

*Universidad Nacional Autónoma
De México*

FACULTAD DE QUÍMICA

“ANÁLISIS DE RIESGOS EN UNA TERMINAL
DE RECIBO, ALMACENAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA QUÍMICA

P R E S E N T A :

REYNA SÁNCHEZ JUÁREZ

MÉXICO, D. F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias

Joaquín †

Abuelito imaginación, humor y sonrisas que siempre me diste agradezco a dios que te conocí

Antonia †

Abuelita, por tu apoyo y consejos cuando los necesite; el cansancio nunca existió para ti; siempre estarás en mi mente, gracias

Enedina †

Abuelita llena de historia; gracias por haber estado en mi camino

A mis papás

Catalina y Efrén

Por el gran apoyo, comprensión y fortaleza que me dieron siempre, gracias

A todos mis hermanos

Diana, Arturo, Minerva, Gabriela, Verónica; cuando los necesite estaban ahí, gracias

Diana

Por tu ayuda académica y profesional, sabes hay mucho camino todavía y ¡ahí estarás!, gracias

Fernando

Por tu apoyo incondicional, gracias

Agradecimientos

A Dios

Gracias a ti por darme fortaleza siempre en esta vida

A la Universidad Nacional Autónoma de México

Al ingeniero Rodolfo Torres Barrera, por su apoyo y orientación de este trabajo

A los Sinodales

Por su revisión y comentarios

Prof. Víctor Manuel Luna Pabello

Prof. Landy Irene Ramírez Burgos

A todos mis maestros de la Facultad de Química



ÍNDICE

GLOSARIO	V
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS, ANTECEDENTES	1
CAPÍTULO 2. MARCO JURÍDICO	16
2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	17
2.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	20
2.3 Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad y Operación para las actividades altamente riesgosas	21
2.4 Normas Internas de Petróleos Mexicanos que aplican a las instalaciones de la Terminal de Almacenamiento Distribución y Recibo de Hidrocarburos	22
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE RIESGO	23
3.1. Definiciones	24
3.2. Clasificación de Riesgos	27
3.3. Etapas de un Análisis de Riesgos	29
3.4. Requerimientos de Información para la Elaboración del Estudio de Riesgo	33
3.5. Metodologías para la Identificación de Riesgos	37
3.5.1 Clasificación de los Métodos para la Identificación de Riesgos	37
3.5.1.1 Métodos Comparativos	38
3.5.1.1.1 Códigos, Estándares y Normas	38
3.5.1.1.2 Lista de Verificación	40
3.5.1.1.3 Análisis Históricos de Accidentes	41
3.5.1.2 índices de Riesgo	42



3.5.1.2.1 índice Dow	42
3.5.1.2.2 Índice Mond	44
3.5.1.3 Métodos Generalizados	46
3.5.1.3.1 Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP)	47
3.5.1.3.2 Análisis de Árbol de Fallas	55
3.5.1.3.3 Análisis de ¿Qué Pasa Si? (What IF)	56
3.6 Desarrollo de las Técnicas o Metodologías usadas en el Análisis de Riesgos	59
3.6.1. Hazop	59
3.6.2. Listas De Verificación	64
3.6.3. Que Pasa Si? WHAT IF	67
3.6.4. Índice Mond	69
3.6.5. Índice Dow	72
CAPÍTULO 4. TRABAJO DE CAMPO	73
4.1 Descripción de la Operación de la Terminal	74
CAPÍTULO 5 REGISTRO HAZOP	92
CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES	115
CAPÍTULO 7 BIBLIOGRAFÍA	120
CAPÍTULO 8 ANEXOS (Hojas de Datos, Registro ARCHI)	123



GLOSARIO DE TERMINOS

NFPA.	National Fire Protection Association, Agencia de Protección contra el Fuego de los Estados Unidos
IMP-3	Aditivo
HAZOP	Hazard and Operability, Análisis de Riesgo y Operabilidad
PEMEX	Petróleos Mexicanos
AMFE Analysis)	Análisis de Modo, Falla y Efecto (Failure Modes and Effects
FTA	Árbol de Fallas
WHAT IF	Análisis de Que Pasa Sí
INDICE DOW	Índice de Fuego y Explosividad
INDICE MOND	Índice de Fuego Explosión y Toxicidad
API	American Petroleum Institute
V.O.E	Válvula de operación eléctrica
V.S.	Válvula de seguridad
ARCHIE	Automated Resource for Chemical Hazard Incident “fuente automatizada para evaluación de incidentes de Químicos Peligrosos”.
AREA DE ALMACENAMIENTO:	Sitio donde se agrupan los tanques de almacenamiento, delimitados por diques de contención, ubicados en la parte mas elevada de la planta e y en dirección opuesta a los vientos dominantes



SISTEMA DE PARO DE EMERGENCIA: Interruptor de emergencia para corriente eléctrica, que desconecta de golpe la fuente de energía de todos los circuitos de alumbrado y fuerza inclusive al conductor de tierras.

TEMA	Tubular Exchanger Manufacture Association
ASTM	American Standard Testing Materials.
ASME	American Society of Mechanical Engineers
INTERLOCK	Paro de emergencia
S. SCULLY	Preventor de Derrames
GPASI	Gerencia de protección ambiental y seguridad Industrial
SIMCOT	Sistema integral de Monitoreo y Control de Operaciones en Terminales



RESUMEN

El propósito de este trabajo es dar a conocer la importancia de llevar a cabo un análisis de riesgos en una terminal de recibo, almacenamiento y distribución de hidrocarburos, principal objetivo, pero también dirigida a alumnos de ingeniería para ampliar así su conocimiento en materia de seguridad y protección ambiental, es así que empezamos por los siguientes puntos importantes que a nuestro criterio deben ser parte de un conocimiento general para un análisis de riesgos:

- Primeramente empezamos por dar a conocer; de que se compone este tipo de empresa, que sustancias maneja, punto importante para justificar el análisis de riesgos
- Antecedentes de accidentes en este tipo de empresa, ya que nos permiten tener un criterio mas amplio en cuanto a la solución, mitigación y recomendaciones preventivas de accidentes
- Tener un conocimiento de que en este tipo de empresa los accidentes más comunes son el derrame, el incendio y fugas
- Tener conocimiento de que hay un Marco Jurídico que en base al artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente(1988) en el cual se establece “Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales un estudio de riesgo ambiental así como la existencia de acuerdos, reglamentos, normas oficiales, que definen los términos en los que se realizará el estudio de riesgo y saber que hay normas internas de la planta
- Tener clara las definiciones de riesgo, peligro, así como sus clasificaciones, que etapas o pasos comprende un análisis de riesgos
- Tener presente que la SEMARNAT a través de la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas para instalaciones en operación; emite un diagrama para determinar el nivel del estudio
- La exposición de la metodologías para la identificación de riesgos
- En el inicio del trabajo de campo se da una descripción de la operación de la planta de Recibo, Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos, en sus principales áreas



-
- Contar con los elementos como hojas de datos de las sustancias que maneja la planta, matriz de jerarquización clasificación de recomendaciones
 - El desarrollo del análisis en base a la metodología HAZOP
 - Simulación de algunos eventos seleccionados como pudieran ser los más catastróficos con el programa ARCHI



CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN
OBJETIVOS
ANTECEDENTES



INTRODUCCIÓN

Este trabajo está dirigido a los estudiantes de Ingeniería Química, quienes realizan visitas y prácticas profesionales en los diversos centros de trabajo de Petróleos Mexicanos, para ampliar el panorama sobre Seguridad Industrial y Protección Ambiental complementarios a los adquiridos en las aulas, y tener un panorama mas amplio de lo que es el Análisis de Riesgos.

Actualmente la seguridad Industrial y la protección ambiental son dos materias de suma importancia, que deben tomarse en cuenta en cualquier proyecto o industria establecida

Como obligaciones adquiridas de la industria se tiene el preservar el medio ambiente, y garantizar un ambiente de trabajo seguro al personal laboral, lo que como consecuencia también garantiza el buen estado físico de las instalaciones, relacionado directamente con el **Análisis de Riesgo**.

Para el presente trabajo se eligió una Terminal de Recibo, Almacenamiento y Distribución de Productos Refinados del Petróleo, específicamente la ubicada en Av. Centenario No. 301, Col Merced Gómez Barranca del Muerto y conocida en el ambiente petrolero como la Terminal Satélite Sur.

En las terminales de almacenamiento y distribución de Petróleos Mexicanos, se cuenta con una normatividad que continuamente se adecua al personal y a las instalaciones para asegurar una operación y funcionamiento de equipos, de manera confiable, por medio de supervisiones periódicas y mantenimientos preventivos que se anticipan a acontecimientos que pueden llevar a riesgos de diversas magnitudes.



Es importante tener en cuenta que por la naturaleza de los productos almacenados en las instalaciones de almacenamiento y distribución, la amenaza de una contingencia de incendio o derrame está siempre latente, ya sea por causas ambientales naturales, mal funcionamiento u operación de algún equipo, descuidos o accidentes por parte del personal, etc.

Por lo anterior es necesario concienciar continuamente al personal de todas las áreas de trabajo de estas instalaciones, sobre los actos realizados en su jornada de trabajo, para que estos sean seguros en un 95% como nivel mínimo, así como de asumir una filosofía de observación para la detección y prevención de actos inseguros.

OBJETIVOS

Objetivo General

El presente estudio tiene como objetivo principal mostrar la importancia de llevar a cabo análisis de riesgos en instalaciones que reciben, almacenan y distribuyen productos derivados del petróleo (gasolinas, principalmente y diesel) considerados riesgosos, por sus características de inflamabilidad.

Objetivos particulares

- Dar a conocer la normatividad que rige este tipo de industria
- Mostrar las diferentes metodologías que se utilizan para este propósito
- Ejemplificar el análisis de riesgos con la metodología HAZOP, haciendo una identificación de riesgos diferentes en la terminal
- Evaluación de un evento catastrófico con el programa ARCHI y demostrar que los tanques de mayor capacidad de hidrocarburos tienen radios de afectación considerables



ANTECEDENTES

Descripción General del Centro de Trabajo

Es imprescindible dar un panorama general de las operaciones y actividades que se llevan a cabo en una Terminal de Recibo, Almacenamiento y Distribución de productos refinados del petróleo, y su relación con los riesgos inherentes a los productos que maneja. Esto nos permitirá analizar posteriormente, en cada una de las operaciones o actividades los riesgos existentes y su potencial de daño a la instalación y su entorno.

La Gerencia de Distribución y Almacenamiento Zona Centro administra centros de trabajo (Terminales de Almacenamiento y Distribución), que tienen como fin el recibo, almacenamiento y distribución de los Productos:

- ✓ Gasolina PEMEX Premium.
- ✓ Gasolina PEMEX Magna.
- ✓ Turbosina.
- ✓ PEMEX Diesel.
- ✓ Combustóleo.
- ✓ Asfalto.
- ✓ Aceites (básicos).

La Terminal que nos ocupa, solo recibe almacena y distribuye Gasolina PEMEX Premium., Gasolina PEMEX Magna, y PEMEX Diesel

La organización del centro de trabajo es la siguiente:

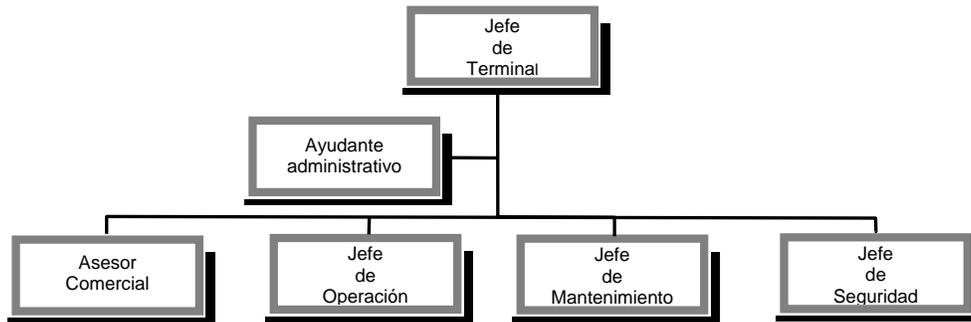


Fig. 1 Organización del Centro de Trabajo

La misión como Gerencia de Almacenamiento y Distribución es precisamente comercializar y abastecer los productos elaborados por PEMEX Refinación, satisfaciendo oportunamente las necesidades del cliente dentro de un marco de eficiencia, calidad, seguridad y protección ecológica, salvaguardando el patrimonio y los intereses de la empresa, así como el entorno. Su política de calidad es

POLITICA DE CALIDAD, SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE.

En la Gerencia de Almacenamiento y Distribución Centro estamos comprometidos a proporcionar y garantizar a nuestros Clientes y Proveedores que el proceso de Transporte, Almacenamiento y Distribución de Productos Petrolíferos cumpla con los requerimientos, especificaciones, la legislación y regulaciones aplicables en materia de Calidad, Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente, así como la prevención de la contaminación y mejorar continuamente la eficacia del Sistema Integral de Gestión.

Para mantener un adecuado ambiente laboral del empleado, hacia la seguridad, salud y protección del ambiente, PEMEX Refinación cumple con la Ley Federal del



Trabajo, Contrato Colectivo de Trabajo, Reglamento para el Personal de Confianza y Reglamento de Seguridad e Higiene, así como leyes y reglamentos federales, estatales y municipales y normas oficiales mexicanas.

En forma adicional el centro de trabajo cuenta con un Sistema de Calidad (ISO 9002), Certificación de laboratorios (NMX-CC-13) y un Sistema de Administración de la Seguridad, Salud y la Protección Ambiental (SSPA), en donde se espera que cada empleado cumpla con las reglas que se establezcan en todo el sistema.

También se tiene una política de Seguridad, Salud y la Protección Ambiental

POLÍTICA de PEMEX SSPA

Petróleos Mexicanos es una empresa eficiente y competitiva, que se distingue por el esfuerzo y compromiso de sus trabajadores con la Seguridad, la Salud y la Protección Ambiental.

PRINCIPIOS

- 1. La Seguridad, Salud y la Protección Ambiental son valores con igual prioridad que la producción, el transporte, las ventas, la calidad y los costos.***
- 2. Todos los incidentes y lesiones se pueden prevenir.***
- 3. La Seguridad, Salud, y la Protección Ambiental son responsabilidad de todos y condición de empleo.***
- 4. En Petróleos Mexicanos nos comprometemos a continuar con la Protección y el mejoramiento del medio ambiente en beneficio de la comunidad.***
- 5. Los trabajadores de Petróleos Mexicanos, estamos convencidos de que la seguridad, la salud, y la protección ambiental son en beneficio propio y nos motivan a participar en este esfuerzo.***



La Terminal de almacenamiento y distribución sur, “Barranca del Muerto”, recibe producto de la Terminal Azcapotzalco

La Terminal de almacenamiento y distribución **Satélite Sur (Barranca del Muerto)** cuenta con tres tanques para almacenamiento de productos, con capacidad nominal de almacenamiento de 65,000 barriles; se abastece por dos poliductos:

El poliducto **Azcapotzalco-Barranca del Muerto** de 8” de diámetro y 20.483 kilómetros de longitud.

El poliducto **Azcapotzalco-Barranca del Muerto** de 12” de diámetro y 20.530 kilómetros de longitud.

Geográficamente la Terminal se ubica al Sur del Distrito Federal y al norte de la delegación Álvaro Obregón en Av. Centenario No. 301, Col Merced Gómez como lo muestra el siguiente esquema

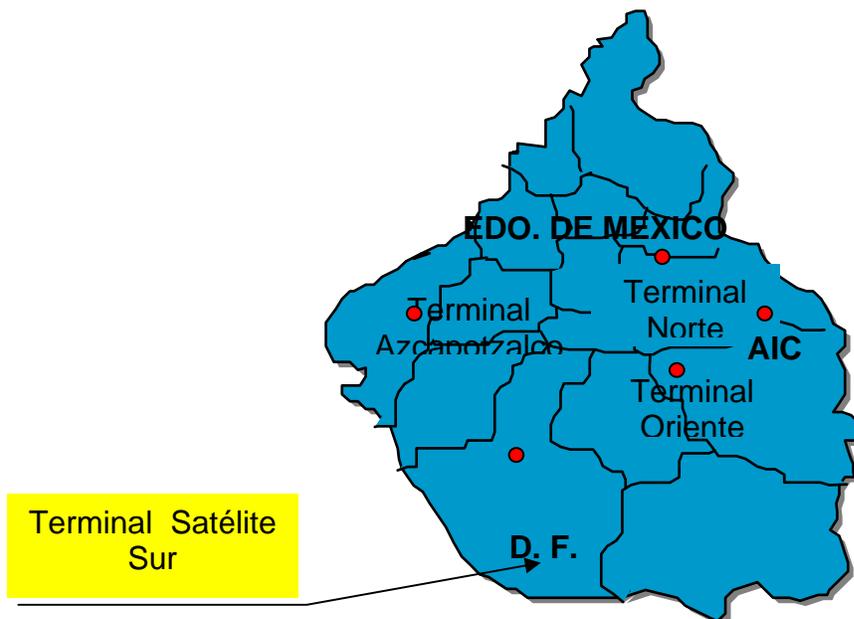


Fig.2 Localización de la Terminal de Almacenamiento y Distribución “Satélite Sur”



INSTALACIONES DE LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN AZCAPOTZALCO

La Terminal de Almacenamiento y Distribución, Barranca del Muerto, Fue diseñada en 1966, dentro del esquema de modernización establecido por el gobierno Federal en el sector energético, a fin de garantizar la distribución de combustibles en la Zona metropolitana de la ciudad de México en la parte sur.

