480 volts, trifásica 3F, 3h, 60 Hz, más un conductor de puesta a tierra para motores de potencia que funcionen en procesos críticos, incluyendo los motores para servicios de lubricación y bombas auxiliares de aceite. 240V trifásica, 3F, 3h, 60 Hz, más un conductor de puesta a tierra y 127V 1 fase, 2 hilos, 60Hz, más un conductor de puesta a tierra para motores de potencia fraccionaria que funcionen en procesos no críticos, o equipos que no pertenezcan al proceso. Esto basado en la norma mexicana NMX-J-098-ANCE-2014 en la tabla 1 donde se presentan las tensiones normalizadas.



Generadores eléctricos

Se deben incluir dos generadores de emergencia en 480 Volts para respaldar algunos servicios, los cuales son primordiales para la operación de la terminal.

Estos servicios estarán descritos en el diagrama unifilar y serán definidos por proceso.

Durante la ingeniería de detalle se tendrá que corroborar la potencia total del sistema de acuerdo a la información de proveedores de las potencias de los motores y equipos, así como también se tendrá que confirmar el dimensionamiento de equipo eléctrico.

Sistema de transferencia de carga automática

En caso de que el CCM tuviera más de una fuente de energía eléctrica el interruptor principal deberá ser normalmente cerrado (NC) y el resto normalmente abiertos (NA), conectados a una transferencia automática, para que, en caso de falla del alimentador principal, su interruptor normalmente cerrado (NC) abra y los otros permanezcan cerrados. Durante la ingeniería de detalle se validará la filosofía de operación del sistema eléctrico.

Red de tierras

A fin de evitar riesgos por la electricidad estática generada y acumulada, se debe diseñar un sistema de red de tierras que permita la conexión a tierra de los equipos e instalaciones de los tanques de Almacenamiento, áreas de Recepción y Entrega, tuberías, bombas, Auto-tanques, Carro-tanques, para ello el Regulado debe demostrar el cumplimiento de las Normas, Códigos y Estándares referidos en la NOM-EM-003-ASEA-2016.

Consideraciones generales de la Red de tierras

Para cada área que conforma el sistema de proceso y operación de la planta se construirá un anillo con conductor cal. 4/0awg para garantizar la conductividad eléctrica y la resistencia mecánica del sistema.

Todos y cada uno de los anillos se unirán en su parte más cercana con el anillo adjunto y así sucesivamente para dar cumplimiento a la NOM, artículo 250.

Sistema de Pararrayos:

Para dar protección en las zonas de Almacenamiento, Recepción y Entrega y otras instalaciones que se localicen en sitios expuestos a descargas eléctricas atmosféricas (de acuerdo a estudio), se debe contar con un Diseño que evidencie con lo establecido en las Normas, Códigos y Estándares referidos en la NOM-EM-003-ASEA-2016.



Sistema de drenajes pluvial y aceitoso

El Diseño de los drenajes, debe considerar la captación de aguas en patios de maniobra, calles, áreas adyacentes del Almacenamiento, Recepción-Entrega y casa de bombas, tomando en cuenta lo siguiente:

1. Especificaciones propias del proyecto.
2. La profundidad del manto freático.
3. El tipo de suelo.
4. Capacidad de los sistemas de drenajes y la velocidad de flujo mínima y máxima permisible para evitar inundaciones.
5. La resistencia de los materiales de construcción de los sistemas de drenajes, conforme al servicio.
6. La profundidad a la plantilla hidráulica aguas abajo del tramo en cuestión;
7. El diámetro, material y tipo de la tubería.
8. Juntas entre tubos y accesorios.
9. Tener suficiente capacidad para transportar la captación de agua esperada de los sistemas contra incendio.
10. Prevenga la propagación de un incendio a través de sellos hidráulicos;
11. Contar con registros de captación.
12. La identificación física de los tres tipos de drenajes en los registros debe realizarse conforme al siguiente código de letras y colores: aceitoso A café seguridad (4265 C), pluvial P azul seguridad (300 C) y sanitario S negro (Black C).
13. En los registros se debe indicar el sentido de flujo de las corrientes mediante flechas.
14. Su Diseño, debe permitir la limpieza de los depósitos y sedimentos.
15. Los conductos, tuberías, conexiones y accesorios deben ser herméticos para evitar que los suelos se contaminen por filtraciones o fugas; que resistan el efecto corrosivo de los gases emanados por las aguas residuales y que las aguas sean conducidas de tal manera que no contaminen el manto freático y los lugares por donde atraviesan otras tuberías.
16. Procedimientos y recomendaciones de instalación del fabricante del componente.



17. Ventilación adecuada para evitar la acumulación de vapores explosivos y corrosivos.

18. El diámetro del drenaje debe calcularse para una velocidad de $0.60 \text{ m}^3/\text{s}$ como mínimo y una máxima de $5 \text{ m}^3/\text{s}$; La profundidad del flujo de diseño de la tubería no debe exceder $2/3$ del diámetro del tubo. Localizar pozos de inspección, a intervalos de espacio que faciliten el mantenimiento, la inspección y la limpieza.

19. Cuando los contenedores individuales exceden los 38 litros (10.04 galones), se debe proveer, sardineles, cárcamos y otros medios adecuados para evitar el flujo de líquidos en emergencias hacia áreas de edificios adyacentes.

20. A menos que se tomen otras provisiones en el plan de prevención de derrames del sitio, los drenajes, se conectarán al sistema de drenaje aceitoso y deben operarse mediante válvulas de bloqueo que se ubiquen en la parte externa del área con diques.

Las zonas de Almacenamiento, Entrega y Recepción de Petrolíferos deben contar con drenajes independientes: pluvial y aceitoso.

Drenaje pluvial.

El drenaje pluvial debe tener la capacidad de conducir las aguas recuperadas a un separador de aceite, a un sistema de tratamiento o bien conducirlos a un punto de descarga autorizado (drenaje municipal, pozo de absorción, entre otros).

Debe ser controlado para evitar la libre entrada a los cuerpos naturales de agua, alcantarillas o drenajes públicos.

La capacidad del drenaje pluvial se debe calcular en función del mayor volumen que resulte de la cantidad de agua colectada de áreas clasificadas como pluviales o de áreas libres de contaminación con Petrolíferos, durante la máxima precipitación pluvial anual registrada en la zona por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, sobre la base de los datos estadísticos meteorológicos de históricos máximos registrados en los últimos 10 años y en la intensidad de una tormenta durante 24 h con consideración a los volúmenes del agua contra incendio.

Drenaje aceitoso.

El drenaje aceitoso debe conducir el Hidrocarburo o agua aceitosa captada a un separador de aceite.

El sistema de drenaje aceitoso debe diseñarse para evitar que el Hidrocarburo proveniente de derrames accidentales, purgado de tanques de Almacenamiento y lavado de áreas penetre a los cuerpos de agua natural y/o al suelo, subsuelo y manto acuífero.

Drenaje en zona de descarga de carro tanques



En el área de carro tanques se debe contar con dos drenajes: un drenaje pluvial que capte la precipitación pluvial dentro de la zona de descarga de carro tanques y un drenaje aceitoso que capte y dirija el agua de desalojo hacia la fosa API y posteriormente a separador de aceites.

La superficie ó piso debajo de vías/rieles de carro tanques será impermeable de concreto, se tendrá por medio de un sardinel o dique de contención cuya superficie tenga una pendiente que direcciona cualquier escurrimiento de Petrolíferos a drenajes aceitoso y pluvial con capacidad suficiente para contener y drenar, además del posible Petrolífero derramado, el volumen de agua aplicado en una situación de emergencia por fuego.

Drenajes en zona de Almacenamiento.

En la zona de Almacenamiento cada dique debe contar con dos drenajes: un drenaje pluvial que capte la precipitación pluvial dentro del dique del tanque y un drenaje aceitoso que capte y dirija el agua de desalojo hacia el separador de aceites.

Los sistemas de drenajes de cada dique deben tener válvulas de bloqueo para cada drenaje, localizada fuera del dique de contención, las cuales deben permanecer normalmente cerradas.