Las instalaciones cuentan con una capacidad operativa de almacenamiento de 49 381 Barriles, mismos para venta diaria, ya que no se cuenta con almacenamiento de reserva, cubriendo la demanda diaria de su área de influencia.

1 barril contiene en promedio 159 litros de producto.

El predio que ocupa actualmente la Terminal de Almacenamiento, distribución y Recibo tiene una superficie total de: 111, 231 m² con 83,886 m² construidos

Distribuida en:

- a) Área de almacenamiento
- b) Recibo y medición
- c) Posiciones de llenado de autotanques
- d) Casas de bombas
- e) Subestación principal
- f) Descargaderas de autotanques
- g) Sistema de adición de aditivo
- h) Unidad de recuperación de vapores
- i) Talleres de mantenimiento



- j) Almacén
- k) Laboratorio y cuarto de control de ductos
- l) Sistema de drenaje pluvial e industrial
- m) Tanques verticales para almacenamiento de agua
- n) Bomba de despacho local
- ñ) Estacionamiento autotanques PEMEX
- o) Estacionamiento visitantes
- p) Áreas oficinas
- q) Torre de control
- r) 2 casetas de vigilancia
- s) Calles y banquetas
- t) Área de tratamiento de Efluentes
- u) Cobertizo y bombas Contra incendio

El predio se encuentra ubicado en las coordenadas:

LATITUD NORTE 19° 21' 39" .

LONGITUD OESTE 99° 12' 16" .

Altura media sobre el nivel del mar 2340 m

La figura muestra el croquis de las instalaciones de la TAD Barranca del Muerto.

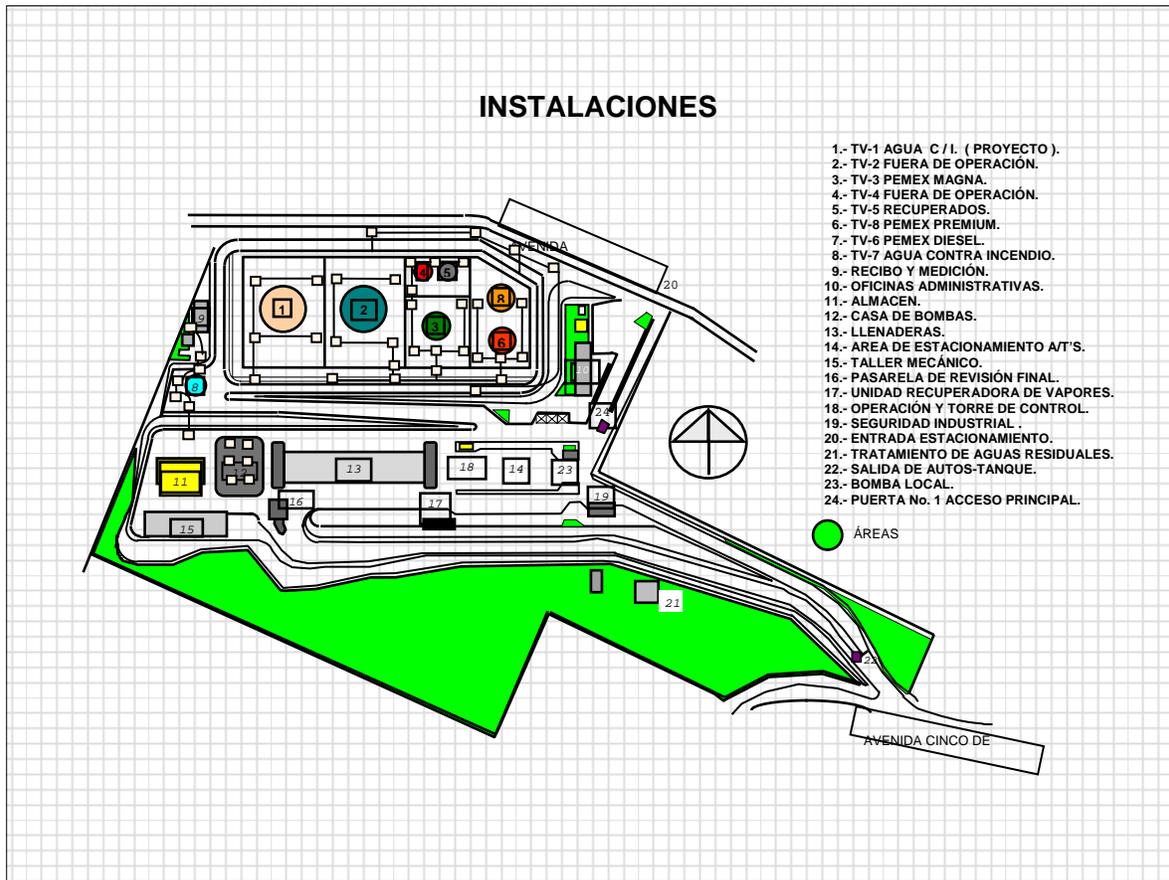


Fig.3 Croquis de las instalaciones de la TAD Barranca del Muerto

Esta terminal abastece a los clientes ubicados en las delegaciones políticas de: Álvaro Obregón, Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Coyoacán, Cuajimalpa de Morelos, Magdalena Contreras, Tlalpan, Milpa Alta, Xochimilco y Tláhuac.

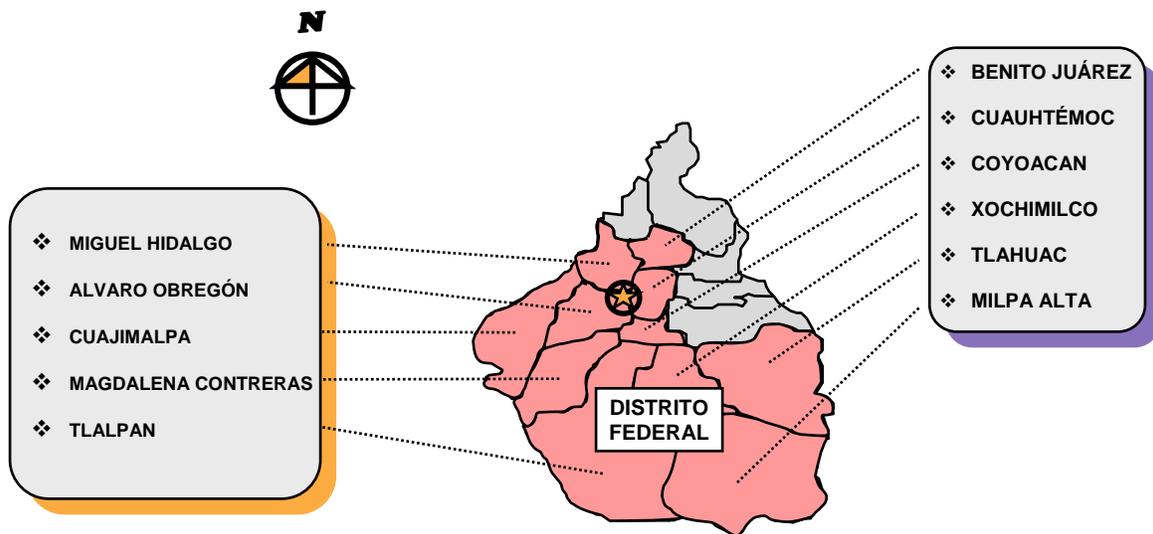


Fig. 4 Mapa de Zonas de venta de la TAD Barranca del Muerto

En general una Terminal de Recibo, Almacenamiento y Distribución consta de 4 áreas operativas y diferentes áreas administrativas, las áreas operativas son las siguientes:

Área de recibo y Medición

Área de Almacenamiento

Casa de Bombas:

Área de Llenaderas

Mismas que se describirán en el capítulo posterior, en la operación de la Terminal.

Una de las principales características de los productos que se manejan en una Terminal de Recibo, Almacenamiento y Distribución, que propiamente son hidrocarburos derivados del Petróleo, como son las gasolinas y diesel, es que las primeras tienen propiedades de inflamabilidad, y el segundo es considerado



combustible conforme a la definición que hace la National Fire Protection Association de siglas en ingles (NFPA),

Los líquidos inflamables son cualquier líquido con punto de inflamación menor a 37.8 °C, con una presión de vapor no mayor que 2.8 kg/cm² abs. (2068 mm de Hg) a esa temperatura (Clase I NFPA).

Los líquidos combustibles son cualquier líquido con punto de inflamación de 60 °C o mayor (clases II y III NFPA).

Líquidos Inflamables se subdividen como sigue:

Clase IA.- Incluye líquidos con punto de inflamación inferior a 22.8°, cuyo punto de ebullición sea menor a 37.8 °C.

Clase IB.- Incluye líquidos con punto de inflamación inferior a 22.8°C, pero cuyo punto de ebullición sea mayor o igual a 37.8 °C (Gasolinas y Naftas)

Clase IC.- Incluye líquidos con punto de inflamación mayor de 22.8°C, pero menor de 37.8 °C.

Líquidos Combustibles se subdividen de la siguiente manera:

Clase II.- Son líquidos con punto de inflamación mayor de 37.8 °C pero menor a 60 °C (Destilados).

Clase IIIA.- Son líquidos cuyo punto de inflamación se encuentra entre los 60 y 93 °C. (Combustóleos, Gasóleos)



Clase IIIB.- Son líquidos con punto de inflamación de 93 °C y mayores (Asfaltos y Residuos)

Los líquidos inflamables son cualquier líquido con punto de inflamación menor a 37.8°C, con una presión de vapor no mayor que 2.8 kg/cm² abs. (2068 mm de Hg) a esa temperatura (clase I NFPA)

Los líquidos combustibles son cualquier líquido con punto de inflamación de 60°C o mayor (clases II y III NFPA)

La presión de vapor es la ejercida por un líquido volátil contenido en un recipiente cerrado, en el cual al evaporarse parte del líquido, se establece un equilibrio entre las fases líquido –vapor, esta presión puede medirse en lb/plg², kg/cm² o en mm de Hg absolutos, referida a una cierta temperatura (ASTMD 323-82)

La legislación en materia ambiental vigente citada en el marco legal, considera como actividades riesgosas, las que involucren entre otras materiales inflamables como las gasolinas y el diesel,

Por otra parte en el segundo listado de actividades riesgosas publicado el 4 de Mayo de 1992 sobre las actividades asociadas con el manejo de sustancias inflamables y explosivas, incluye a los hidrocarburos con una cantidad de reporte de: 10,000 Barriles. Cantidad que se rebasa en el almacenamiento del centro de trabajo, que es de 49, 381 barriles, lo que nos indica que están incluidos.

Justificación de un Análisis de Riesgos

Dadas las características de los productos que se manejan en una Terminal y la actividad clasificada como de alto riesgo, así como las cantidades que nos indican que en el caso de presentarse un evento no deseado los daños serían de



consecuencias ambientales considerables, por lo que es de suma importancia y justifica el motivo para llevar a cabo un Análisis de Riesgos.

Los antecedentes de accidentes en Terminales de Recibo, Almacenamiento y Distribución de productos refinados del petróleo, indican que los eventos con mayor probabilidad de presentarse serían los derrames, fugas e incendio, este tipo de accidentes han ocasionado desgracias lamentables que han derivado tanto en pérdidas de la vida, daños a la salud, daños a la propiedad, y contaminación al ambiente; uno de los casos más recientes ocurrió en el mes de septiembre de 1996, en el que se presentó una contingencia de incendio en las instalaciones de la terminal de almacenamiento y distribución de San Juan Ixhuatepec, en el municipio de Tlalnepantla Estado de México, en donde se presentó un derrame en un tanque de almacenamiento de producto PEMEX Magna con capacidad de 50 mil bls, debido a la fractura de la válvula de una línea de inyección sub-superficial de espuma contraincendio, ubicada en la parte media inferior del tanque, en este incidente ocurrió una incorrecta comunicación entre el personal de esa terminal quienes reportaron el incidente algunas horas después de lo ocurrido, almacenándose el producto en el dique de contención, sobrepasando los límites de vapores en la atmósfera, formándose una mezcla EXPLOSIVA de aire vapor que posteriormente, debido a un vehículo de contraincendio que no contaba con disipador de cargas estáticas, generó una chispa que provocó la ignición del producto, teniendo un desenlace de proporciones extremas, afectando la integridad física de varias personas, perdiendo la vida un trabajador de esa terminal y el Comandante de la estación de Bomberos Tlalnepantla.

Lo anterior es sólo un ejemplo en el que se puede ver que debe existir una comunicación adecuada entre el personal que labora en estas instalaciones con los ingenieros responsables de área, así como un programa bien definido de toma de decisiones que permita ejecutar acciones correctas y administrar el tiempo de manera eficiente para este tipo de accidentes.



Es necesario que mediante un Análisis de riesgos se identifiquen todas las anomalías que existan y para corregirse en una etapa preventiva para no llegar al evento descrito, que no hubiese ocurrido si el personal hubiera conocido el funcionamiento y operación de los sistemas contraincendio, así como el respeto a los procedimientos establecidos y las condiciones de seguridad del área de almacenamiento.

El llevar a cabo un análisis de riesgos permitirá plantear planes de emergencia para hacer frente a situaciones de riesgo de diversas magnitudes, que garantizará acciones seguras en un momento crítico.

Los lineamientos que implementa la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales; obliga a elaborar programas de prevención de accidentes, con actividades de alto riesgo lo cual ha dado lugar a que la industria en general aplique métodos y sistemas administrativos para eliminar y reducir riesgos. Dentro de estos sistemas esta contemplado el análisis de riesgo como método para la identificación y cuantificación de riesgos en una Terminal de Recibo, Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos.



CAPÍTULO 2

MARCO JURÍDICO



CAPÍTULO 2

MARCO JURÍDICO

La legislación en materia ambiental y riesgo, para la Terminal de Almacenamiento, Distribución y Recibo de Hidrocarburos se encuentra contenida principalmente en la Ley de equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y derivado de esta se encuentran las Normas Oficiales Mexicanas.

Por otra parte Petróleos Mexicanos establece su propia normatividad para Terminales de Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos, en algunos casos más estricta que la oficial e internacional.

En este capítulo mencionaremos únicamente los requerimientos legales en materia de riesgo

2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

En la fracción II del artículo 28 de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente(1988) hace referencia a que la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales establezca las condiciones a que se sujetará la realización de obras ó actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Lo que hace que la regulación de las actividades consideradas como altamente riesgosas por la magnitud o gravedad de los efectos que puedan generar en el equilibrio ecológico sean tratadas como asuntos de competencia general de la nación o de interés de la federación



Para la determinación de estas actividades se empleo el criterio de que la acción o conjunto de acciones, ya sea de origen natural o antropogénico, que están asociadas con el manejo de sustancias tóxicas, reactivas, radiactivas, corrosivas o biológicas en cantidades tales que en caso de producirse una liberación, fuga o derrame de las mismas, o bien una explosión, ocasionan una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

Artículo 146.- La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales previa opinión de las Secretarías de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Gobernación y del Trabajo y Previsión Social, conforme al Reglamento que para tal efecto se expida, establecerá la clasificación de las actividades que deban considerarse altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento.

Artículo 147.- La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior.