Estas válvulas deben contar con una clara indicación de "abierto" o "cerrado"; así como con letreros indicativos que permitan identificar a cuál drenaje pertenece dicha válvula y a qué tanque presta servicio.

Cada dique que contenga dos o más tanques debe ser subdividido por muretes intermedios no menores de 0.45 m (1.48 pies) de altura, para evitar que derrames menores desde un tanque pongan en peligro los tanques adyacentes dentro del área de dique, teniendo en cuenta las capacidades individuales de los tanques.

La ruta de drenaje debe tener una pendiente no menor al 1%, alejándose del tanque cuando menos 15 m (49.21 pies) hacia el área de desalojo. El área de desalojo debe tener una capacidad no menor a la del tanque mayor que pueda drenar en ella.

La pendiente de las paredes de los diques de tierra debe ser consistente con el ángulo de reposo del material.

El piso del patio de tanques será impermeable.

Deben minimizar las pasadas a través de las paredes del dique para evitar puntos de fuga. El área alrededor de los agujeros debe ser sellada con un material impermeable resistente al fuego.



Buscar materiales de recubrimiento alternativos que cumplan los requisitos técnicos y, a su vez, sean económicamente eficientes.

Se deben considerar incluir sistema de drenajes cerrados en la facilidad, para envío de productos de líneas e imbombeable de tanques, para efectos de facilidad en operaciones de mantenimiento.

Drenajes en zona de Recepción y Entrega.

Cada isla y el espacio entre ellas deben contar con registros para drenajes aceitosos (provistos de sellos hidráulicos) que capten posibles derrames de Hidrocarburos mediante pendientes diseñadas para este fin.

Drenajes en casa de bombas.

Todo equipo de bombeo ya sea que se encuentre unitario o agrupado debe estar desplantado sobre un piso impermeable de concreto, el cual debe estar delimitado por un sardinel o dique de contención y cuya superficie tenga una pendiente que direcciona cualquier escurrimiento de Petrolíferos a un drenaje aceitoso con capacidad suficiente para contener y drenar, además del posible Petrolífero derramado, el volumen de agua aplicado en una situación de emergencia por fuego.

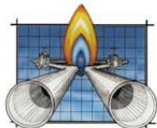
Sistemas de seguridad física

Para la seguridad física de la planta se construirá una barda perimetral alrededor de la planta, la cual tendrá una altura de cuando menos 3 metros con concertina en su parte superior.

De igual manera en su puerta de acceso principal se construirá una exclusiva para tener doble control en el acceso a la planta, en este acceso se tendrá personal de seguridad privada para el control del mismo.

De igual manera se contará con los servicios de personal profesional para protección y resguardo de las instalaciones.

Adicionalmente se contará con un sistema de circuito cerrado de televisión, integrado por 12 cámaras distribuidas estratégicamente en toda la planta.



VI.9 MEDIDAS PREVENTIVAS

Las medidas preventivas que deberá adoptar la terminal de almacenamiento pueden ser conceptuadas en dos campos. Primero aquellas que aplican al diseño de las instalaciones, especificaciones de los materiales, los comisionamientos y pruebas previas y en segundo lugar la fase de operación y mantenimiento.

En la primera etapa se deberá cumplir:

NORMATIVIDAD, CODIGOS Y ESTÁNDARES

Las normas aplicadas para la Tas Escobedo, incluye un compendio de normas nacionales como internacionales. El diseño, fabricación, pruebas e instalación, selección, así como el funcionamiento de los de Equipos, deberán cumplir o exceder las recomendaciones y/o exigencias de la edición más reciente de las siguientes normas, códigos y estándares.

Normas oficiales Mexicanas y disposiciones administrativas

NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones Eléctricas
NOM-002-STPS-2000	Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
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 el Gas Licuado de Petróleo.
NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales- Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
NOM-008-SCFI-2002	Sistema General de Unidades de Medida
NOM-016-CRE-2016	Especificaciones de calidad de petrolíferos
NOM-026-STPS-1998	Colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
NOM-027-STPS-2000	Actividades de soldadura y corte- Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-028-STPS-2004	Organización del trabajo- seguridad en los procesos de sustancias químicas.
NOM-093-SCFI-1994	Valvulas de relevo de presión (Seguridad,



DACGS CRE
DACGS CRE

seguridad-alivio y alivio) operadas por resorte
y piloto; fabricadas de acero y bronce
Medición
Almacenamiento

American Petroleum Institute API

API 421
API RP 520

Design and operation of oil-water separators
Sizing, Selection, and installation of pressure-
relieving Devices in refineries.

API 521
API 594
API 599

Pressure-relieving and depressuring systems
Dual Plate Check Valves
Metal Plug Valves-Flanged, threaded, and
Welding Ends.

API 600
API 602

Cast Steel Valves
Gate, globe and Check Valves for sizes DN
100 (NPS 4) and smaller for the petroleum
and natural gas industries.

API 609

Butterfly valves, Double-flanged, lug-and
wafer-type

API 610

Centrifugal pumps for petroleum,
petrochemical and natural gas industries.

API 623

Steel Globe Valves- Flanged and Butt-
welding Ends, Bolted Bonnets.

API 650
API 653

Welded steel Tanks for oil storage
Tank Inspection. Repair, alteration, and
construction

API 2000

Venting Atmospheric and low-pressure
storage tanks

API 2610

Design, Construction, Operation,
Maintenance and inspection of terminal &
Tank facilities

NFPA
NFPA 10
NFPA 11

Fire Protection Handbook
Portable Fire Extinguishers
Standard for Low, Medium
and High Expansion Foam

NFPA 13
NFPA 14

Installation of Sprinkler Systems
Standard for the installation of standpipe and
hose systems

NFPA 15

Standard for water spray fixed systems for
Fire Protection

NFPA 16

Standard for the installation of Foam-Water
Sprinkler and Foam-water Spray systems

NFPA 20
NFPA 22

Installation for Stationary Pumps for Fire
Standard for Water Tanks for private Fire
Protection.



NFPA 24	Standard for the installation of private fire Service Mains and their Appurtenances
NFPA 25	Standard for the inspection, testing and Maintenance of water-based fire protection systems
NFPA 30	Flammable and combustible liquids code
NFPA 70	National electrical code", 2008 ed.
NFPA 72	National Fire Alarm and Signal Code
NFPA 704	TERMINAL Normativo para la identificación de los peligros de Materiales para respuestas de Emergencias.
NFPA 2001	Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems

Normas internacionales de referencia

ASTM	American Society For Testing and Materials
API	American Petroleum Institute
ASCE	American Society of Civil Engineers
AISC	American Institute of Steel Construction
AWS	American Welding Society

En la fase de operación y mantenimiento la terminal de almacenamiento debe integrar un sistema de gestión de la seguridad, que deberá de contener al menos:

- ✓ Programa preventivo contra accidentes
- ✓ Programa de mantenimiento preventivo
- ✓ Programa de mantenimiento preventivo a tierras
- ✓ Programa de capacitación al personal
- ✓ Manual de operación del sistema
- ✓ Programa de inspección preventiva de riesgos
- ✓ Programa de medición de espesores de pared
- ✓ Procedimientos de recepción y descarga de productos inflamables y combustibles
- ✓ Procedimientos de emergencia



-
- ✓ Sistema de comunicación entre diferentes instalaciones de ayuda y apoyo e interno
 - ✓ Programa de simulacros contra incendio
 - ✓ Programa de simulacros operacionales
 - ✓ Plan de emergencia interno y externo



CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII.1 RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE RIESGO

La terminal de almacenamiento y suministro de hidrocarburos de Escobedo de la empresa Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V., se ubicará en un predio de 24.11 has, en las coordenadas 25° 49' 28.46" N y 100° 20' 31.41 O.