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la SEMARNAT un **estudio de riesgo ambiental**, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los **programas para la prevención de accidentes** en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos



Acuerdos

Como consecuencia del artículo 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se publicaron los listados de actividades consideradas altamente riesgosas de los cuales tenemos el “Acuerdo por el que las secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los Artículos 5 Fracción x y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el segundo listado de actividades altamente riesgosas”

Artículo 2º - Se considerará como actividad altamente riesgosa, el manejo de sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a la cantidad de reporte

Artículo 3º - Para los efectos de este acuerdo se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Cantidad de reporte: cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o existente en una instalación o medio de transporte dados, que al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

Sustancia Peligrosa: Aquella que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radiactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.



Sustancia inflamable: Aquella que es capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una chispa.

Sustancia explosiva: Aquella que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía, genera una gran cantidad de calor y energía de presión en forma casi instantánea.

Artículo 4º - Las actividades asociadas con el manejo de sustancias inflamables y explosivas que deben considerarse altamente riesgosas son la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso y disposición final de las sustancias que a continuación se indican, cuando se manejen cantidades iguales o superiores a las cantidades de reportes siguiente:

IX. Cantidad de reporte: a partir de 10,000 Barriles.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido.

GASOLINAS (1)

KEROSENAS INCLUYE NAFTAS Y DIAFANO (1)

2.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

CAPÍTULO II. De las Obras o Actividades que requieren autorización en Materia de Impacto Ambiental y de las excepciones

Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:



D) Industria Petrolera:

IV. Construcción de centros de almacenamiento o distribución de hidrocarburos que prevean actividades altamente riesgosas;

Artículo 17o.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

- I. La manifestación de impacto ambiental;
- II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y
- III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.

Artículo 18.- El estudio de riesgo a que se refiere el artículo anterior, consistirá en incorporar a la manifestación de impacto ambiental la siguiente información:

- I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto;
- II. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y
- III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.

2.3 Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad y Operación para las Actividades Altamente Riesgosas

NORMA Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. Emitida por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social



7.1 El estudio para analizar el riesgo potencial debe realizarse tomando en consideración lo siguiente:

- a) las características de los procesos de trabajo;
- b) las propiedades físicas, químicas y toxicológicas de las sustancias químicas peligrosas;
- c) el grado y tipo de riesgo de las sustancias, conforme a lo establecido en la NOM-114-STPS-1994;
- d) las actividades peligrosas y los trabajos en espacios confinados,
- e) las zonas de riesgo del centro de trabajo y el número de trabajadores expuestos en cada zona.

5.2 Elaborar y mantener actualizado, en cuanto a los cambios de procesos o sustancias químicas peligrosas presentes en el centro de trabajo, un estudio para analizar los riesgos potenciales de sustancias químicas peligrosas conforme a lo establecido en el apartado 7.1.

2.4 Normas Internas de Petróleos Mexicanos que aplican a las instalaciones de la Terminal de Almacenamiento y Distribución Barranca del Muerto.

300-50000-MAC-01 Manual de Metodologías para el Desarrollo y Actualización de Análisis de Riesgos

300-50000-PGA-28 Procedimiento para realizar Análisis de Riesgos



CAPÍTULO 3

ANÁLISIS

DE RIESGO



CAPÍTULO 3

El estudio de riesgos tienen como objetivo contar con la información mínima y suficiente para identificar y evaluar en cada una de las fases que comprende el proyecto las actividades riesgosas, y con ello poder incorporar medidas de seguridad tendientes a evitar o minimizar los efectos potenciales a su entorno en caso de accidente. El nivel de estudio dependerá de la complejidad de los procesos industriales desarrollados o a desarrollar por la industria.

3.1 DEFINICIONES

Para introducirnos al análisis de riesgos se hace necesario primero establecer una serie de definiciones entre las que destacan las siguientes;

ANÁLISIS DE RIESGOS

En la literatura se encontraron las siguientes:

- Es un enfoque sistemático y organizado (incluyendo documentación) para identificar riesgos de tal manera que las medidas de control puedan ser desarrolladas para disminuir la frecuencia de incidentes o disminuir las consecuencias en el caso de incidentes-accidentes.
- Es el potencial de consecuencias negativas no deseadas de un evento o actividad (Rowe 1977).
- Una medida de la probabilidad y severidad de efectos adversos (Lowrance, 1976).



- Es la posibilidad de un resultado negativo. Para medir el riesgo se deben medir ambos componentes que lo definen: la probabilidad y la negatividad (Rescher, 1983).
- La estimación de riesgo usualmente se basa en el resultado esperado de la probabilidad condicional de las veces de ocurrencia de un evento por las consecuencias del evento dado que ha ocurrido (Grant, 1987).
- Es cualquier resultado no esperado o no intentado de una decisión o curso de acción (Whanton, 1992).
- Es la medida de peligro, combinando una medición de la probabilidad de ocurrencia de un evento indeseable con una medida de sus efectos y consecuencias (Villeneur, 1992).
- "Un riesgo industrial es la probabilidad anual de que ocurra un siniestro debido a eventos anormales y que pueden causar daños personales, materiales y al medio ambiente."

RIESGO

Riesgo es la posibilidad de presentación de un evento probabilístico que origine daños a la salud o al entorno.

Riesgo es la posibilidad de sufrir daño o pérdida y esta posibilidad ocurre en cualquier actividad humana.



Es una magnitud que mide el grado de exposición al peligro asociada a una fase determinada de la vida del sistema y que caracteriza un evento indeseable a través de los parámetros probabilidad y consecuencia.

La manera más clásica de definir riesgo es:

$$\text{Riesgo} = [\text{probabilidad}] \times [\text{consecuencias}]$$

Dada la importancia de los términos manejados en un análisis de riesgos es importante hacer la diferenciación entre riesgo y peligro.

PELIGRO

Se utiliza para designar una condición física ó química que puede causar daños a las personas, al medio ambiente o a la propiedad. En otras palabras es una característica intrínseca de un material, objeto o fenómeno.

Es conveniente señalar que en el uso cotidiano del idioma español, estas palabras son intercambiadas fácilmente y por lo tanto, su empleo no siempre se ajusta a las definiciones anteriores así con frecuencia se menciona que existe un peligro elevado”, cuando en realidad lo que se quiere decir es que “el nivel de riesgo es elevado”.

INCIDENTE

Incidente es un acontecimiento no deseado, que bajo circunstancias un poco diferentes, pudo haber originado daños materiales o físicos al entorno.



ACCIDENTE

De acuerdo a la Ley Federal del Trabajo es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata, posterior o la muerte producida repentinamente en el ejercicio o con motivo del trabajo, cualesquiera que sea el lugar y el tiempo en que se presente.

Accidente Industrial es un acontecimiento indeseado, no planeado que altera el desarrollo normal de las actividades y por resultado daño físico a las personas o perjuicios a las empresas; ya sea que cause daños materiales, pérdida de insumos, de producto o de tiempo de operación, daños al entorno.

La clasificación de accidentes puede ser de la siguiente manera

A C C I D E N T E	Naturales	- Terremoto - Huracán - Erupción	
	Antropogénicos	- Explosión - Fuga Tóxica - Incendio - Derrame	Contaminación

Tabla 1. Clasificación de accidentes

3.2 CLASIFICACIÓN DE RIESGOS

Otro aspecto importante para llevar a cabo un análisis de riesgos es el clasificarlos, a continuación se presenta la siguiente clasificación que contempla a la generalidad de éstos:

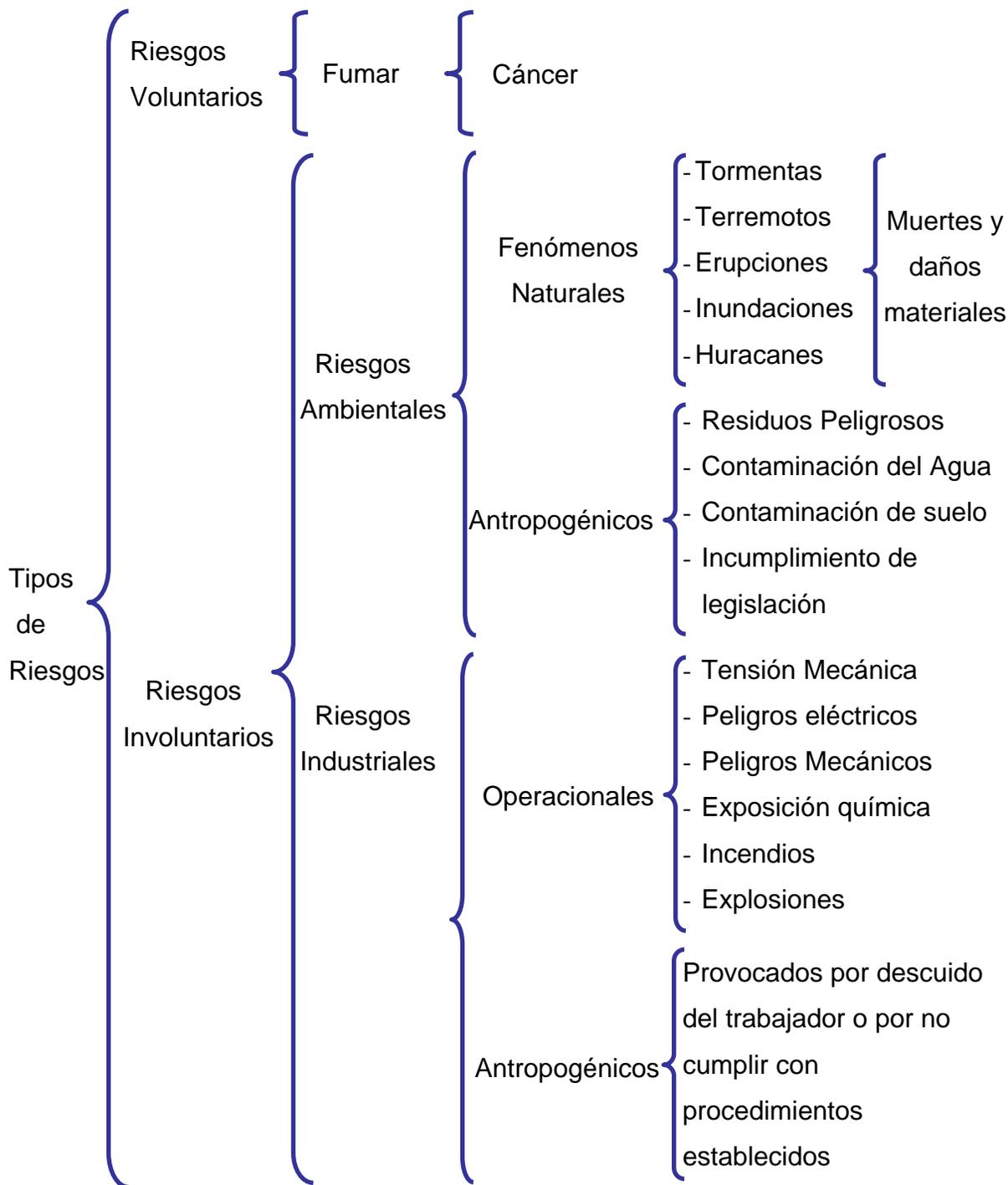


Fig. 5 Clasificación de Riesgos



3.3 ETAPAS DE UN ANALISIS RIESGOS

Un estudio de riesgo permitirá identificar y establecer en este caso en el que se manejan hidrocarburos.

- Características de los materiales
- La probabilidad de que ocurran accidentes por fuga, derrame, incendio, y explosión.
- Los radios de afectación
- La severidad de la afectación en la instalación;
- Las medidas de seguridad a implantar para prevenir que ocurran los eventos identificados, así como minimizar sus daños;
- El programa de Emergencia Interno para atender aquellos eventos identificados.

El análisis de riesgo se realiza aplicando en primera instancia el sentido común, preguntando lo siguiente:

- A. ¿Existen riesgos reales y potenciales?
- B.- ¿Cuales son?
- C.- ¿Son aceptables?, si no es así,
- D. ¿Como se pueden eliminar o reducir?

Posteriormente en forma estructurada aplicando técnicas

Un análisis de riesgos es como se menciona anteriormente un método sistematizado que podemos resumir en las siguientes etapas

- A. Identificación de riesgos



- B. Jerarquización de riesgos
- C. Evaluación de riesgos
- D. Control y mitigación de los riesgos

A. Identificación de riesgos

Es importante contemplar un análisis interno y externo.

En el primero se contemplará la identificación de los riesgos propios del proceso y el segundo considerará la identificación de aquellos riesgos que nada tienen que ver con el proceso u actividad del sistema analizado, pero que sin embargo pueden causar daños considerables al mismo, por ejemplo industrias vecinas, fenómenos naturales, atentados. La importancia de la identificación de estos eventos es de que éstos no son tangibles ni medibles, pero si podemos tener medidas de mitigación.

Ambos análisis se contemplan en el:

Reconocimiento de la vulnerabilidad de la instalación

- Características de los materiales
- Tecnología
- Ubicación (Colindancias y características)
- Recursos humanos

En esta etapa se debe tener una descripción detallada de las características de los procesos, los materiales utilizados su ubicación y entorno del sitio, proyecto, instalación o empresa analizada, para la identificación primaria de la existencia de posibles riesgos, asumiendo que su actividad es clasificada como de riesgo, en esta etapa se debe contar con planos del proyecto y de tratarse de una instalación en



funcionamiento se debe contar con planos actualizados y cambios u modificaciones que haya sufrido el proyecto original.

Evaluación y selección de la metodología de análisis

- ¿Que pasa si...?
- Hazop
- Lista de verificación
- Tormenta de ideas etc.

Identificación de los riesgos

Identificación de eventos que puedan conducir a pérdidas o problemas de operación.

B. Jerarquización de Riesgos

Una vez identificados los riesgos, estos se jerarquizarán de acuerdo a ponderaciones basadas en la magnitud de sus daños, frecuencia y severidad

- Índice Dow
- Índice ICI
- Árbol de fallas
- Etc.

C. Evaluación de riesgos

Evaluar la magnitud de los eventos de mayor importancia conforme a la jerarquización anterior y cuantificar sus consecuencias por:



- Dispersión
- Fugas
- Explosiones
- Fuego

Para la evaluación cuantitativa de los riesgos existen modelos fisicoquímicos y matemáticos que nos permiten evaluar y simular las consecuencias que ocasionarían los posibles eventos identificados.

Entre los modelos que actualmente se utilizan para la evaluación de riesgos, son los siguientes:

PHAST

TRACE

SCRI

ARCHIE

SPILL

ALOHA TSCREEN

En capítulos posteriores mencionaremos cual es el fundamento de algunos de estos modelos

D. Control y Mitigación de los riesgos

Establecer las medidas preventivas necesarias para eliminar o minimizar el riesgo hasta el grado de aceptación del mismo.

- Eliminación



- Reducción
- Transferencia
- Aceptación

Después de tener la información anterior se debe contemplar elaborar un programa para la atención de las anomalías detectadas (riesgos) en el cual se establezcan compromisos y tiempos de cumplimiento, y una actualización del análisis de riesgos en un tiempo establecido por norma o por los cambios que sufra el sitio, empresa u elemento analizado.

Es requisito legal desarrollar un estudio de riesgos para las actividades consideradas altamente riesgosas como se menciona en el capítulo 1, cuya complejidad esta en función de la actividad propia de la instalación

3.4 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO

La SERMARNAT presenta un flujograma de requerimiento de información para el estudio de riesgo. Este flujograma ejemplifica el seguimiento de un estudio de riesgo desde el (1) requerimiento de información (2) clasificación del nivel de riesgo correspondiente. (El Instituto Nacional de Ecología (INE) emite un diagrama con el cual se define el nivel de información requerida para la evaluación de riesgo de cualquier proyecto desde sus inicio, o ya establecido), (3) alternativas, para el reporte de estudio de riesgo ante la autoridad (4) medidas correctivas.