La terminal contará con diez tanques de almacenamiento de tipo atmosférico con techo fijo y membrana flotante, con una capacidad nominal de 120,000 bls (19,080 m³), para almacenar gasolina Regular (3 tanques), gasolina Premium (2 tanques), Diesel (3 tanques), Turbosina (1 tanque) y aditivo MTBE (1 tanque). Adicionalmente la terminal contará con un tanque de relevo (Transmix) de 20,000 bls que permitirá flexibilidad en la operación y el purgado de líneas, diez bahías de carga de auto tanques, un área de descarga de carros tanque y las instalaciones complementarias como subestación eléctrica, casa de bombas, cuarto de control, laboratorio, etc.

La TAS Escobedo recibirá producto por carros tanque y lo almacenará hasta que sea enviado por auto tanques a clientes, por medio de las 10 llenaderas.

Capacidad y rendimiento:

Como ya se mencionó anteriormente, la terminal tendrá una capacidad de Almacenamiento de 1'200,000 Barriles de petrolíferos, los tanques son los siguientes:

Tanque	Producto	Capacidad Nominal (bls)
TV-101	Diesel	120,000
TV-102	Diesel	120,000
TV-103	Diesel	120,000
TV-201	Gasolina Regular	120,000
TV-202	Gasolina Regular	120,000
TV-203	Gasolina Regular	120,000
TV-301	Gasolina Premium	120,000
TV-302	Gasolina Premium	120,000
TV-401	Turbosina	120,000
TV-501	MTBE	120,000
	TOTAL	1'200,000



El estudio de riesgo analizó seis escenarios de contingencia, determinados como eventos iniciantes más comunes presentados en la bibliografía mundial de accidentes en parques de almacenamiento de hidrocarburos. Se estimaron sus probabilidades de ocurrencia mediante diagramas de árboles de fallas y se valoraron sus consecuencias mediante simulaciones realizadas con el software SCRI fuego versión 1.4.

Se evaluó el nivel de integridad de seguridad (Safety Integrity Level SIL) de cada escenario y mediante la técnica LOPA (Layer Of Protection Analysis) se propusieron salvaguardas adicionales que incrementarán el valor SIL de la instalación para alcanzar criterios de probabilidad de la IEC 61508, que reducirán probabilidades de ocurrencia.

Los radios de afectación calculados para cada escenario fueron tasados con valores de riesgo crítico, alto y de amortiguamiento para cada uno de los hidrocarburos a manejar en la terminal.

Se proyectaron todos los radios de afectación estimados sobre los equipos involucrados y se examinaron posibles interacciones con instalaciones colindantes de la terminal y con áreas contiguas de riesgo en la propia instalación. Lo anterior arrojó la posibilidad de interacciones con líneas eléctricas de alta tensión y ductos de Pemex Logística en una franja de terreno al Este de los predios 1 y 2 de la terminal.

Los escenarios que alcanzaron mayores distancias en sus radios de afectación fueron los relativos a la fuga originada por la formación de un orificio en la pared de un tanque de almacenamiento y la fuga por el derrame de un tanque. Estos escenarios con potencial de originar un efecto dominó, fueron analizados para determinar qué medidas preventivas reducirían la probabilidad de ocurrencia.

Derivado de un ejercicio de auditoría escrupulosa sobre la norma NOM-EM-003-ASEA-2016, se establecieron disposiciones generales y puntuales desde la selección del predio de la terminal, el diseño de las instalaciones, la construcción, las actividades de comisionamiento, pruebas y arranque de la instalación, así como su fase de operación y mantenimiento.

Mediante la realización de un Check List, que permitió la inspección documental y comprobación de requisitos normativos de las áreas más importantes de la terminal, se generaron 21 recomendaciones de clasificación A, 4 de clasificación B y 8 de C, con respecto a la seguridad.

De igual forma, mediante la aplicación de un análisis What If, sobre posibles desviaciones del diseño, construcción y prácticas de operación de riesgos específicos de la terminal, se desprendieron recomendaciones preventivas de control de riesgo a contener en los programas y planes de la terminal.



Se dispusieron recomendaciones para todas las posibilidades de interacción de riesgo, resultando:

- Situar los cables eléctricos de CFE en la franja de terreno servidumbre de paso de forma subterránea, ya que éstos se incluyen en los radios de afectación de riesgo de los tanques
- Construir con aprobación de CFE y la empresa ferroviaria los cruces entre el cableado eléctrico y las vías internas de la terminal
- Vigilar y verificar el cumplimiento normativo de la operación y mantenimiento de los ductos de Pemex y establecer procedimientos conjuntos de actuación ante emergencias
- Erigir el dique de contención de derrames de los tanques contiguos a la franja de terreno servidumbre de paso de CFE y Pemex, con especificaciones que resistan radiación térmica y sobrepresiones valoradas en los escenarios de riesgo elaborados.
- Construir con aprobación de Pemex y la empresa ferroviaria los cruces entre los ductos y las vías internas de la terminal.
- Instaurar procedimientos de actuación con las autoridades sobre la prevención de incidentes de riesgo con la autopista Libramiento Monterrey 100.

La interacción que mayor riesgo comprende es la relativa a las instalaciones de CFE y Pemex Logística que cruzan el predio en la parte Este. La posición aérea de las líneas y sus acoplamientos pueden ser generación de fuentes de ignición, por lo que dicho arreglo deberá ser subterráneo, considerando los requisitos normativos que correspondan a este tipo de obra.

La realización de un estudio de mecánica de suelos es un requisito más que la empresa debe contemplar, con la intención de garantizar la conveniente cimentación de sus tanques.

La posibilidad de efectos dominó ante una contingencia de incendio y explosión también fue abordada en el estudio y se examinó su riesgo, principalmente en los escenarios con mayor radio de afectación con radiación térmica, resultando recomendaciones de acciones que reducen sustancialmente el peligro.

La conclusión del estudio expresa la viabilidad de su ubicación, de su diseño, construcción y comisionamiento, bajo el cumplimiento estricto de toda la normatividad que le aplica, la observancia de las estipulaciones de autoridades competentes y la aplicación de salvedades contempladas en su manifiesto de impacto ambiental.



VII.2 INFORME TÉCNICO DEL ESTUDIO DE RIESGO

Memoria técnica de las modelaciones

Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V.

Giro de la empresa

- Petroquímico Minero Químico Metalúrgico Gasero
 Agroindustrial Alimentos y bebidas Petróleo y derivados Residuos peligrosos
 Otros (especificar)

Uso del suelo donde se ubicará el proyecto

- Agrícola Rural Habitacional No cuenta con uso del suelo
 Comercial Mixto Industrial Otro (especificar)

El proyecto se pretende ubicar en una zona con las siguientes características

- Zona industrial Zona habitacional Zona suburbana
 Parque industrial Zona urbana Zona rural

Localización geográfica

Coordenadas	Latitud Norte 25 ^o 49'28.46"	Longitud Oeste 100 ^o 20'31.41"	Superficie: 24.11ha
-------------	---	---	---------------------



Sustancias a almacenar

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	Núm. CAS	Densidad (g/L)	Capacidad nominal (Bls)	Proveedor	Dimensiones de los tanques (m)	Presión (kg/cm ²)	
						Diseño	Operación
Gasolina Regular	8006-61-9	700	360,000	Internacional	42.6x14.6 m	Atmosférica	Atmosférica
Gasolina Premium	8006-61-9	700	240,000	Internacional	42.6x14.6 m	Atmosférica	Atmosférica
Diesel	68476-34-6	840	360,000	Internacional	42.6x14.6 m	Atmosférica	Atmosférica
Turbosina	8008-20-6	800	120,000	Internacional	42.6x14.6 m	Atmosférica	Atmosférica
MTBE	1634-04-4	740	120,000	Internacional	42.6x14.6 m	Atmosférica	Atmosférica

Identificación y jerarquización de riesgos ambientales

Gasolina

Núm. de Evento	Accidente Hipotético				Ubicación				Metodología Empleada para la identificación del riesgo
	Derrame	Fuga	Incendio	Explosión	Etapa de Operación			Unidad o equipo de proceso	
					Recibo	Almacenamiento	Entrega		
1	X		X	X	X			TV-201	LOPA
2		X	X	X		X		Línea de salida de TV-201	LOPA
3		X	X	X	X			Bahía de descarga de Gasolina	LOPA
4		X	X	X		X		-201	LOPA
5		X	X	X			X	Llenaderas gasolina	LOPA



Turbosina

Núm. de Evento	Accidente Hipotético				Ubicación				Metodología Empleada para la identificación del riesgo
	Derrame	Fuga	Incendio	Explosión	Etapa de Operación			Unidad o equipo de proceso	
					Recibo	Almacenamiento	Entrega		
1	X		X	X	X			TV-401	LOPA
2		X	X	X		X		Línea de salida de TV-401	LOPA
3		X	X	X	X			Bahía de descarga Turbosina	LOPA
4		X	X	X		X		TV-401	LOPA
5		X	X	X			X	Llenaderas Turbosina	LOPA

Diesel

Núm. de Evento	Accidente Hipotético				Ubicación				Metodología Empleada para la identificación del riesgo
	Derrame	Fuga	Incendio	Explosión	Etapa de Operación			Unidad o equipo de proceso	
					Recibo	Almacenamiento	Entrega		
1	X		X	X	X			TV-101	LOPA
2		X	X	X		X		Línea de salida de TV-101	LOPA
3		X	X	X	X			Bahía de descarga Diesel	LOPA
4		X	X	X		X		TV-101	LOPA
5		X	X	X				TV-101 y 102	LOPA



MTBE

Núm. de Evento	Accidente Hipotético				Ubicación				Metodología Empleada para la identificación del riesgo
	Derrame	Fuga	Incendio	Explosión	Etapa de Operación			Unidad o equipo de proceso	
					Recibo	Almacenamiento	Entrega		
1	X		X	X	X			TV-501	LOPA
2		X	X	X		X		Línea de salida de TV-501	LOPA
3		X	X	X	X			Bahía de descarga MTBE	LOPA
4		X	X	X		X		TV-501	LOPA
6		X	X	X			X	Rack tuberías de MTBE	LOPA

Estimación de cuentas

Gasolina

Tipo de evento	Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo (LSE) 7.6%		Zona de amortiguamiento (LIE) 1.1%	
	Cantidad	Unidad			Distancia (m)	Tiempo (seg)	Distancia (m)	Tiempo (seg)
1	2,268	litros	Líquido	SCRI	7.4	60	117.1	60
2	1,170	litros	Líquido	SCRI	3.3	60	70.3	60
3	906	litros	Líquido	SCRI	3.0	60	58.1	60
4	3,060	litros	Líquido	SCRI	11.0	60	148.1	60
5	2,268	litros	Líquido	SCRI	7.3	60	117.2	60



Turbosina

Tipo. de evento	Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo (LSE) 5%		Zona de amortiguamiento (LIE) 0.7%	
	Cantidad	Unidad			Distancia (m)	Tiempo (seg)	Distancia (m)	Tiempo (seg)
1	2,268	litros	Líquido	SCRI	10.1	60	139.6	60
2	1,170	litros	Líquido	SCRI	3.6	60	83.7	60
3	906	litros	Líquido	SCRI	3.5	60	68.1	60
4	3,180	litros	Líquido	SCRI	13.4	60	181.3	60
5	2,268	litros	Líquido	SCRI	10.1	60	139.6	60

Diesel

Tipo. de evento	Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo (LSE) 5%		Zona de amortiguamiento (LIE) 0.5%	
	Cantidad	Unidad			Distancia (m)	Tiempo (seg)	Distancia (m)	Tiempo (seg)
1	2,268	litros	Líquido	SCRI	5.0	60	180.8	60
2	1,170	litros	Líquido	SCRI	3.8	60	105.3	60
3	906	litros	Líquido	SCRI	1.8	60	90.9	30
4	3,180	litros	Líquido	SCRI	7.3	60	237.1	60
5	2,268	litros	Líquido	SCRI	5.0	60	181.0	60



MTBE

Tipo de evento	Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo (LSE) 8%		Zona de amortiguamiento (LIE) 1.6%	
	Cantidad	Unidad			Distancia (m)	Tiempo (seg)	Distancia (m)	Tiempo (seg)
1	2,268	litros	Líquido	SCRI	12.8	60	98.0	60
2	1,170	litros	Líquido	SCRI	13.5	60	164.7	60
3	906	litros	Líquido	SCRI	10.9	60	136.9	30
4	3,180	litros	Líquido	SCRI	32.7	60	353.2	60

Criterios Utilizados

Gasolina

Nú m. de evento	Toxicidad				Sobrepresión		Radiación Térmica	
	ID HL	TLV _s	Velocidad del viento (m/seg)	Estabilidad atmosférica	1.0 Psig	0.5 psig	1.4 kW/m ²	5.0 kW/m ²
1 A	no	no	1.5	Pasquill F	205.9 m	350.1 m	129.9 m	69.4 m
2 A	no	no	1.5	Pasquill F	165.1 m	280.7 m	94.5 m	50.2 m
3 A	no	no	1.5	Pasquill F	151.6 m	257.7 m	85.3 m	44.3 m
4 A	no	no	1.5	Pasquill F	227.5 m	386.7 m	150.0 m	80.2 m
5 A	no	no	20	Pasquill D	206.0 m	350.1 m	129.9 m	69.4 m



Turbosina

Núm. de evento	Toxicidad		Velocidad del viento (m/seg)	Estabilidad atmosférica	Sobrepresión		Radiación Térmica	
	ID HL	TLV ₈			1.0 Psig	0.5 psig	1.4 kW/m ²	5.0 kW/m ²
1 B	no	no	1.5	Pasquill F	214.0 m	363.8 m	137.4 m	73.4 m
2 B	no	no	1.5	Pasquill F	171.7 m	291.8 m	100.0 m	53.2 m
3 B	no	no	1.5	Pasquill F	157.8 m	268.2 m	88.4 m	46.9 m
4 B	no	no	1.5	Pasquill F	239.6 m	407.3 m	161.7 m	86.6 m
5 B	no	no	20	Pasquill D	214.0 m	363.8 m	137.4 m	73.4 m

Diesel

Núm. de evento	Toxicidad		Velocidad del viento (m/seg)	Estabilidad atmosférica	Sobrepresión		Radiación Térmica	
	ID HL	TLV ₈			1.0 Psig	0.5 psig	1.4 kW/m ²	5.0 kW/m ²
1 C	no	no	1.5	Pasquill F	211.8 m	360.0 m	135.5 m	72.6 m
2 C	no	no	1.5	Pasquill F	170.0 m	289.0 m	98.6 m	52.6 m
3 C	no	no	1.5	Pasquill F	156.1 m	265.4 m	87.2 m	46.5 m
4 C	no	no	1.5	Pasquill F	237.1 m	403.1 m	159.4 m	85.5 m
5 C	no	no	20	Pasquill D	211.8 m	360.0 m	135.5 m	72.6 m



VII.3 SITUACIÓN GENERAL

La terminal de almacenamiento de hidrocarburos estará ubicada en un lugar significativo en relación a su facilidad para recibir productos de la frontera con Estados Unidos. Su cercanía lo ubica en ventaja con otras localidades y es polo de desarrollo en el norte del país.

La economía de la zona conurbada de Monterrey es considerada como una de las más pujantes en México y América Latina, al ser considerada la segunda ciudad más rica de México y la novena en América Latina con un PIB PPA de 130.700 millones de dólares en el 2012. En su área metropolitana se desarrollan actividades industriales, empresariales y comerciales. Históricamente, Monterrey ha sido considerada la capital industrial de México. En su zona metropolitana se encuentra San Pedro Garza García, uno de los municipios con mayor índice de desarrollo humano del continente americano.

La metrópoli es sede de importantes grupos industriales y financieros, así como de emporios internacionales de prestigio mundial entre los que destacan FEMSA, CEMEX, Axtel, Grupo Alfa, Ternium, Vitro, Lamosa, Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, Banorte, Maseca, Protexa, Selther, Gamesa Galletera, Barrilitos, Del Valle, Organización Soriana, Grupo Allen, British American Tobacco, Grupo FAMSA, IMSA, Cydsa,, Industrias Monterrey, Televisa Monterrey, Grupo Multimédios, TV Azteca Noreste, Siemens, LG Electronics, GE Money, todos con operaciones a nivel internacional. Además, se encuentran diversas firmas de consultoría internacional como Boston Consulting Group, Bain, KPMG, McKinsey, London Consulting Group y Harbor Intelligence. Monterrey es considerada la ciudad de los negocios.