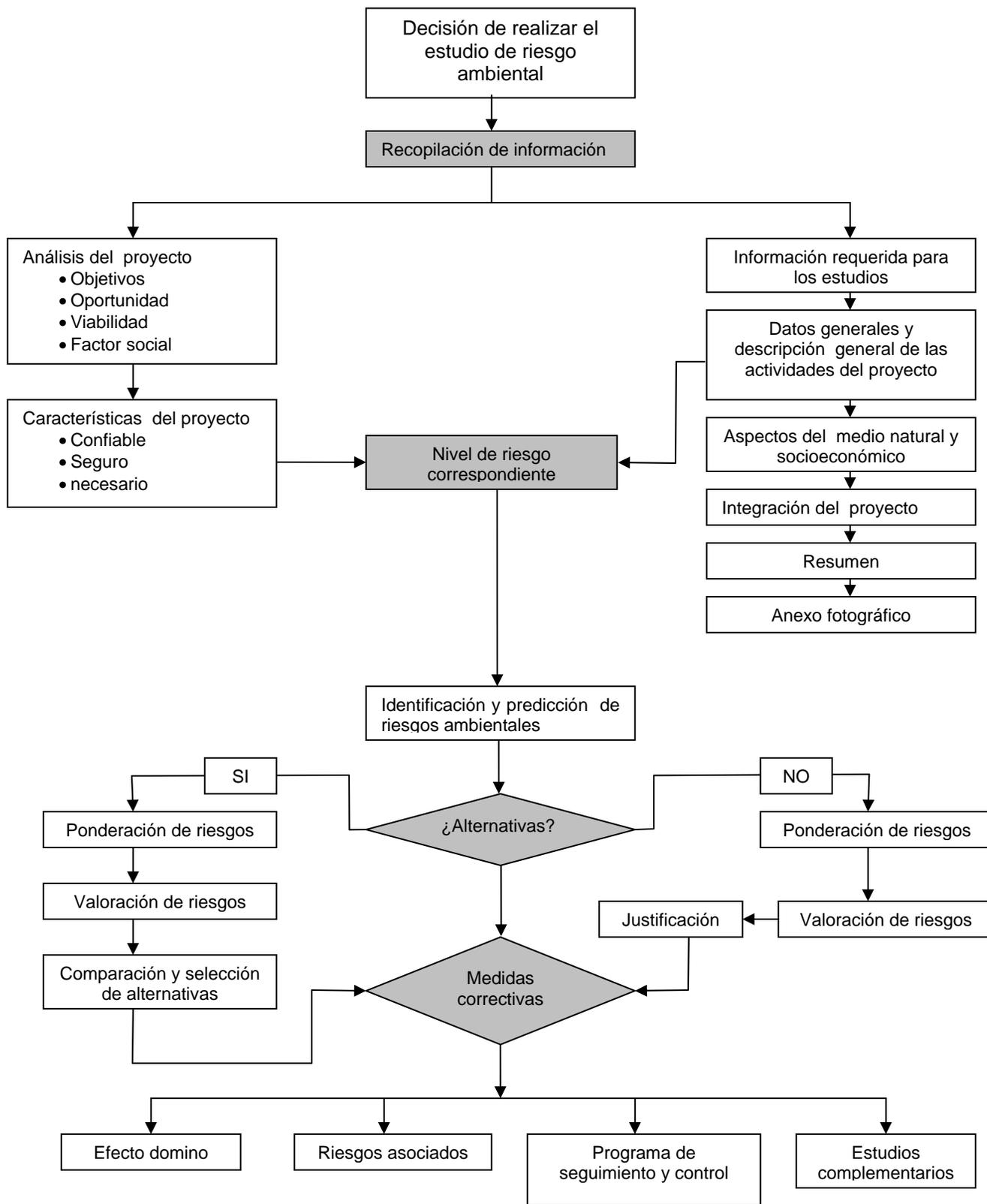


Fig.6 Flujograma de Requerimientos de Información

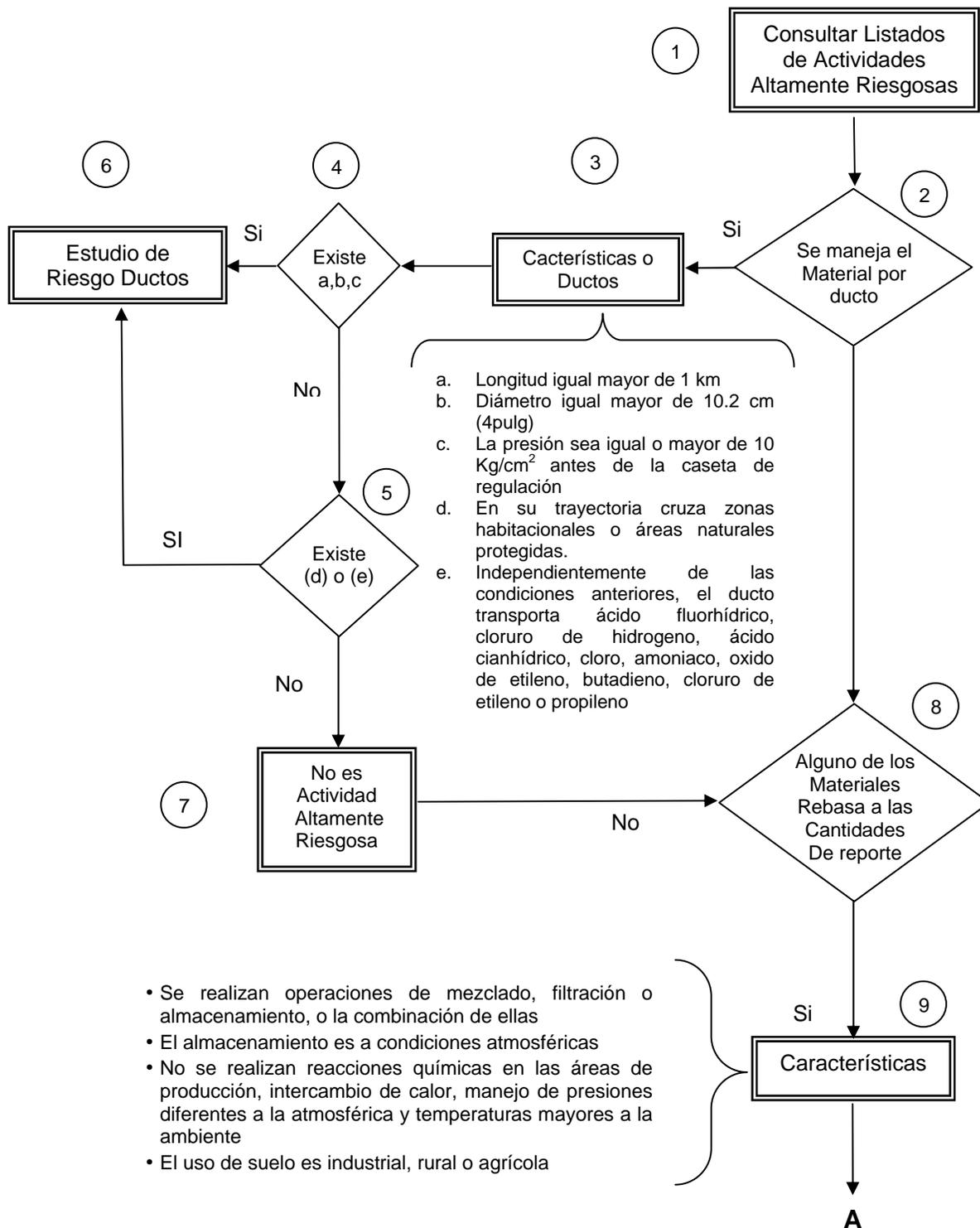


Fig. 7 Diagrama de Nivel de Estudios de Riesgo de Una Terminal de Almacenamiento y Distribución

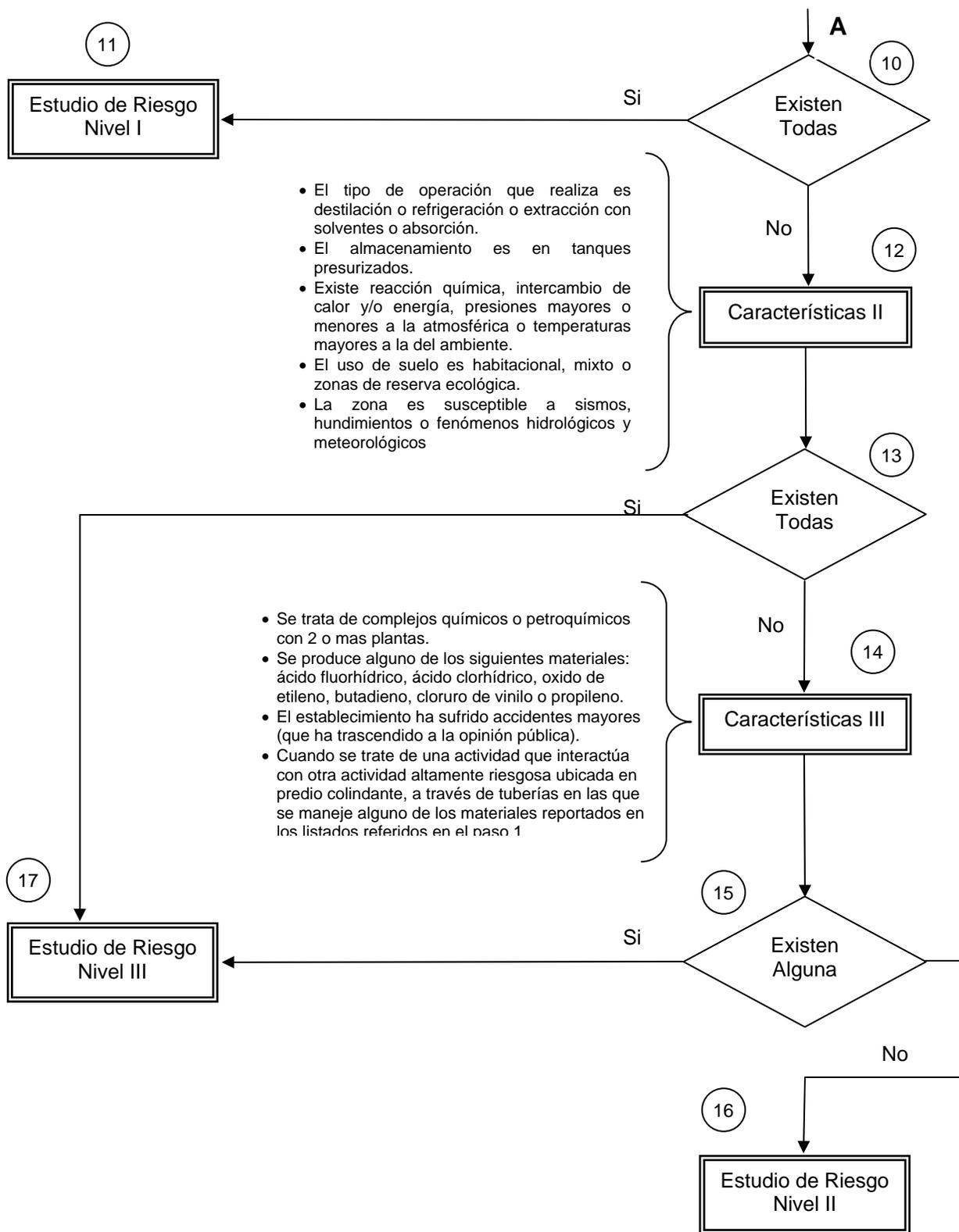


Fig. 7. Continuación. Diagrama del Nivel de Estudios de Riesgo



3.5 METODOLOGÍAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Para llevar a cabo la primera etapa de un análisis de riesgos referente a la identificación de estos, se aplican diferentes métodos, la selección de estos depende del nivel de estudio de riesgo y el tiempo que se requiera invertir.

Algunos de los métodos para la identificación de riesgos se listan a continuación:

- Lista de Verificación
- Análisis de Modo, Falla y Efecto (AMFE)
- HAZOP
- Árbol de Fallas
- Índice DOW
- Índice MOND

3.5.1 CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Los métodos de identificación de riesgos se clasifican en las siguientes tres categorías.

- **Índices de Riesgo**
- **Métodos Comparativos**
- **Métodos Generalizados**

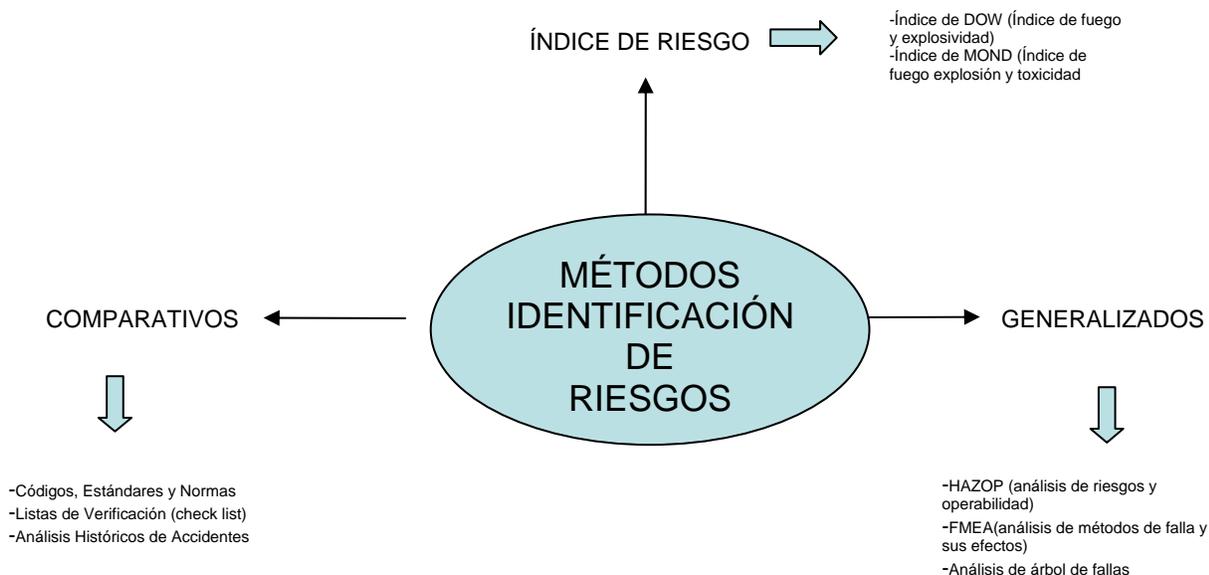


Fig. 8 Clasificación de métodos de identificación de riesgos

Otros autores lo clasifican en métodos basados en la experiencia, métodos analíticos y métodos creativos, y se incluyen todas las metodologías que a continuación describiremos

3.5.1.1 MÉTODOS COMPARATIVOS.

Los métodos comparativos se basan en la experiencia industrial acumulada de varios años de las personas involucradas directamente con los procesos en determinadas áreas.



3.5.1.1.1 Códigos, Estándares y Normas

Los códigos, los estándares y las normas los hacen personas especializadas en un área determinada, basándose en los análisis de accidentes y buenas prácticas y en la experiencia acumulada a través de los años de los especialistas de todo el mundo.

Los códigos, estándares y las normas, son técnicas comparativas de identificación de riesgos que se usan para evaluar la seguridad de una planta de proceso; la mayoría de las refinerías y petroquímicas han elaborado manuales y procedimientos que indican como diseñar, fabricar, distribuir, instalar, operar, modificar y desmantelar los equipos de proceso.

Estos manuales y procedimientos deben cumplir siempre con la legislación local y nacional GPASI, y con los estándares de las distintas ramas de ingeniería en forma de códigos y normas (ASME, ASTM, API, NFPA, TEMA, entre otros)

La secuencia que se debe seguir al aplicar esta técnica es la siguiente:

- a) Consultar los procedimientos Internos que estén disponibles.
- b) Consultar los códigos estándares y normas de ingeniería para la evaluación y confiabilidad del diseño y/o estudio aplicado.
- c) Si se detectan diferencias con respecto a los requerimientos documentados, investigar las razones por las cuales no se siguieron los procedimientos usuales y establecer medidas correctivas si son necesarias.



Muchos de los accidentes en la industria se deben a la realización de modificaciones temporales, cuyo diseño no cumplen con los manuales y procedimientos internos ni con los códigos, estándares y normas requeridos.

A medida que la planta envejece se deben realizar auditorias de seguridad con más frecuencia para conocer el estado de los materiales, instrumentos, procedimientos de operación, equipo de emergencia entre otros comparando su estado con los requerimientos para una planta nueva

3.5.1.1.2 Lista de Verificación

La lista de verificación (check list) es un método comparativo de identificación de riesgos que requiere de la experiencia acumulada por el personal de una organización industrial.

De los estándares de construcción elaborados por el personal con experiencia surgen las listas de verificación

La lista de verificación esta formada por una serie de preguntas acerca de la organización de la planta, su operación su mantenimiento y de otras áreas de interés con el propósito de auto evaluarla:

- a) Confiabilidad del diseño
- b) Su operabilidad
- c) Su mantenimiento
- d) Cumplimiento de la normatividad
- e) Grado de seguridad
- f) Desempeño humano, entre otros



La Lista de verificación es una lista de chequeo que es desarrollada por un grupo multidisciplinario de expertos conformado por ingenieros de:

Operación, Proceso, Mantenimiento, Mecánico, Eléctrico, Civil, Instrumentos, Proyectos, Inspección, Seguridad y Protección Ambiental, entre otros.