Los predios que ocupará el proyecto están especificados como reserva industrial y de infraestructura industrial, con vegetación forestal secundaria arbustiva de matorral submontano, lo que obliga a tramitar el cambio de uso de suelo.

Los hidrocarburos serán recibidos en la terminal mediante carros tanque de ferrocarril a través de las empresas ferroviarias Ferromex y Kansas City Southern hacia los tanques de almacenamiento.

La salida de productos será por autotanque que cargarán gasolinas, diesel y turbosina a diferentes destinos del país. Además, la terminal contará con una tanque de almacenamiento del aditivo MTBE (Metil Ter Butil Eter), oxigenante para gasolinas.

Vistos los escenarios de riesgo desarrollados en este estudio se aprecia que la ubicación de la terminal no expone a ningún riesgo centros de población, pero se generan posibles interacciones con riesgos de instalaciones de CFE y Pemex Logística. Por lo que este estudio recomienda el establecimiento de acciones que eliminen y minimicen dichos riesgos.



Estas instalaciones de CFE y Pemex ocupan una franja de terreno de servidumbre de paso que divide el predio de la terminal, tratándose de líneas eléctricas de alto voltaje y ductos de transporte de hidrocarburos y gas natural.

Los beneficios que aportará este proyecto a la economía de la zona, la generación de empleo y satisfacer la necesidad de incrementar la capacidad de almacenamiento y distribución de hidrocarburos del país, que actualmente es deficiente, lo hacen prioritario para el país.

VII.3.1 Recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado

Las recomendaciones derivadas del análisis del proyecto son:

Mecánica de suelos

Recomendación: Es menester la realización de un estudio de mecánica de suelos que permita diagnosticar las propiedades del subsuelo y especificar sin incertidumbres la profundidad de las cimentaciones de los tanques, que permitan su firme configuración.

Servidumbre de paso de líneas eléctricas de CFE

Recomendación 1: Las líneas de transmisión eléctrica al Este del parque de almacenamiento, deberán de asentarse de forma subterránea, bajo un modelo que asegure la imposibilidad de efectos eléctricos como, inducción electrostática o capacitiva, acople resistivo o conductivo e inducción electromagnética o inductiva, que afecte estructuras o configuraciones cercanas, subterráneas o superficiales.

Recomendación 2: La construcción de las vías internas de ferrocarril en la terminal para la recepción de hidrocarburos y la logística de su movimiento, obliga al establecimiento de dos cruces del futuro alojamiento subterráneo de las líneas eléctricas. Dichos cruces deberán de asegurar la integridad del cableado en todo momento, tanto en las actividades de obra como en la fase de operación como en el tránsito de ferrocarril.

Servidumbre de paso de tuberías de Pemex Logística.

Recomendación 1: Gas Natural del Noroeste deberá de dar fiel seguimiento a las evidencias del cumplimiento normativo del Poliducto y los gasoductos, alojados en su franja de desarrollo, paralela a las líneas de transmisión eléctrica de CFE. De importancia relevante será el monitoreo, detección y clasificación de fugas que requisita ambas normas para su observancia estricta.

Recomendación 2: La construcción de las vías internas de ferrocarril en la terminal para la recepción de hidrocarburos y la logística de su movimiento, obliga al establecimiento de dos cruces de la franja de desarrollo de los ductos. Dichos cruces deberán de asegurar la



integridad de los ductos en todo momento, tanto en las actividades de obra como en la fase de operación, como en el tránsito de ferrocarril.

Recomendación 3: El dique de contención de derrame de los tanques es la primera defensa ante un siniestro de las tuberías de PEMEX, su posición lo convierte en un escudo que debe ofrecer una protección a la radiación térmica y a las ondas de choque por sobrepresión. Se establecieron valores de radiación térmica y sobrepresión que deberá de soportar este muro.

Anillo Periférico Monterrey 100

Recomendación: La terminal de almacenamiento y suministro de hidrocarburos deberá de considerar la interacción de esta vialidad en sus procedimientos de actuación ante escenarios de riesgo. La vialidad es una autopista bajo la servidumbre del gobierno del estado de Nuevo León de la dependencia Red Estatal de Autopistas de Nuevo León.

Efectos Dominó

Recomendación: Para minimizar el riesgo de un efecto dominó se deberá de contar en los tanques de almacenamiento con sistemas de inyección de espuma de baja expansión, a base de líquido espumante Aqueous Film Foming Foam (AFFF) con dosificación del 3% al 6%, lo que permitirá reducir el tiempo de exposición a radiación térmica y la red de espuma contra incendio debe diseñarse en un cabezal con líneas independientes para aplicación de espuma, de manera que puedan ser seccionados los tanques o áreas que requieran esta protección.

Los tanques de almacenamiento deberán de contar con anillos de enfriamiento que satisfagan el requisito de proporcionar 20 GPM/ft², para asegurar la disipación del calor radiado por un evento de incendio de un tanque cercano.

El área de almacenamiento deberá de contar con sensores de presencia de hidrocarburos y fuego que permitan la acción inmediata ante un siniestro.



VII.4 CONCLUSIONES

Una vez realizado el estudio de riesgo y analizado todas las variables que pudieran tener influencia o ser determinantes en el proyecto, se puede concluir que es factible alcanzar la edificación de una terminal de almacenamiento y suministro de hidrocarburos, con suficiente certidumbre de su seguridad hacia el medio ambiente y las instalaciones circundantes.

Se considera que las prácticas relacionadas con el almacenamiento, recepción y entrega de hidrocarburos (gasolina Regular, Premium, Diesel y Turbosina), están apegadas a los criterios establecidos en normatividades aplicables. Los resultados de la identificación de riesgos probables determinados, concuerda con aquellos que generalmente resultan de la práctica del manejo de hidrocarburos.

La afectación al medio ambiente derivada de la actividad con los hidrocarburos puede ser irrelevante durante la operación normal y las posibles afectaciones al ambiente están presentes en la ocurrencia de un evento que involucre un escape, con su gasificación por su volatilidad y su consecuente incendio y/o explosión.

Los escenarios de mayor impacto seleccionados ante estos posibles eventos, fueron identificados junto con las interacciones del proyecto con su entorno, resultando la fuga de combustibles (hidrocarburos) y la gasificación de los mismos por su grado de volatilidad, derivado de: El derrame de un tanque de almacenamiento, la rotura de una tubería de salida de un tanque, la fractura de una tubería de descarga en la bahía de carros tanque, la perforación de la pared de un tanque de almacenamiento y la fuga de hidrocarburo por la rotura o desacople de un brazo de carga en la bahía de llenaderas.

Estos escenarios fueron simulados en un programa de efectos que permite determinar las consecuencias de su ocurrencia, siendo realizados para todos los productos que manejará la terminal.

De los eventos simulados, los de mayores consecuencias resultaron ser los relativos a la formación de un orificio de un tanque y el derrame de otro al recibir producto, generando éstos que dichas eventualidades se hayan enriquecido con capas de protección adicionales, mediante la técnica LOPA, que incrementaran el nivel de seguridad a estándares normativos dados por la industria.