La Lista de Verificación puede ser tan detallada como se requiera o sea necesario para satisfacer una situación específica.

Las ventajas de esta metodología son:

- Útil para personas con poca experiencia
- Un recordatorio de comparación
- Información uniforme
- Bajo costo en su desarrollo y aplicación

Las desventajas de esta metodología son:

- Esta limitada a la experiencia de los que desarrollaron la lista
- Requiere actualización constante
- No es efectiva para riesgos complejos en nuevas instalaciones o procesos

3.5.1.1.3 Análisis Históricos de Accidentes

Los análisis históricos de accidentes, usan la información que se tiene disponible de los accidentes ocurridos ya sea en la propia planta o en otras similares. Los peligros identificados durante el análisis del accidente son reales, siendo esto su principal ventaja y a la vez su principal desventaja, debido a que durante el análisis del accidente se toman en cuenta solo las causas que lo provocaron y no se consideran todas las posibilidades importantes que pudieron haberlo materializado, además la información disponible sobre un accidente es limitada, ya



que estos, en muchos de los casos se registran incompletamente o bien no se registran.

Muchos de los riesgos potenciales que estuvieron presentes en el medio ambiente en que se presentó el accidente no se toman en cuenta y precisamente estos riesgos ignorados pueden causar nuevos accidentes de consecuencias catastróficas.

Aun con sus desventajas el análisis histórico de accidentes es útil porque identifica peligros concretos que permiten a las plantas iniciar un análisis de riesgo mas profundo para tomar la decisión con base a su probabilidad de ocurrencia y su magnitud de daño, de aceptarlo o no.

3.5.1.2 ÍNDICES DE RIESGO

Los Índices de Riesgos no identifican precisamente peligros específicos, más bien son útiles para señalar las áreas de mayor concentración de riesgos, es decir, establecen una Jerarquización y estimación de riesgos por áreas grandes de la planta ó instalaciones que son más susceptibles de presentar incendios, explosiones, toxicidad.

3.5.1.2.1 El Índice DOW para fuego y explosión

El índice DOW es un método que sirve para evaluar cualquier operación donde se almacene, maneje o procese un material inflamable, combustible o reactivo y calcula el grado (índice numérico) de exposición al riesgo de la unidad evaluada, el área de exposición que la rodea y el daño máximo posible a la propiedad.

El índice de DOW (índice de fuego y explosión) proporciona un método directo y relativamente simple de estimar el riesgo global asociado con una unidad de proceso y de jerarquizar las unidades en cuanto a su nivel general de riesgo, no se



utiliza para señalar riesgos individuales sino que proporciona un valor numérico que permite identificar áreas en las que el riesgo potencial alcanza un nivel determinado.

Los resultados de esta técnica se basan en índices de riesgo y son semicuantitativos en cuanto al ranking y cualitativos en cuanto a las deficiencias de la unidad y tipología de los accidentes.

La aplicación de esta técnica requiere de conocimientos precisos de las condiciones de operación, además de conocer perfectamente los gráficos, tablas e información disponible.

Conceptos Básicos:

Para la aplicación de esta técnica de análisis de riesgo, se requiere una descripción completa del proceso y conocimiento de la disposición y arreglo del equipo, con el fin de dividir el proceso en secciones.

El índice DOW se aplica a aquellas secciones donde existe un gran impacto en el riesgo de incendio o explosión de acuerdo al material existente, sus reacciones o condiciones de operación.

Con ello se determina el área más grande de explosión y se evalúan los costos y días máximos fuera de operación.

Factor Material:

El factor material es una medida de la intensidad de energía liberada por un compuesto químico o mezcla, que es el punto de partida para el cálculo del índice DOW. El factor material es un número entre 1 y 40 que depende de las características físicas y químicas del compuesto (NFPA-49 y 235M).



3.5.1.2.2 Índice MOND para Fuego, Explosión y Toxicidad

El índice de MOND es un método que se basa en la peligrosidad de los productos y en el carácter crítico de los procesos en función de sus antecedentes de operación en instalaciones similares.

El índice de MOND permite obtener índices numéricos de riesgos para cada sección de las instalaciones industriales en función de las características de las sustancias manejadas, de su cantidad, del tipo de proceso y de las condiciones específicas de operación.

El índice MOND es frecuentemente usado durante las etapas de diseño de las instalaciones, así como durante el tiempo de vida ó de operación de una instalación y realización de cambios mayores al proceso.

El índice MOND se utiliza para determinar los niveles de Riesgo para fuego, explosión y toxicidad

Ventajas de esta metodología:

- Amplia gama de matrices a considerar.
- Amplio rango de procesos.
- Rápido y fácil de usar.
- Estima el valor de las pérdidas en el área de estudio.
- Identifica las secciones de mayor rango

Desventajas de esta metodología:

- Se debe seleccionar en base a la cantidad de los materiales presentes, las condiciones de operación y tipo de proceso.
- La toxicidad es considerada sólo como un factor de complicación



Principio de análisis

Conceptos Básicos:

Para la aplicación de ésta técnica de análisis de riesgo, se requiere conocimiento amplio del proceso, del equipo y arreglo del equipo involucrado, con el fin de poder determinar secciones de estudio.

Para cada sección se deben conocer las sustancias manejadas para poder escoger el material clave, que represente el mayor riesgo.

Factor Material:

Se define como una medida del fuego, explosión o energía potencial liberada por el material clave, el valor del factor depende de la naturaleza del material clave.

Riesgos Especiales del Material:

Los riesgos especiales son factores que se determinan por las circunstancias de uso de material clave en la sección particular que se este estudiando y no por sus propiedades, obteniendo finalmente una suma de dichos factores.

Riesgos Generales del Proceso:

Se determinan en función del tipo de proceso y se tiene como resultado la suma de los factores

Riesgos Especiales del Proceso:

Se obtiene de la suma de los factores calculados en función de las condiciones de operación del proceso, almacenamiento, transporte, entre otros, que intensifiquen el riesgo total sobre la clasificación determinada por las características del material clave y del proceso operación básica de que se trate, siendo de la mayor importancia hacer una estimación correcta de las medidas de control y protección con que esta desarrollando la ingeniería de detalle y la misma construcción.



Riesgos de Cantidad:

En este punto se asigna un factor para los riesgos relacionados con el uso de grandes cantidades de combustibles inflamables, explosivos o materiales que puedan descomponerse.

Riesgos por el Arreglo de Equipo:

Considerar un riesgo adicional por las características de los equipos en arreglo del diseño estructural.

Riesgos por Toxicidad:

Se toma como evento el grado de toxicidad del material clave como un factor de riesgo adicional.

Disminución del Riesgo por Medidas de Seguridad:

Se considera factores por el uso de contenedores, por el control de proceso, por actitud de seguridad, protección contra incendio, aislamiento y combate contraincendios.

3.5.1.3 MÉTODOS GENERALIZADOS

Los Métodos Generalizados son métodos formales estructurados y orientados a la toma de decisiones oportunas para la eliminación o reducción de los riesgos de manera efectiva, garantizan la identificación de todos los riesgos, reales y potenciales, existentes en las unidades operativas.



3.5.1.3.1 Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP)

Un HAZOP involucra un examen metódico y sistemático de los documentos de diseño que describen las instalaciones. El estudio se lleva a cabo por un grupo multidisciplinario que identifica los problemas de riesgo en el proceso que pueden causar un accidente. Las desviaciones del valor de diseño o los parámetros clave son estudiados usando palabras guía para controlar la evaluación del examen. Esto supone que los valores de diseño de los flujos, temperaturas, presiones, concentraciones y otros procesos variables son inherentemente seguros y operables.

La aplicación de esta técnica es utilizada generalmente durante:

- El diseño de un proyecto
- Durante la instalación de una industria
- En la operación de instalaciones existentes.
- Cuando se realizan cambios mayores en los procesos.

Las ventajas que representa esta metodología son las siguientes:

- Incluye múltiples puntos de vista.
- En forma estructurada se identifican mayor número de problemas con una visión de grupo.
- Toma en cuenta el error humano.
- Analiza a detalle el sistema.
- En general permite identificar entre 90 y el 99% los riesgos existentes, pero sin ser todos reales.

Las desventajas que representa esta metodología son las siguientes:



- El éxito o fracaso depende de la exactitud y actualización de la información, diagramas y habilidad del grupo.
- Es un método muy cansado, se requiere en teoría para un nuevo proyecto de 6 meses con sesiones de 40 horas semanales.
- No indica las interacciones entre nodos o secciones del sistema

Principio de análisis

Conceptos Básicos.

El procedimiento de análisis requiere de una descripción completa del proceso y cuestiona cada una de sus partes para descubrir que desviaciones del propósito original (por el cual fueron diseñados), pueden ocurrir y determinar cuáles de estas desviaciones dan lugar a riesgos al proceso ó al personal.

Este cuestionamiento se enfoca a cada una de las partes del proceso y a cada uno de los componentes de dichas partes del proceso. Estos componentes se analizan sujetándolos a una serie de preguntas formuladas alrededor de unas "PALABRAS GUÍA". Estas "palabras guía" se establecen para asegurar que las preguntas, cuyo fin es probar la integridad de cada una de las partes del proceso, y exploren todas las posibilidades de diseño. Esto conduce a obtener un número de desviaciones teóricas, cada una de las cuales se estudia para determinar cómo puede ser causada y cuáles serían sus condiciones y consecuencias potenciales.

Siete Palabras Guía (HAZOP)

Por medio de siete Palabras Guía, se formularán preguntas para probar si la intención de diseño de un componente del proceso, se lleva a cabo en todo momento ó puede existir una desviación bajo alguna circunstancia determinada.



Tabla 2. Palabras Guía (HAZOP)

Palabras Guía	Significado	Aplicación
No	La completa negación de la intención	No se realiza la intención del diseño, ni parte de ella, pero no sucede otra cosa
Mas o Menos	Incremento o disminución cuantitativa	Se refiere tanto a cantidades como a propiedades. Tanto a cantidad de flujo ó temperatura como calor o reactividad, entre otros
Además De	Incremento cualitativo	Todas las intenciones de Diseño y operación se llevan a cabo, además de otra actividad no deseada
Parte De	Disminución cualitativa	Solo se llevan a cabo ciertas intenciones de diseño mientras que otras no
Inverso	La intención lógica opuesta	Aplican principalmente a actividades, por ejemplo, retroceso de flujo o reacción reversible. también sustancias como "veneno" en lugar de "antídoto" o "ácido" en vez de "álcali"
Distinto	Sustitución completa de la intención	No se lleva a cabo ninguna parte de la intención, pero ocurre algo diferente

Uso de la hoja de trabajo.

La hoja de trabajo utilizada para este análisis, es una herramienta necesaria para seguir un proceso lógico en el estudio y será útil posteriormente como documento de referencia de uso práctico. Consta de once columnas que se llenaran durante el estudio proporcionando las bases para la detección de los riesgos, su magnitud,



sus posibilidades de detección y control oportunos y las acciones necesarias para su minimización y prevención.

El método se desarrolla dividiendo el proceso en secciones, de las cuales se identifican sus principales componentes: líneas de materias primas, de productos, sistemas de combustión, de enfriamiento.

El análisis se efectúa individualmente sobre cada uno de los componentes ó parámetros, suponiendo fallas de su función original, por ejemplo, línea de alimentación de materia prima al reactor bloqueada; se investiga si la falla puede ocurrir y cuales serían sus causas, su posible frecuencia y finalmente, los efectos peligrosos que esta falla puede ocasionar la unidad de proceso.

Este análisis se hace suponiendo que no existe ningún sistema ó dispositivo de protección o control, de manera que la mente del grupo de análisis se condicione para apreciar la totalidad de potencial de perdida o de riesgo que puede existir.

Se evalúa entonces la magnitud de los efectos encontrados y se empieza a explorar que métodos de detección existen y deben existir para conocer oportunamente la aparición de la falla del componente ó en ultimo caso, de sus efectos y además que dispositivos existen ahora y cual es necesario contar para contrarrestar dicha falla, tales sistemas de “interlock”, sistema de paro automático, procedimientos de operación, planes de emergencia, entre otros. En este punto, es donde se puede determinar si los sistemas de protección existentes son eficientes.



Palabras Guía. (Definición)

Palabra de referencia para formular preguntas encaminadas a probar si la intención del diseño de un componente ó parámetro del proceso se lleva a cabo en todo el momento.

Componente o parámetro.-

Es la pieza del equipo por analizar, ejemplos: cambiadores de calor, reactores, torres, entre otros incluyendo además, líneas de instrumentación de control, válvulas de bloqueo, bombas.

Falla ó desviación.-

Es la desviación de la intención original del componente, la cual se encuentra aplicando las palabras guía.

Causas.-

Son las razones por la que la falla ocurre. Una vez que se ha determinado que la falla puede tener causas plausibles, debe considerarse a este como algo de suma importancia. Mientras mayor número de causas puedan encontrarse, debe considerarse una mayor posibilidad de ocurrencia de la falla y se debe dar mayor atención.

Frecuencia.-

Es el número de veces que espera se repita u ocurra una falla. Esta frecuencia será equivalente a la frecuencia mayor de cualquiera de las causas de una falla y generalmente se fija como incidencia por año.

Determinar una frecuencia tiene dos propósitos:

- a) Conocer acerca de ella, ayuda a evaluar la importancia de la falla



- b) Es de gran valor contar con toda la información interna relativa a la confiabilidad del equipo de proceso.

Tabla 3. Determinación de frecuencias

Probabilidad	Frecuencia
10^{-0}	Inminente (puede ocurrir en cualquier momento)
10^{-1}	Muy probable (ha ocurrido o puede ocurrir un año)
10^{-3}	Probable ha ocurrido o puede ocurrir varias veces al año.
10^{-5}	Poco probable (se ha presentado en 5 años).
10^{-7}	Improbable (no se ha presentado en diez años)
10^{-9}	No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo

Efectos Peligrosos.-

Son los resultados que aparecerán en la unidad a consecuencia de la falla. Debido al propósito primordial de este análisis, estaremos específicamente interesados en aquellos efectos que representen un riesgo.

Como se mencionó anteriormente debido a que el objetivo es en primer término determinar el potencial de riesgo se entiende que el efecto de una falla en el componente debe ser evaluado sin la intervención de ninguna protección o interlock existentes. Una vez que se tenga una apreciación completa de todo el potencial de riesgo, será posible evaluar con mayor precisión que importancia tienen nuestras protecciones e interlocks y que tan críticos son para el proceso.



Clase de Riesgo.-

Es la gravedad relativa de un efecto peligroso. Esta determinación dará las bases para el establecimiento de prioridades

Las clases de riesgo se han dividido en cuatro y se deberán aplicar sin tomar en cuenta los beneficios de los sistemas de protección existentes.

Clase I.- Insignificante

La falla del componente no dará resultados de riesgo de importancia en el proceso. No habrá daño de equipo ni exposición al personal.

Clase II.- Marginal

La falla del componente ocasionará fallas menores del sistema, que pueden ser contabilizadas. No habrá riesgos de lesión al personal y el daño del equipo se limitará a desgaste excesivo, producto fuera de especificaciones y un daño total no mayor a 50 Millones de pesos.

Clase III.- Crítico

La falla del componente provocará daños al sistema que requieran acciones correctivas inmediatas para supervivencia del personal y/o de la unidad. Existe casi la certeza de que el personal será lesionado o recibirá una exposición tóxica; ó bien habrá daños significativos en el equipo y paro de la unidad, o bien, habrá reclamación económica a la Cía. de seguros

Clase IV.- Catastrófico

La falla del componente dará como resultado una pérdida mayor en el sistema y lesiones al personal. Conceptualmente, estas fallas son las que al menos inicialmente, parecen no tener medios de prevención y sus efectos caen de cualquiera de los dos siguientes grupos:



- a) El potencial es el de una pérdida mayor de equipo. El personal del área será afectado seriamente.
- b) Existe potencial para afectar propiedades ajenas a la compañía ó a personas fuera de sus límites de propiedad. (esta categoría se considera importante ya que sus efectos posteriores hacia la compañía son desconocidos ó limitados)

Medio de detección.-

Son los mecanismos existentes en la unidad que alertarán a alguien (operador, supervisor, entre otros) de que se está presentando la falla del componente o sus efectos.

Respuesta operacional.-

Son los medios operativos existentes para contrarrestar la falla o sus efectos: dispositivos de protección, interlocks, sistemas de paro automático, procedimientos de operación, procedimientos de emergencia, entre otros. En este momento se puede evaluar si los sistemas de protección existentes tienen la efectividad que se requiere.