CAPÍTULO VIII. ANEXOS

VIII.1 ANEXO DOCUMENTACIÓN LEGAL DEL PROMOVENTE



VIII.2 DOCUMENTOS DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO



VIII.3 PLANOS DEL PROYECTO



VIII.4 PROGRAMA DE TRABAJO



VIII.5 BASES DE DISEÑO E INFORMACIÓN TÉCNICA



VIII.6 HOJAS DE SEGURIDAD



VIII.7 ÁRBOL DE FALLAS DE EVENTOS INICIANTES (FTAs)



VIII.8 ANALISIS CHECK LIST



VIII.9 ANALISIS WHAT IF



VIII.10 SIMULACIONES DE ESCENARIOS DE RIESGO



VIII.11 IMÁGENES DE LOS RADIOS DE AFECTACION



VIII.12 RECORRIDO DE CAMPO



CAPÍTULO IX. TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS DE LOS POLÍGONOS DE LA TERMINAL TAS ESCOBEDO	12
TABLA 2. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LA TERMINAL TAS ESCOBEDO	19
TABLA 3. DESGLOSE REGIÓN HIDROLÓGICA CORRESPONDIENTE PARA EL MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO, NUEVO LEÓN. FUENTE SEMARNAT.....	45
TABLA 4. PERFIL DE ELEVACIONES. DIFERENCIA DE ELEVACIÓN ENTRE EL TERRENO DEL PROYECTO Y EL RÍO SAN JUAN. EN 0 METROS SE PARTE DESDE LA T.A.S., ACABANDO EN 664 METROS, SIENDO EL ARROYO MÁS CERCANO DEL RÍO SAN JUAN EL ANALIZADO. FUENTE SIATL.	50
TABLA 5. PERFIL DE ELEVACIONES. DIFERENCIA DE ELEVACIÓN ENTRE TERRENO DEL PROYECTO Y EL RÍO PESQUERÍA. EN 0 METROS SE PARTE DESDE LA T.A.S., ACABANDO EN 1,093 METROS EN EL RÍO PESQUERÍA EN SU PUNTO MÁS CERCANO AL PROYECTO. FUENTE SIATL.	51
TABLA 6. SUPERFICIE AFECTADA POR DEGRADACIÓN DEL SUELO EN NUEVO LEÓN. FUENTE SEMARNAT	54
TABLA 7. EMPRESAS AUTORIZADAS QUE MANEJAN PRODUCTOS CON RESIDUOS PELIGROSOS.....	56
TABLA 8. TORMENTAS TROPICALES EN NUEVO LEÓN CICLO 1988-2010. FUENTE CONAGUA.....	60
TABLA 9. RUBROS DEL PLAN DE DESARROLLO URBANO DE GENERAL ESCOBEDO RELACIONADOS CON EL PROYECTO	65
TABLA 10. NUMERACIÓN Y CAPACIDAD TOTAL DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	161
TABLA 11. EQUIPOS DE PROCESO Y SUS CARACTERÍSTICAS.	163
TABLA 12. ESPECIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS. REFERENCIA: HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUBSTANCIAS, DE LA GERENCIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DE PEMEX-REFINACIÓN.	164
TABLA 13. DESCRIPCIÓN DTI Y NÚMERO DE PLANO SEGÚN EL PRODUCTO.....	165
TABLA 14. NÚMERO Y CAPACIDAD TOTAL PRESENTES EN DIQUES, T.A.S. GENERAL ESCOBEDO.	167
TABLA 15. CLASIFICACIÓN DE ORÍGENES DE FUENTES DE IGNICIÓN.....	175
TABLA 16. FRECUENCIAS RELATIVAS DE OCURRENCIA DE EFECTOS DOMINÓ PARA TIPOS DE INSTALACIONES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS.....	181
TABLA 17. NATURALEZA DE LOS EFECTOS FÍSICOS EN ACCIDENTES GRAVES CON EFECTO DOMINÓ.....	182
TABLA 18. TANQUES PRESURIZADOS	182
TABLA 19. TANQUES ATMOSFÉRICOS O CRIOGENIZADOS	183
TABLA 20. VALORES SOBRE LA DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA MÁXIMA PERMITIDA	192
TABLA 21. CATEGORÍAS DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	194
TABLA 22. CATEGORÍAS DE LAS CONSECUENCIAS	194
TABLA 23. MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE ACUERDO A IEC 61508	194
TABLA 24. VALORACIÓN DEL SIL CONTRA ALTA Y BAJA DEMANDA DE ACUERDO A IEC 61508	195
TABLA 25. NIVELES SIL EN LA INDUSTRIA DE PROCESO	196
TABLA 26. DATOS REQUERIDOS PARA EL LOPA Y LOS DATOS DESARROLLADOS DURANTE EL ESTUDIO HAZOP	197
TABLA 27. EFECTOS DE RADIACIÓN TÉRMICA SEGÚN LA INTENSIDAD DE RADIACIÓN EMITIDA.	216
TABLA 28. VALORES DE SOBREPRESIÓN Y DAÑO PRODUCIDO EN DETONACIONES	216
TABLA 29. FRECUENCIAS ESTIMADAS POR UN FTA PARA CADA EVENTO INICIANTE DETERMINADO	235
TABLA 30. DISTANCIAS DE DISPERSIÓN DE LA NUBE EXPRESADAS EN LOS.....	236
TABLA 31. DISTANCIA DE DISPERSIÓN DE LA NUBE PARA LOS VALORES.....	236

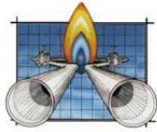


TABLA 32. RADIACIÓN TÉRMICA DE LOS ESCENARIOS EXPRESADAS EN METROS	237
TABLA 33. SOBRE PRESIÓN DE LOS ESCENARIOS EXPRESADAS EN METROS	237
TABLA 34. CATEGORÍAS DE LAS CONSECUENCIAS SOBRE EL PERSONAL DENTRO LAS INSTALACIONES	238
TABLA 35. CATEGORÍAS DE LAS CONSECUENCIAS SOBRE LA COMUNIDAD FUERA DE LAS INSTALACIONES	239
TABLA 36. PROBABILIDADES DE IGNICIÓN PARA INCENDIO POOL FIRE Y LA EXPLOSIÓN UVCE	242
TABLA 37. VALORES DE FRECUENCIA DE EVENTOS INICIANTES Y PROBABILIDADES DE IGNICIÓN	243
TABLA 38. VALORES DE PROBABILIDAD DE RIESGO PARA LOS ESCENARIOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.....	243
TABLA 39. CATEGORIZACIÓN DE LA FRECUENCIA DE OCURRENCIA DEL ESCENARIO.....	244
TABLA 40. RADIOS DE AFECTACIÓN EN METROS DE LOS SEIS ESCENARIOS PARA FUEGO Y EXPLOSIÓN.....	246
TABLA 41. CATEGORIZACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE LOS SEIS ESCENARIOS	247
TABLA 42. VALORES DE PROBABILIDAD DE FALLA SOBRE DEMANDA PROMEDIO DE	254
TABLA 43. VALORES DE PROBABILIDAD DE LOS ESCENARIOS PARA INCENDIO Y EXPLOSIÓN CON SIL´S, ADICIONALES.....	255
TABLA 44. CATEGORÍAS DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA IEC 61508	256
TABLA 45. RADIOS DE AFECTACIÓN DE CADA PRODUCTO EN CADA ESCENARIO SIMULADOS EN LA TERMINAL	259
TABLA 46. DISTANCIAS CALCULADAS POR EL SOFTWARE SCRI, SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS DEL ESCENARIO 1 A.....	274
TABLA 47. DAÑOS ORIGINADOS POR DETONACIONES.....	275
TABLA 48. CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO APORTADAS POR EL SOFTWARE SCRI, DEL ESCENARIO 1 A.....	277
TABLA 49. EFECTOS DE RADIACIÓN TÉRMICA SEGÚN LA INTENSIDAD DE RADIACIÓN EMITIDA	284
TABLA 50. VALORES DE SOBREPRESIÓN Y DAÑO PRODUCIDO EN DETONACIONES	286
TABLA 51. SECCIONES MÍNIMAS A DISTINTOS VALORES DE TENSIÓN PARA EVITAR EFECTO CORONA	295
TABLA 52 RADIACIÓN DEL ESCENARIO POLIDUCTO PEMEX, DISTANCIAS ESPECÍFICAS.....	298
TABLA 53 SOBREPRESIONES DEL ESCENARIO POLIDUCTO PEMEX, DISTANCIAS ESPECÍFICAS.....	299
TABLA 54. TABLA 1 DE LA NORMA: LOCALIZACIÓN DE TANQUES SUPERFICIALES PARA ALMACENAMIENTO DE PETROLÍFEROS, ADITIVOS Y BIOCMBUSTIBLES.	305
TABLA 55. TABLA 2 DE LA NORMA. REFERENCIA APLICABLE PARA TABLA 1.....	305
TABLA 56. RECOMENDACIONES EMANADAS DEL ANÁLISIS CHECK LIST	335

FIGURAS

FIG 1 UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO EN EL MUNICIPIO GENERAL ESCOBEDO N.L.	9
FIG 2 UBICACIÓN DE LA TERMINAL Y SUS VIALIDADES EN EL MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO.	9
FIG 3 UBICACIÓN GENERAL Y LAY OUT DE LA TERMINAL ESCOBEDO.	10
FIG 4FIG. PLANO TOPOGRÁFICO MOSTRANDO LOS POLÍGONOS 1,2 Y 3	11
FIG 5 UBICACIÓN VISTA DESDE GOOGLE EARTH.	12
FIG 6 USOS DE SUELO: TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y SUMINISTRO DE ESCOBEDO (MORADO), ÁREAS AMARILLAS (MATORRAL SUBMONTANO), Y A SU ALREDEDOR PASTIZAL INDUCIDO (NARANJA), AGRICULTURA DE TEMPORAL (ROSA) Y ASENTAMIENTOS HUMANOS (ROJO,) DENTRO DEL MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO. IMAGEN DE SIGEIA	13
FIG 7 UBICACIÓN TERMINAL Y COLINDANCIAS.....	14
FIG 8 ARREGLO CIVIL DE ÁREAS DE LLENADERAS, DESCARGA Y CASA DE BOMBAS	16
FIG 9 ARREGLO GENERAL DE LA TERMINAL ESCOBEDO.....	18
FIG 10 UBICACIÓN DEL PROYECTO (ROJO) Y COLINDANCIAS DEL MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO, NUEVO LEÓN.	22



FIG 11 MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO (VERDE) MOSTRANDO LOS CENTROS POBLACIONALES VECINOS Y LA HIDROGRAFÍA QUE ES INTERCEPTADA EN ÉSTAS.....	23
FIG 12 TEMPERATURA MEDIA ANUAL EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN	24
FIG 13 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS VARIANTES CLIMÁTICAS QUE SE PRESENTAN EN EL MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO, MARCANDO LA ZONA DEL PROYECTO O T.A.S. (MORADO) COMO SECO SEMICÁLIDO.	25
FIG 14 VISTA NORTE DEL PROYECTO SE ENCUENTRAN LAS INSTALACIONES DE DESCARGA “CEDIS HEB” (AMARILLO). FUENTE GOOGLE EARTH.....	26
FIG 15 VISTA DEL SUR DE LA ZONA DEL PROYECTO, COMPAÑÍA MATTTEL S.A. DE C.V. (AZUL).....	27
FIG 16 VISTA SURESTE DEL PROYECTO, INSTALACIONES DE PEMEX LOGÍSTICA (ROJO).	27
FIG 17 VISTA NOROESTE DEL PROYECTO, COMPLEJO CEDIS HEB (MORADO). FUENTE GOOGLE EARTH.	28
FIG 18 VISTA SURESTE DEL PROYECTO, COMPLEJO MAGNESITA LWB. FUENTE GOOGLE EARTH.	28
FIG 19 TIPO USO DE SUELO Y LA UBICACIÓN DEL PROYECTO. FUENTE SIGEIA.	30
FIG 20 SISMICIDAD DE MÉXICO (A) BAJO (B) MEDIO (C) ALTO (D) MUY ALTO. FUENTE SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO (SGM). 31	
FIG 21 REPORTE SÍSMICO DEL DÍA 31 DE JULIO DE 2014 EN EL MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO, MAGNITUD 3.5 ESCALA RITCHER. FUENTE SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO (SGM).....	31
FIG 22 REPORTE SÍSMICO DEL DÍA 5 DE FEBRERO DE 2015 EN EL MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO, MAGNITUD 3.6 ESCALA RITCHER. FUENTE SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO (SGM).....	32
FIG 23. VOLCANES UBICADOS EN EL ESTADO DE VERACRUZ, SIENDO COFRE DE PEROTE, PICO DE ORIZABA Y SAN MARTÍN, LOS CUALES SE ENCUENTRAN AL SURESTE DEL PAÍS. FUENTE GOOGLE EARTH.	33
FIG 24 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS CINCO PLACAS QUE CONFORMAN MÉXICO. UBICACIÓN A GRANDES RASGOS DEL PROYECTO, ESTADO DE VERACRUZ.	34
FIG 25 UBICACIÓN DE LOS VOLCANES MEXICANOS	36
FIG 26 MAPA DEL TERRITORIO MEXICANO MOSTRANDO EL ÁREA OCUPADA POR LA.....	37
FIG 27 IMAGEN DE DÉCOLLEMENT	38
FIG 28 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL. FUENTE MICHALZIK, 1988.....	38
FIG 29 RELIEVE DESGLOSADO DEL MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO,	39
FIG 30 GEOLOGÍA Y LA CLASE DE ROCA DEL MUNICIPIO GENERAL ESCOBEDO,	40
FIG 31 TIPO DE SUELOS DOMINANTES CORRESPONDIENTE AL MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO, MOSTRANDO LA T.A.S. EN MORADO.....	41
FIG 32 ATLAS NACIONAL DE RIESGO. MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO	42
FIG 33 REGIÓN HIDROLÓGICA ADMINISTRATIVA VI RÍO BRAVO. FUENTE SEMARNAT.	43
FIG 34 CUENCAS HIDROLÓGICAS DE LA RHA VI DE RÍO BRAVO. FUENTE SEMARNAT.....	44
FIG 35 UBICACIÓN TAS (ROJO) SUBCUENCA RH24BC (AZUL) Y SUBCUENCA RH24BD (VERDE) LA CUAL CORRESPONDE AL PROYECTO. FUENTE SIATL.	45
FIG 36FIG. PARTE DE LA CUENCA HIDROLÓGICA RÍO BRAVO Y RÍO SAN JUAN CORRESPONDIENTE AL ESTADO DE NUEVO LEÓN. ...	46
FIG 37FIG. HIDROGRAFÍA DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN.	46
FIG 38 CLASE DE CLIMAS PRESENTES EN EL MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO, MOSTRANDO EN MORADO LA T.A.S.	47
FIG 39 UBICACIÓN DEL PROYECTO Y LA HIDROGRAFÍA CIRCUNDANTE. FUENTE SIATL.....	48
FIG 40 RÍO SAN JUAN Y SUS RESPECTIVOS ARROYOS DIRECCIÓN RÍO ARRIBA, RECALCANDO EL MÁS CERCANO (AMARILLO) DE ELLOS HACIA LA T.A.S. (ROJO), GENERAL ESCOBEDO. FUENTE SIATL.	49
FIG 41 RÍO SAN JUAN Y SUS RESPECTIVOS ARROYOS DIRECCIÓN RÍO ABAJO RECALCANDO EL MÁS CERCANO (AMARILLO) DE ELLOS HACIA LA T.A.S. (ROJO), GENERAL ESCOBEDO. FUENTE SIATL.	49
FIG 42 RÍO PESQUERÍA DIRECCIÓN RÍO ARRIBA, T.A.S. (ROJO), GENERAL ESCOBEDO, N.L.....	50