Acciones adicionales requeridas ó preventivas.-

En esta columna, se pretende establecer un estado de transición entre el reconocimiento del riesgo y las recomendaciones que se emitirán finalmente

Secuencia del análisis.-

Para llevar a cabo el AMFE (análisis de modo falla y efecto) deberá contarse con los siguientes requisitos:



- a) Diagramas y descripción completa del proceso, incluyendo diagrama de flujo, equipo involucrado, instrumentación, características y condiciones del proceso.
- b) Habilidad técnica, comprensión del proceso y perspicacia del grupo de análisis.
- c) Habilidad del grupo de análisis para mantener un sentido de proporción, particularmente al determinar la seriedad de los riesgos identificados.

3.5.1.3.2 Análisis de Árbol de Fallas FTA

El análisis de árbol de fallas (FTA). Es la representación lógica de las secuencias de acontecimientos que pueden conducir a un accidente.

El análisis de árbol de fallas (FTA): calcula la frecuencia ó probabilidad de ocurrencia de un accidente, mediante la identificación de fallas mecánicas y humanas

El FTA es un método estructural y sistemático que utiliza al razonamiento deductivo, diagramas y gráficas para determinar cómo puede ocurrir un evento particular no deseado.

El FTA es una herramienta cualitativa que tiene la capacidad de encontrar los puntos de origen de un accidente dentro de las fallas del equipamiento y el factor humano, lo que nos indica que el análisis de seguridad se debe de enfocar en las medidas preventivas que son necesarias para eliminar las principales causas de los accidentes.

El FTA se utiliza frecuentemente durante las etapas de:

- a) Diseño. Para detectar fallas escondidas
- b) Operación. Para evaluar accidentes potenciales en el sistema y detectar fallas en procedimientos ó en el operador.



Ventajas de esta metodología:

- Es uno de los mejores métodos para encontrar las causas de un evento siguiendo interrelaciones complejas.
- Incorpora el error humano.
- Muestra los efectos aditivos al accidente.

Desventajas:

- Requiere de un conocimiento muy completo del caso de estudio.
- Requiere de entrenamiento para usarlo.
- El árbol puede ser difícil de interpretar ya que diferentes representaciones dan distintos resultados.
- Es costoso ya que requiere de mayor tiempo.
- Esta metodología puede dar resultados cuantitativos si se incluye una asignación de rangos en cuanto a fallas.

Análisis de ¿Qué Pasa Sí? (WHAT-IF)

El análisis de ¿qué pasa si? (WHAT-IF) es un método menos estructurado que el análisis HAZOP; Debido a esta falta de estructuración se requiere de mayor experiencia por parte de las personas que lo aplican ó bien que sea aplicado por un grupo de personas con experiencia en la operación de la unidad de proceso en estudio, ya que de lo contrario se tienen omisiones importantes.

En general el análisis ¿Qué pasa sí?, es un análisis de causa consecuencia, en el que se hacen preguntas de ese tipo para cada operación a fin de detectar los efectos de alguna falla en los equipos o errores en la operación de procesos. Se



elabora un reporte en el que se incluyen sugerencias, medidas correctivas y alternativas, el reporte es enviado a los directivos para su revisión y seguimiento.

El método WHAT-IF no requiere métodos cuantitativos especiales ó una planeación extensiva, ya que utiliza información específica de un proceso para generar una especie de preguntas de lista de verificación

El método WHAT-IF, requiere que un grupo multidisciplinario prepare una lista de preguntas ¿Qué pasa si?, las cuales serán contestadas colectivamente por el grupo de trabajo y resumidas en forma tabular.

El objetivo del método WHAT-IF es el de buscar consecuencias de posibles eventos no deseados.

El método WHAT-IF involucra el examen de cualquier posible desviación de la operación normal de la instalación y sus consecuencias para esto se requieren perfecto conocimiento de las instalaciones y la habilidad para combinar ó sintetizar cualquier posible desviación del diseño básico que pueda llegar a causar algún evento indeseado.

Ventajas:

- Fácil de usar.
- Aplicable al proceso completo ó secciones del mismo.
- Método creativo con una versión de trabajo en equipo.
- Puede usarse en procesos por lote.

Desventajas:

- Fácilmente pasa por alto los riesgos ya que carece de estructura.



- Su efectividad depende de la experiencia del coordinador.
- Requiere de un conocimiento básico de las operaciones de proceso y de los procedimientos.
- Requiere de los diagramas de tubería e instrumentación.
- Se basa en una revisión conceptual.

3.6 DESARROLLO DE LAS TÉCNICAS O METODOLOGÍAS USADAS EN EL ANÁLISIS DE RIESGOS

3.6.1 HAZOP COMO SE DESARROLLA

- * Definición del alcance y los objetivos
- * Selección del equipo de trabajo
- * Actividades de preparación para el estudio
- * Desarrollo práctico del trabajo
- * Actividades de seguimiento
- * Registro de los resultados

- **Definición del alcance y los objetivos**

Se tienen presente los siguientes aspectos:

- Verificar un diseño
- Decidir si se va a construir y donde
- Decidir si se va a cambiar equipo o sistema
- Verificación de los instructivos de operación y mantenimiento
- Mejorar la seguridad de la planta en operación

Se definen los siguientes riesgos que están o pueden estar dentro de la planta:



- Riesgos al personal
- Riesgos a la planta y al equipo
- Riesgos de y hacia la calidad del producto
- Riesgos al público y a la comunidad
- Riesgos al medio ambiente (Ecología)

* **Selección del equipo de trabajo**

Los análisis de Seguridad y Operabilidad serán desarrollados por un grupo multidisciplinario con conocimientos y experiencia en diferentes procesos y situaciones de riesgo y de acuerdo a los requerimientos del análisis.

A continuación algunos miembros que componen el grupo multidisciplinario:

- **Miembros técnicos**
 - Ingeniero de Proceso
 - Ingeniero Mecánico
 - Ingeniero de Instrumentos
 - Químico de Investigación y desarrollo
 - Gerente de producción

- **Gerente de proyecto total**
 - Personal de soporte:
 - Líder del estudio
 - Secretario.



* **Actividades de preparación para el estudio**

1. Obtención de toda la información relevante

- Información de todos los materiales usados en el proceso
 - Materias primas
 - Productos intermedios
 - Subproductos
 - Desechos
 - Necesidades de almacenamiento
 - Regulaciones de emisiones de desechos

- a) Dibujos y diagramas
 - Diagramas de flujo
 - Diagramas de tuberías e instrumentación
 - Arreglos de equipos
 - Isométricos, etc.

- b) Descripción del proceso
 - Manual de operación
 - Cartas de secuencias de control de instrumentos, etc.

- c) Materiales de construcción
 - Matriz de interacción productos - material de construcción



-
- d) Historias de accidentes /incidentes y sus consecuencias
 - e) Bitácoras de mantenimiento
2. Conversión de los datos en una forma adecuada a los propósitos del estudio.
- La información se debe analizar para asegurarse que es suficientemente comprensible para cubrir los requisitos del estudio.
 - Dependiendo del tipo de planta a analizar es la cantidad de trabajo requerido en la conversión de los datos.
 - Para plantas con procesos continuos, el trabajo preparatorio es menor, los diagramas de tubería e instrumentación contienen suficiente información para el estudio.
 - Para plantas con procesos intermitentes, los trabajos preparatorios son más extensos; y es necesario conocer la secuencia de apreciaciones de la planta.
3. Preparación de la secuencia del estudio.
- El líder preparara un plan de secuencia del estudio el cual deberá ser comentado con los demás miembros del grupo.
4. Programación de los recursos necesarios y fechas de las reuniones.
- Una vez que la información a utilizar y los planes de trabajo han sido definidos, el líder del grupo debe estimar el tiempo necesario para el estudio y así definir las reuniones necesarias.



- El tiempo ideal de cada reunión es de tres horas y se deben considerar dos sesiones por semana.

*** Desarrollo práctico del trabajo**

1. Las sesiones de trabajo deben estar muy estructuradas y controladas por el líder que debe seguir el plan desarrollado.
 - a) Seleccionar el primer elemento del sistema, generalmente un recipiente o equipo numerado en el diagrama.
 - b) Se obtiene una explicación del propósito y funcionamiento.
 - c) Se analiza la primera línea, conexión o accesorio, usando las:
 - d) Palabras clave.
2. El líder debe asegurarse de que todos han entendido perfectamente los riesgos detectados.
3. La forma de hacerlo fluctúa entre dos posiciones extremas:
 - a) Se encuentra una solución para cada riesgo a medida que se identifica, antes de pasar a examinar otro elemento.
 - b) No se investiga ninguna solución hasta que se hayan analizado todos los elementos y encontrado todos los riesgos.
4. Las actividades del secretario son:
 - a) Registrar las decisiones cuando el trabajo se hace muy rápido.
 - b) Registrar las decisiones cuando el estudio es muy complicado y el líder debe guiar al grupo usando simultáneamente varias fuentes de datos.



* **Actividades de seguimiento**

1. Las sesiones son de dos clases:
 - sesiones de examen
 - Sesiones de evaluación y acción.

2. Las acciones que implican riesgos generalmente son de cuatro tipos, a saber:
 - Cambio en el proceso (receta, materiales, etc.).
 - Cambio en las condiciones del proceso (Temperatura, Presión etc.).
 - Alteración en el diseño físico del sistema.
 - Cambio en la secuencia de operación.

3. Cuando se selecciona una acción, considérense dos categorías:
 - Acciones para remover la causa del riesgo.
 - Acciones para reducir las consecuencias

* **Registro de los resultados**

Se registrara la información referente a riesgos en un archivo que contendrá:

1. Una copia de todos los documentos generados en el desarrollo del estudio, usados y marcados por los miembros del equipo de trabajo y sancionados por el líder.



- Diagramas de flujo
 - Hojas de especificaciones
 - Planos y modelos
 - Instructivos de operación y mantenimiento
 - Programas, etc.
2. Una copia de todos los papeles y notas de trabajo, conteniendo preguntas, respuestas, recomendaciones, cambios al diseño original, etc.
 3. El archivo debe retenerse en la planta.
 4. El registro /archivo del estudio de riesgos puede usarse en la negociación de seguros.

Una parte importante del análisis de riesgos consiste en una adecuada identificación pues si los riesgos presentes en una planta no son debidamente identificados corremos el riesgo de hacer una modelación inexacta pero que no corresponda a la realidad del lugar en estudio lo cual podría tener catastróficas consecuencias.

3.6.2 LISTAS DE VERIFICACIÓN

Elaboración de las listas de verificación

Es necesario tomar en cuenta los estándares que la instalación debe cumplir (el área de procesos, proyectos, y seguridad definirán esos estándares).

Y estos estándares están fundamentados en las características de los materiales manejados en la planta, el tipo de proceso y operación, la ubicación de las instalaciones.



A continuación algunas de las características que se tienen que tomar en cuenta.

Tabla 4. Características

	Características
Materiales	Inflamabilidad, Reactividad Explosividad, Toxicidad, Volatilidad, Densidad, Estado físico, etc.
Proceso	Temperaturas, presiones, cinética de reacción, operaciones unitarias, Lay out, Automático/manual, etc.
Ubicación	Asentamientos humanos, industrias vecinas, Ríos, Arroyos, Lagos, características climatológicas, etc.
Diseño y construcción	Instalación eléctrica, iluminación, instrumentación, servicios auxiliares, obra civil, almacenamiento, transporte de materiales, recipientes de proceso (en la instalación de almacenamiento y distribución no se tienen procesos de producción), procedimientos de operación etc.
Obra civil	Cimentación de equipo, edificios de proceso, edificios de almacenamiento, etc.
Tipo de riesgo	Fuego, explosión, derrames, temperaturas extremas, reacciones fuera de control, ruido, ausencia de guardas, orden y limpieza, plataformas y barandales, iluminación, etc.

Una vez que se toman en cuenta estos aspectos se llega a la ejecución que constara de:



- Definición de objetivos y alcance
 - Selección del grupo de trabajo
 - Preparación previa del análisis
 - **Registro de resultados**
-
- **Definición y alcance**

Definir claramente los objetivos y alcance para evitar tiempos de respuesta largos.

- **Selección del grupo de trabajo**

Un grupo multidisciplinario deberá aplicar la lista de verificación lo cual es recomendable para identificar la mayor parte de los riesgos y los resultados serán más significativos.

- **Preparación previa del análisis**

Tener claramente definidos los objetivos y alcance del trabajo.

Preparar las listas de verificación a utilizar y contar con un ejemplar de ellos para cada uno de los miembros del equipo.

Contar con el plano de distribución de la localidad con las áreas específicas a revisar información relativa a los procesos, instalaciones y operación de la unidad a revisar. La cual debe estar actualizada.



Preparar la planeación de las sesiones de trabajo, contemplando lugar, tiempo y participantes.

– **Registro de resultados**

Se realiza el registro de todas las desviaciones identificadas, de las cuales se genera un plan de acción correspondiente.

Es necesario generar un expediente que contenga la información utilizada y generada para seguimiento y control de los planes de acción.

3.6.3 ¿QUE PASA SÍ? WHAT-IF

Elaboración contempla las siguientes etapas

- Definición de objetivos y alcance
- Selección del grupo de trabajo
- Preparación previa del análisis
- Registro de resultados

– **Definición de objetivos y alcance**

Definir claramente los objetivos y alcance para lo cual deberá hacerse una revisión de lo siguiente:

- Revisar la ingeniería básica
- Revisar la ingeniería de detalle
- Revisar el plan de arranque



- Dependiendo de la complejidad del proceso es importante definir el tipo de riesgo
- Riesgos al ambiente
- Riesgos a la salud etc.

– **Selección del grupo de trabajo**

Aplicado por un grupo multidisciplinario puede ser aplicada por disciplinas en forma individual por ejemplo:

- Mantenimiento
- Producción
- Procesos
- Seguridad e higiene etc.

Dentro del grupo esta una persona que conduce la revisión, verificando que la metodología utilizada sea la adecuada

Un director de la reunión de trabajo puede ser el responsable del proyecto o la planta o el responsable del área de seguridad e higiene y durante el análisis tendrá algunas funciones a cubrir.

- Asesorar en la definición de los objetivos y alcance
- Ayudar en la selección del grupo
- Coordinar la recopilación de información previa
- Moderar las discusiones.

– **Preparación previa del análisis**



Que dependerá del tamaño y complejidad de la planta o proyecto y consiste en cuatro etapas

- Obtención de información
- Estructuración de la información
- Planeación de la secuencia del análisis
- Coordinación de la reunión

– **Ejecución del análisis**

1. Seleccionar una parte del proceso
2. Explicar la intención de la parte seleccionada
3. Seleccionar una etapa u operación del proceso
4. Explicar la intención de la etapa u operación
5. Aplicar la pregunta ¿qué pasa sí?
6. Dar las respuestas posibles (consecuencias)
7. Evaluar si las consecuencias son un riesgo
8. Proponer las acciones para eliminar o reducir el riesgo
9. Marcar la etapa u operaciones de la parte del proceso seleccionado
10. Repetir

3.6.4 INDICE MOND PARA FUEGO, EXPLOSIÓN Y TOXICIDAD

Procedimiento de elaboración

División de la planta de Distribución y Almacenamiento de Hidrocarburos en secciones tales como:



Recibo y medición, área de Almacenamiento, casa de bombas, área de llenaderas sistema de recuperación de vapores, Bomba Local que son las áreas donde se operaran los combustibles.

Listado de materiales para una sección de la planta

Por sus características termodinámicas y las grandes cantidades manejadas almacenadas y distribuidas las Gasolinas representan el mayor riesgo para estas secciones por lo cual estas serán seleccionadas como material clave en el estudio de riesgos de la sección especificada.

Determinación del factor material

El primer punto para la clasificación de Índices de Fuego, Explosión y Toxicidad Mond es un Factor de material, apropiado al material clave previamente identificado al listar los materiales, reacciones y operaciones presentes en una sección dada.

El factor de material se define como una medida del potencial de fuego, explosión o energía liberada por el material clave a una temperatura de 25 °C y a presión atmosférica (gas, líquido o sólido). El factor material FM se designa con la letra "B".