FIG 43 RÍO PESQUERÍA DIRECCIÓN RÍO ABAJO, T.A.S. (ROJO), MUNICIPIO GENERAL ESCOBEDO.	51
FIG 44 SUPERFICIE RELATIVA DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE SUELO EN MÉXICO, 2007. FUENTE INEGI	53
FIG 45 PRINCIPALES GRUPOS DE SUELO EN MÉXICO. FUENTE INEGI	53
FIG 46 REGIONES HIDROLÓGICAS ADMINISTRATIVAS Y LOS RESPECTIVOS HURACANES INTENSOS (CATEGORÍAS H3-H5), 1970- 2009. FUENTE CONAGUA	57
FIG 47 TRAYECTORIA FINAL TORMENTA TROPICAL GILBERTO 1988	58
FIG 48 TRAYECTORIA FINAL TORMENTA TROPICAL EMILY 2005.	59
FIG 49 TRAYECTORIA FINAL TORMENTA TROPICAL ALEX 2010.....	59
FIG 50 GRÁFICA REPRESENTATIVA DE LA SITUACIÓN DEL DESARROLLO DEL NORTE DEL MUNICIPIO DE ESCOBEDO	63
FIG 51 TELEMETRÍA T.A.S. GENERAL ESCOBEDO.	73
FIG 52 DIAGRAMA GENERAL DE PRODUCTOS.....	75
FIG 53 RED CONTRA INCENDIO T.A.S. GENERAL ESCOBEDO.	80
FIG 54 DTI ÁREA DE LLENADERAS: BAHÍAS DE CARGA DE PRODUCTO COMBUSTIBLE DIÉSEL	82
FIG 55 DIAGRAMA UNIFILAR, T.A.S. GENERAL ESCOBEDO.	84
FIG 56 CLASIFICACIÓN ÁREAS DE RIESGO ELÉCTRICO, PLANO GNN-NL-GME-TAS-CAR-17_01.	86
FIG 57 CLASIFICACIÓN ÁREAS DE RIESGO, PLANO GNN-NL-GME-TAS-CAR-17_02	87
FIG 58 RED HIDRÁULICA Y DRENAJE T.A.S. GENERAL ESCOBEDO	92
FIG 59 ÁREA DE DIQUES T.A.S. GENERAL ESCOBEDO	94
FIG 60 ZONA DE SUB-ESTACIÓN, OFICINAS, CUARTOS DE DESCANSO Y LABORATORIO MÓVIL.	100
FIG 61 VISTA PLANA DEL ÁREA GENERAL DE LA T.A.S., SEPARANDO.....	166
FIG 62 VISTA PLANA DEL ÁREA GENERAL DE DIQUES Y SUS RESPECTIVOS TANQUES.	166
FIG 63 GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS EN LA INDUSTRIA DE LA ACHS.....	172
FIG 64 EVENTOS ACCIDENTALES Y EFECTO DOMINÓ EN TERMINALES DE ALMACENAMIENTO.....	176
FIG 65 ESQUEMA TÍPICO DE CAPAS DE PROTECCIÓN EN UN PROCESO	199
FIG 66 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EVALUAR EL RIESGO MEDIANTE LOPA	201
FIG 67 DISTRIBUCIÓN DE INCIDENTES EN EL TIEMPO (1950 A 2000) EN MHIDAS.....	202
FIG 68 CAUSAS GENERALES DE LOS ACCIDENTES	203
FIG 69 ORIGEN DE LOS ACCIDENTES	204
FIG 70 ARREGLO DE PLANTA DE LA TERMINAL	220
FIG 71 ÁRBOL DE DECISIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE IGNICIÓN	241
FIG 72 PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN DE LA TERMINAL ESCOBEDO.....	246
FIG 73 COLINDANCIAS CON LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y SUMINISTRO ESCOBEDO	260
FIG 74 RADIOS DEL ESCENARIO 1 A CONCENTRACIONES POR DERRAME EN EL TV-201.....	261
FIG 75 RADIOS DEL ESCENARIO 1 A DE RADIACIÓN TÉRMICA DE GASOLINA POR DERRAME EN EL TV-201.....	261
FIG 76 RADIOS DEL ESCENARIO 1 A EXPLOSIÓN DE GASOLINA POR DERRAME EN EL TV-201.....	262
FIG 77 RADIOS DEL ESCENARIO 2 A CONCENTRACIONES POR FUGA AL DAÑARSE TUBERÍA DE SALIDA EN EL TV-201	263
FIG 78 RADIOS DEL ESCENARIO 2 A RADIACIÓN TÉRMICA POR FUGA AL DAÑARSE TUBERÍA DE SALIDA EN EL TV-201	263
FIG 79 RADIOS DEL ESCENARIO 2 A EXPLOSIÓN POR FUGA AL DAÑARSE TUBERÍA DE SALIDA EN EL TV-201.....	264
FIG 80 RADIOS DEL ESCENARIO 3 A CONCENTRACIONES POR FUGA EN BAHÍA DE DESCARGA DE CARROS TANQUE	264
FIG 81 RADIOS DEL ESCENARIO 3 A RADIACIÓN TÉRMICA POR FUGA EN BAHÍA DE DESCARGA DE CARROS TANQUE.....	265
FIG 82 RADIOS DEL ESCENARIO 3 A EXPLOSIÓN POR FUGA EN BAHÍA DE DESCARGA DE CARROS TANQUE	265
FIG 83 RADIOS DEL ESCENARIO 4 A CONCENTRACIONES POR FUGA EN ORIFICIO DEL TANQUE TV 201.....	266
FIG 84 RADIOS DEL ESCENARIO 4 A RADIACIÓN TÉRMICA POR FUGA EN ORIFICIO DEL TANQUE TV 201.....	266



FIG 85 RADIOS DEL ESCENARIO 4 A EXPLOSIÓN POR FUGA EN ORIFICIO DEL TANQUE TV 201	267
FIG 86 RADIOS DEL ESCENARIO 5 A CONCENTRACIONES POR FUGA EN BAHÍA DE LLENADERAS	268
FIG 87 RADIOS DEL ESCENARIO 5 A RADIACIÓN TÉRMICA POR FUGA EN BAHÍA DE LLENADERAS	268
FIG 88 RADIOS DEL ESCENARIO 5 A EXPLOSIÓN POR FUGA EN BAHÍA DE LLENADERAS	269
FIG 89 RADIOS DEL ESCENARIO 6 MTBE CONCENTRACIONES POR FUGA DE MTBE	270
FIG 90 RADIOS DEL ESCENARIO 6 MTBE RADIACIÓN TÉRMICA POR FUGA DE MTBE	270
FIG 91 RADIOS DEL ESCENARIO 6 MTBE EXPLOSIÓN POR FUGA DE MTBE	271
FIG 92 TIPOS DE EXPLOSIONES SEGÚN SU VELOCIDAD DE REACCIÓN	272
FIG 93 EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO DE UNA ONDA DE PRESIÓN DETONANTE	273
FIG 94 EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO DE UNA ONDA DE PRESIÓN DEFLAGRANTE	273
FIG 95 GRÁFICA DE PRESIÓN CONTRA DISTANCIA DEL SOFTWARE SCRI, DEL ESCENARIO 1 A	275
FIG 96 UBICACIÓN DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE DE PASO DE CFE Y PEMEX.....	280
FIG 97 IMAGEN SATELITAL DE LA TERMINAL CON LA POSICIÓN DE LA FRANJA DE	281
FIG 98 DISTANCIAS DE LOS TANQUES TV 203 Y TV 501 CON LOS DUCTOS	281
FIG 99 PROYECCIÓN DE RADIOS DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA.....	283
FIG 100 PROYECCIÓN DE RADIOS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN	285
FIG 101 TASA DE EMISIÓN DE LA FUGA CALCULADO EN SCRI 1.4.....	287
FIG 102 ESCENARIO DE INCENDIO POR GASODUCTO PEMEX EN TAS ESCOBEDO	288
FIG 103 ESCENARIO DE EXPLOSIÓN POR ROTURA DEL 20% DE GASODUCTO PEMEX EN TAS ESCOBEDO.....	289
FIG 104 ESQUEMA DE LA BARRICADA QUE REPRESENTA EL MURO DE CONTENCIÓN.....	290
FIG 105 FRANJA DE SERVIDUMBRE DE PASO DE CFE Y PEMEX	292
FIG 106 HOJA 1 DEL ANÁLISIS CHECK LIST	336
FIG 107 HOJA 1 DEL ANÁLISIS WHAT IF	338
FIG 108 ÁREAS DE RIESGO ELÉCTRICO EN LA TERMINAL	347