Materiales inflamables

El factor de material para materiales normalmente inflamables se define como el calor neto de combustión en aire a 25°C del Material clave en su estado normal a presión atmosférica. El factor material se calcula como sigue:



$FM = \Delta HC / 1000$ donde ΔHC se expresa en BTU/ LB de material clave o

$FM = (\Delta H_{1C} \times 1.8) / 1000$ donde ΔH_{1C} se expresa en calorías /gr de material

Materiales poco inflamables

El factor de material para materiales clave que tengan poca inflamabilidad o que se consideren como incombustibles en situaciones de transporte, no debe tomarse como cero, debido a que se puede calcular un calor neto de combustión equivalente. Esto se hace con referencia a los calores de formación del material clave y sus productos de combustión (en estado gaseoso) en la forma convencional. El factor del material a partir del calor neto de combustión equivalente se deriva como sigue:

$FM = (\Delta HR \times 1.8)/M$ donde M = peso molecular, ΔHR = calor equivalente de combustión en Kcal/grmol de “combustible”.

Materiales no combustibles

Algunas veces el material clave puede ser de los que no presentan calor neto de combustión con oxígeno. Ejemplos: agua, arena, nitrógeno, helio, tetracloruro de carbono, dióxido de carbono y hexafluoroetano. Para este grupo de materiales, que estrictamente no tienen factor material, deben usarse lo siguiente a fin de permitir que el método sea efectivo: $FM = 0.1$.

Y así dependiendo de las características en que se encuentra el material tendrán diferentes factores materiales



3.6.5 ÍNDICE DOW

El Índice DOW proporciona un método directo y relativamente simple de estimar el riesgo global asociado con una unidad de proceso y de jerarquizar las unidades en cuanto a su nivel general de riesgo. No se utiliza para señalar riesgos individuales sino que proporciona un valor numérico que permite identificar áreas en las que el riesgo potencial alcanza un nivel determinado. Sobre estas áreas puede, en caso necesario, hacerse un análisis de riesgos mas detallado, aplicando una técnica generalizada, por ejemplo, la técnica HAZOP, por lo que el valor numérico obtenido puede ser de utilidad a la hora de decidir la profundidad del estudio, sin embargo la ultima edición del índice DOW toma en cuenta, aunque ligeramente, aspectos de toxicidad y es mas fácil de conducir por el uso de gráficos y ecuaciones. Para hacer un índice DOW se requiere la siguiente información: Plano de distribución de la planta (Plot Plan), diagrama de flujo de proceso (DFP), condiciones de operación y de flujo, formato de trabajo del índice DOW y relación de costos del equipo instalado en la planta.



CAPÍTULO 4

TRABAJO DE CAMPO



4.1 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DE LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO

Área de recibo y Medición

En esta área, se lleva a cabo el recibo del producto a través de dos poliductos uno de 8" pulgadas de diámetro para Diesel y 12" pulgadas de diámetro para PEMEX Magna y PEMEX Premium, construidos en 1964, los cuales provienen de la Terminal 18 de Marzo;

Con destino a la Terminal de Recibo Almacenamiento y Distribución Barranca del Muerto, dichos poliductos cuentan con válvulas de seccionamiento en Camarones, Esopo y San Pedro de los Pinos. Como lo muestra el siguiente diagrama

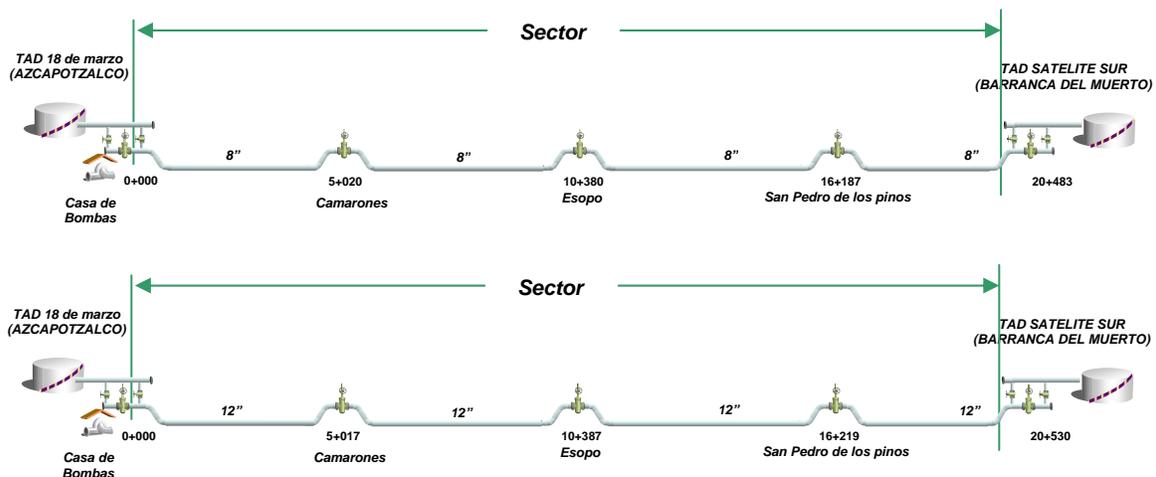


Fig.9 Poliducto Azcapotzalco-Barranca del Muerto

Las características de construcción del poliducto son las siguientes:



Tabla 5. Características de Construcción del poliducto de 12"

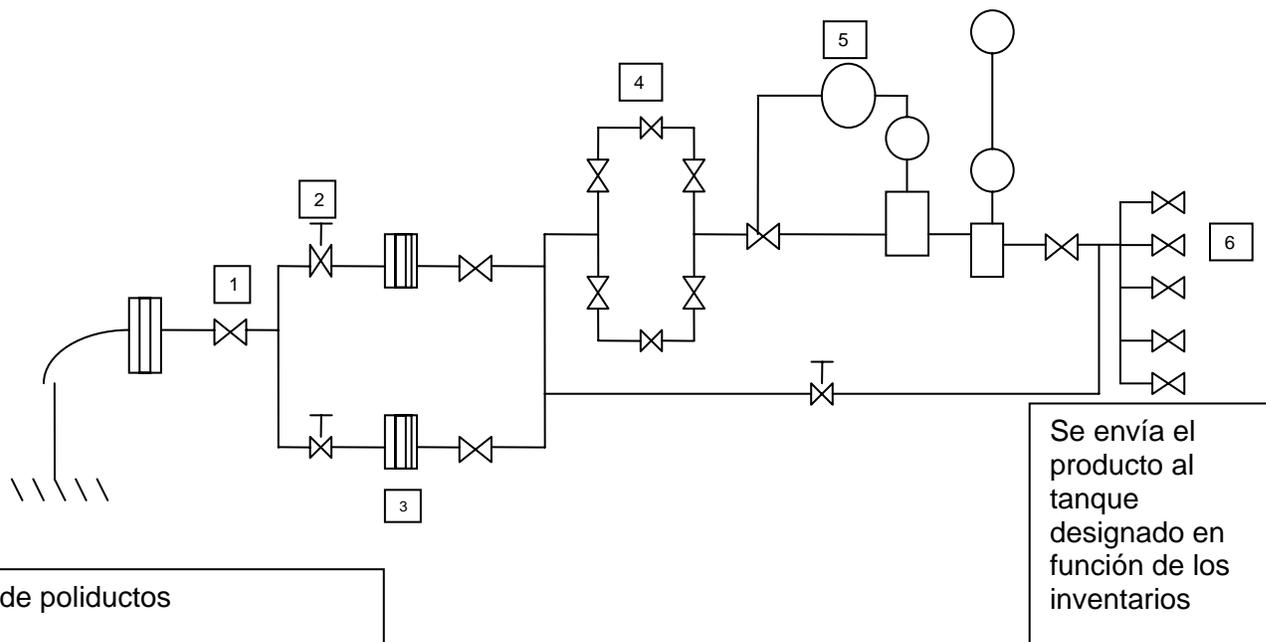
Característica	Valor	
Fluido transportado	Pemex Magna ó Pemex Premium	
Diámetro de la línea	12"	
Espesor de la tubería	0.219"	
Especificación de la tubería	API-5L-X52	
Presión de prueba Hidrostática	40 Kg/cm ²	
Especificación de conexiones (codos y reducciones) válvulas de compuerta	ASTM-A-234 Grad.WPB ASTM-A-216 Grad.WPB	
Válvulas de seccionamiento	5. V.S. Camarones	Km: 3+378
	6. V.S. Esopo	Km: 8+819
	7. V.S. San Pedro de los Pinos	Km: 14+692
	8. V.S Barranca del Muerto	Km: 19+049
Protección Catódica y ánodos de sacrificio	Ánodo de magnesio con corriente impresa	

Tabla 6. Características de Construcción del poliducto de 8"

Característica	Poliducto 8"	
Fluido transportado	Diesel	
Diámetro de la línea	8"	
Espesor de la tubería	0.219"	
Especificación de la tubería	API-5L-X52	
Presión de prueba Hidrostática	40 Kg/cm ²	
Especificación de conexiones (codos y reducciones) válvulas de compuerta	ASTM-A-234 Grad.WPB ASTM-A-216 Grad.WPB	
Válvulas de seccionamiento	5. V.S. Camarones	Km: 3+378
	6. V.S. Esopo	Km: 8+819
	7. V.S. San Pedro de los Pinos	Km: 14+692
	8. V.S Barranca del Muerto	Km: 19+049
Protección Catódica y ánodos de sacrificio	Ánodo de magnesio con corriente impresa	



El área de recibo esta compuesta por la entrada de los dos poliductos mencionados, una trampa de diablos, un patín de medición y regulación de flujo y presión y un peine de distribución que alimenta a los tanques de almacenamiento



Llegada de poliductos

Azcapotzalco-Barranca 8" de ϕ
Azcapotzalco-Barranca 12" de ϕ

Se envía el producto al tanque designado en función de los inventarios

CUADRO DE REFERENCIAS

- FR = Registrador de flujo
FT = Transmisor de flujo
PT = Transmisión de presión
PIC = Indicador/controlador de presión
1. Válvula de compuerta
 2. Válvula macho operada con maneral
 3. Filtro
 4. Válvula reguladora de presión
 5. Patín de medición
 6. Peine de distribución a Tanque de almacenamiento

Fig. 10 Diagrama de tubería e instrumentación



Los productos llegan al área de recibo y medición donde se regula la presión para ser almacenados en los tanques según sea el producto TV-3 (Pemex Magna), TV-6 (Pemex Diesel) y TV-8 (Pemex Premium), disponiendo también de un tanque para recibir interfases o producto fuera especificación en el TV-5 (Recuperados), la capacidad total de producto para venta actual es de 49,381 bls.

Las condiciones de Operación del poliducto de 12" son las siguientes:

Tabla 7. Condiciones de Operación Poliducto 12"

Variable	Poliducto de 12" de Diámetro
Presión de Operación Máxima	1.8 Kg/cm ²
Presión de Operación Normal	1.2 Kg/cm ²
Presión de Operación Mínima	0.9 Kg/cm ²
Flujo de Operación Máximo	2600 Bls/hr. (413.4 m ³)
Flujo de Operación Normal	1500 Bls/hr.
Flujo de Operación Mínimo	900 Bls/hr
Temperatura	22° C

Este poliducto normalmente se emplea para el manejo de Gasolina Pemex Magna y Pemex Premium, aunque existen las instalaciones y arreglos necesarios para recibir Pemex Diesel o agua en caso de una emergencia

El producto proveniente de la Terminal 18 de Marzo se recibe en el área de Recibo y Medición a las condiciones operativas descritas en la tabla anterior, donde pasa a través de un filtro tipo canasta para retener sólidos suspendidos, después de esto se reduce la presión de llegada hasta 0.8 Kg/cm² por medio de una válvula reductora de presión en un solo paso, posteriormente se mide el flujo



a través de un medidor de turbina y se envía al tanque de almacenamiento TV-3 si se trata de Gasolina Pemex Magna o al tanque TV-8 si es Pemex Premium.

Esta sección cuenta con una válvula de relevo, para prevenir la presurización del ducto en la zona de baja presión cuya calibración es a 3.5 Kg/cm² la cual desfoga hacia el tanque de recuperados TV-5, también cuenta con sensores de presión y temperatura en las zonas de alta y baja presión así como un sensor de densidad en la zona de alta presión para detectar automáticamente los cambios de producto.

La operación de la línea de 8" es semejante a la de 12" la diferencia es que se recibe Diesel y las condiciones de operación son las siguientes:

Tabla 8. Condiciones de Operación Poliducto 8"

Variable	Poliducto de 8" Diámetro
Presión de Operación Máxima	1.8 Kg/cm ²
Presión de Operación Normal	1.2 Kg/cm ²
Presión de Operación Mínima	0.9 Kg/cm ²
Flujo de Operación Normal	850 Bls/hr. (135 m ³ /h)
Temperatura	22° C

El producto recibido debe contar con ciertas características de calidad para lo que la Terminal cuenta con laboratorio de control de calidad, que verifica en cada lote el cumplimiento de las especificaciones de los productos antes de ser almacenados.



Área de almacenamiento

El área de almacenamiento esta compuesta por 4 tanques en operación, estos tanques son de tipo cilíndrico-vertical diseñados para operar a una presión interna máxima de aproximadamente la presión atmosférica. Y almacenan gasolina Magna, gasolina Premium, Diesel y productos contaminados, tienen en su alrededor diques de contención y otros dispositivos de seguridad que mencionaremos posteriormente.

El producto se alimenta a través del peine de distribución hacia el tanque seleccionado mediante válvulas manuales o accionadas a control remoto

Tabla 9 .Características de los tanques de almacenamiento

Tanque	Producto	Diámetro	Altura	Capacidad Nominal	Capacidad Operativa
TV-3	Pemex Magna	18.30	12.20	20,000	16,461
TV-5	Recuperados	9.15	12.20	5,000	4,120
TV-6	Pemex Diesel	18.30	12.20	20,000	16,467
TV-8	Pemex-Premium	18.30	12.20	20,000	16.453

Las condiciones operativas de los tanques son las siguientes:

Tabla 10. Condiciones de Operación

Tanque	Producto Almacenado	Condiciones de Operación
TV-3	Gasolina Magna	Presión de recibo 0.8 Kg/cm ² Temperatura 22°C Flujo 1500 Bl/hr
TV-8	Gasolina Premium	Presión de recibo 0.8 Kg/cm ² Temperatura 22°C Flujo 1500 Bl/hr
TV-6	Diesel	Presión de recibo 1.1 Kg/cm ² Temperatura 22°C Flujo 850 Bl/hr



En su interior los tanques están equipados con una membrana interna de tipo flotante, que consiste en una membrana de aluminio que “flota” en la superficie del líquido y a medida que el nivel disminuye, la membrana baja con el nivel de líquido, y a medida que el nivel sube, la membrana se eleva con el nivel, este efecto se logra a partir de pontones o flotadores metálicos adheridos a la membrana por la parte inferior y en contacto con el líquido y de esta manera flota la membrana en la superficie del líquido. El uso de estas membranas reduce al máximo la evaporación de producto, estos vapores se mantienen atrapados y no salen a la atmósfera.

Como se muestra en la siguiente figura los vapores son atrapados por la membrana y se evita que salgan a la atmósfera y se formen mezclas explosivas con el aire.

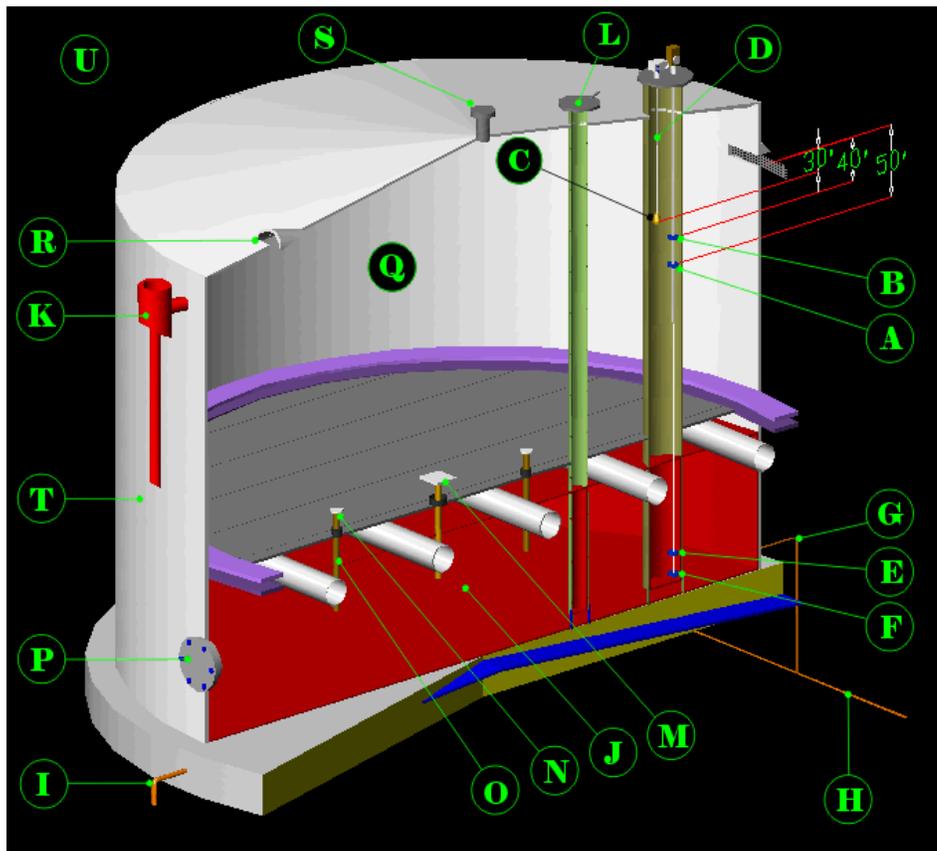


Fig. 11 Tanque de almacenamiento interior



- A. Alarma de nivel normal.**
- B. Alarma de alto Nivel 10.00 mts.**
- C. Alarma de alto-alto nivel 10.50 mts.**
- D. Varilla y flotador.**
- E. Alarma de bajo nivel 1.00 mts.**
- F. Alarma de bajo-bajo nivel 0.60 cms.**
- G. Sistema de tierras.**
- H. Resistencia de la red tierras.**
- I. Detector no fugas base TV.**
- J. Calibración volumétrica TV.**
- K. Cámaras de espuma.**
- L. Escotilla de medición.**
- M. Válvula rompedora de vacío.**
- N. Patas de la membrana.**
- O. Posición patas de MFI.**
- P. Entrada hombre cuerpo TV.**
- Q. Explosividad en la cámara.**
- R. Respiradero.**
- S. Bastón Central cúpula TV.**
- T. Pintura y tuberías**
- U. Tanque en operación.**

Las membranas flotantes son de tipo pontón, este techo tiene en toda su periferia un anillo pontón que le permite flotar en caso de que la membrana fallase por perforación.

Con lo anterior, el escape de vapores se reduce a tal grado que el costo adicional sobre un techo de tipo fijo, se puede recuperar en un periodo de tiempo relativamente corto.



La Industria petrolera y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América, reconocieron la efectividad de las cúpulas flotantes como un medio primario para controlar las emisiones de hidrocarburos de tanques de almacenamiento. Si la presión real de un líquido almacenado es entre 0.70 psia (36.190 mm de Hg) y 11.025 psia (570 mm de Hg) el tanque de almacenamiento deberá estar equipado con membrana flotante.

Como puede observarse en la figura 11. Los tanques cuentan con otros dispositivos de seguridad

Casa de Bombas:

De los tanques de almacenamiento es succionado el producto por las líneas de entrega del mismo, mediante las bombas,

La casa de bombas cuenta con 6 bombas para gasolina Pemex-Magna, 3 bombas para Pemex-Diesel, 2 bombas para gasolina Pemex Premium y una para producto recuperado o fuera de especificación

Todo el equipo de bombeo y sistema de suministro es a prueba de explosión de acuerdo con la normatividad vigente del centro de trabajo.

Cada bomba cuenta con dispositivos de seguridad como manómetros indicadores de presión en la succión y descarga, líneas de recirculación, válvulas de relevo y conexión eléctrica a tierra, además de trincheras y pisos impermeables.

El servicio y las características de operación se muestran en la siguiente tabla:



Tabla 11. Servicio y Características de las Bombas

Clave de la Bomba	Producto	Capacidad GPM	Presión	Tipo	Llenaderas que presta servicio la bomba
BA-1 ^a	Magna	900	3.5Kg/m ²	40 HP	13,15,17,19
BA-1B	Magna	900	3.5Kg/m ²	40 HP	13,15,17,19
BA-1C	Magna	900	3.5Kg/m ²	40 HP	18,20,21,22
BA-2A	Magna	900	3.5Kg/m ²	40 HP	18,20,21,22
BA-2B	Diesel	900	3.5Kg/m ²	40 HP	1,3,5,7,9,11
BA-3	Diesel	900	3.5Kg/m ²	40 HP	1,3,5,7,9,11
BA-RG	Diesel	900	3.5Kg/m ²	40 HP	1,3,5,7,9,11
BA-4	Magna	250	3.5Kg/m ²	40 HP	10,12,14,16
BA-6A	Magna	250	3.5Kg/m ²	40 HP	10,12,14,16
BA-6B	Premium	250	3.5Kg/m ²	40 HP	6,8
BA-7	Premium	250	3.5Kg/m ²	40 HP	2,4
BA-5	Contaminado	250	3.5Kg/m ²	40 HP	A TV-5

Llenaderas

En esta sección se lleva acabo la carga de autotanques en 22 posiciones de llenado comúnmente conocidas como llenaderas.

El llenado se lleva a cabo por el fondo del autotanque conectando la línea de alimentación a la válvula del autotanque.

Para que los autotanques sean llenados es necesario que los operadores sigan el siguiente procedimiento (1) conectar el autotanque a la línea de aterrizamiento, (2) conectar la línea de succión de la Unidad Recuperadora de Vapores (URV), (3) conectar la línea de llenado de producto a la válvula del autotanque y (4) desbloquear la válvula de seguridad del autotanque.

En resumen la operación del centro de trabajo se puede resumir en el siguiente diagrama

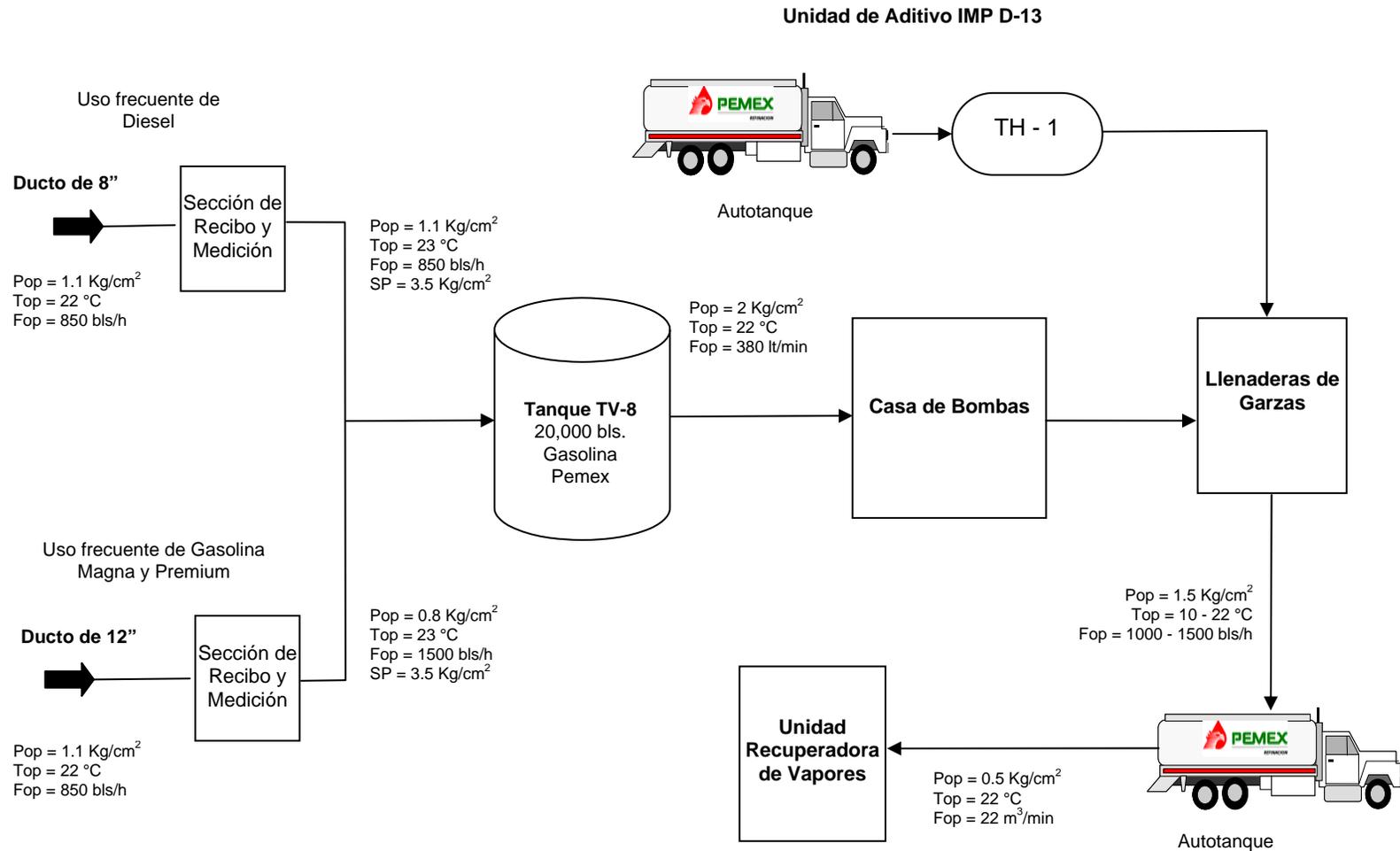


Fig 12. Circuito de Operación de Gasolina en la Terminal de Almacenamiento y Distribución Barranca del Muerto



Con el propósito de identificar los riesgos presentes en la operación de la terminal presentamos a continuación la relación de las fallas mas frecuentes que se presentan en la industria petrolera

Fallas mas frecuentes en Terminales de almacenamiento y distribución:

- Tanques de almacenamiento de pared sencilla con una frecuencia de falla de 1×10^{-4} fallas/ tanque-año de los cuales el 90% de las veces presentan fugas por un orificio hasta de 1" de diámetro y el 10% de las veces pierden el total de su contenido instantáneamente.
- Tuberías con una frecuencia de falla de 4.9×10^{-6} fallas / m-año de las cuales el 90% de las veces se presenta a través de un orificio equivalente a 1" ó el 20% del diámetro de la línea y el 10% restante sufren una rotura total.
- Mangueras de carga / descarga (en esta categoría se ubicaron las líneas de carga del autotanque, pues aunque no son mangueras, si no líneas, si están sujetas a movimiento continuo en cada operación de carga) cuya frecuencia de falla es de 1×10^{-4} operaciones – año, las cuales se consideran que el 100% de las veces se rompen totalmente, y fugan hasta que el flujo puede ser detenido.
- Bombas centrífugas con un tiempo medio entre fallas de 9,615 horas cuyo modo de falla es catastrófico, pudiendo fallar mientras esta funcionando, por ruptura, por arranque inadecuado, por no arrancar cuando se requiere, por no parar cuando se requiere.

A continuación algunas de sus propiedades físico-químicas de todas las sustancias que se manejan en la planta, tomadas de las hojas de seguridad de estas sustancias incluidas en un anexo.



Tabla 12. Propiedades de las Gasolinas

Nombre	Gasolina Pemex Premium	Gasolina Pemex Magna	Pemex Diesel	Aditivo IMP-D-13
Peso Molecular	107-114	107-114	236-533	400
Clasificación de Riesgo en su transportación	Líquido Inflamable	Líquido Inflamable	Líquido Inflamable	Líquido Inflamable
TLV-TWA ppm	300	300	100	100
IDLH ppm	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
Temp. de ebullición °C	77-225	27-225	216-371	144
Presión de Vapor PSI mm Hg	6.5-7.8 336-403.4	6.5-8.5 336-440	0.5 30	0.09 5 a 20 °C
Gravedad específica	0.68-0.76	0.68-0.76	0.85	0.91-0.935
Temperatura de Inflamación °C	-38.9	-38	52	30 mínimo
Límite Inferior de Inflamabilidad %	1.4	1.4	0.7	1.1
Límite Superior de Inflamabilidad %	7.6	7.6	5.0	7

Jerarquización de Riesgos

Para jerarquizar los riesgos identificados lo hacemos con conocimiento de una matriz de índices de frecuencia de riesgos en el cual me dice que tipo de riesgo se presenta.

Tabla 13. Matriz de Jerarquización de Riesgos

Rango	Frecuencia	Descripción
1	Extremadamente raro	Consecuencia de un evento que genere problemas en la planta
2	Muy raro	Ocurre solamente una vez en la vida útil de la planta
3	Raro	Ocurre una vez entre 5 y 10 años
4	Poco frecuente	Ocurre una vez entre 1 y 15 años
5	Frecuente	Ocurre una vez por año



Clasificación de Recomendaciones (acciones correctivas)

Clase “A”

Las recomendaciones clase “A” son las que tienen la más alta prioridad. Esto significa que es necesaria una acción inmediata para mitigar la ocurrencia del accidente o su consecuencia, y de acuerdo a la matriz de riesgos estas deberán tener un número de riesgos de 8 a 10

Clase “B”

Las recomendaciones de la clase “B” son las que tiene prioridad media. Esto quiere decir que la administración debe evaluarlas mediante

- a) Un análisis costo-beneficio
- b) El fundamento de la recomendación dada para reducir el riesgo; basado en esto la administración tomara la decisión de aceptar ó no el riesgo de acuerdo con la matriz de riesgo que aquí se presenta, estas recomendaciones deberán tener un riesgo de 4 a 7

Clase “C”

Las recomendaciones de clase “C” son las que tienen la más baja prioridad. Esto significa que la acción correctiva que se tome mejorara aún más la seguridad pero que el proceso puede seguir operando con seguridad aún cuando la recomendación no se implemente. De acuerdo con la matriz deberá tener un número de riesgo de 1-3

Tabla. 14. Clasificación de Recomendaciones

Clase	A	B	C
Rango	8 a10	4 a 7	1 a 3



Tabla 15. Niveles de Gravedad/Consecuencia

Nivel	Gravedad/Consecuencia
1	No tiene daño en la planta, personal ó equipo
2	Daños a los equipos o generación de fugas menores
3	Lesiones al personal de la unidad. Todos los daños se limitan a la planta
4	Destrucción y daños limitados a fuera de la planta.
5	Destrucción y daños extensivos a fuera de la planta.

Tabla 16. Matriz de Riesgo

F R E C U E N C I A	G r a v e d a d					
		1	2	3	4	5
1		1	2	3	4	5
2		2	4	6	7	8
3		3	6	7	8	9
4		4	7	8	9	10
5		5	8	9	9	10

Análisis de Riesgo (Desarrollo del análisis HAZOP)

Una vez habiendo hecho una descripción de los procesos operativos en la planta se llevo a cabo la metodología HAZOP (descrita en punto de métodos generalizados). El equipo de trabajo se conformo del siguiente personal de la planta:

Ingeniero de seguridad: director de estudio de riesgo

Ingeniero de operación: inspección de instalaciones y recomendaciones de seguridad (aportación de recomendaciones para una buena operación por área



Ingeniero de mantenimiento: aportación de información complementaria para una buena inspección por área de mantenimiento

Mi participación, consistió de verificar los nodos en la inspección de ellos y dar el levantamiento de instrumental encontrado en los nodos

Es importante mencionar que debido a la complejidad del estudio de la planta, solo se incluyen los nodos más importantes de la planta con las siguientes desviaciones:

No nivel

Más nivel

Menos nivel

No flujo

Menos flujo

Más flujo

Más temperatura

Menos temperatura

Más presión

Menos presión

Nodo: Tanque de almacenamiento TV-8

Área de proceso: almacenamiento y recibo de gasolina PEMEX MAGNA a tanque TV—8

Nodo: Línea de recibo y regulación de gasolina PEMEX PREMIUM

Área de proceso: almacenamiento y recibo de gasolina PEMEX PREMIUM

Nodo: recibo y almacenamiento de gasolina PEMEX MAGNA a tanque TV-3



Área de proceso: almacenamiento y recibo de gasolina PEMEX MAGNA a tanque TV-3

Nodo: recibo y almacenamiento de gasolina PEMEX DIESEL a tanque TV-6

Área de proceso: almacenamiento y recibo de gasolina PEMEX

Nodo: recibo y regulación de presión de PEMEX DIESEL proveniente de la terminal 18 de marzo

Nodo: carga de gasolina PEMEX MAGNA a autotanque (llenaderas 10,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21, y 22)

Área de proceso: almacenamiento y recibo de gasolina PEMEX



	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	ÁREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX MAGNA A TANQUE TV-8
	COMPAÑÍA : TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO TV8
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX MAGNA	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): NO NIVEL							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCIÓN RECOMENDADA
No suministro de la terminal 18 de marzo	Se aterriza membrana flotante y probabilidad de daño a la misma, emisión de vapores a la atmósfera por espacio anular entre liquido y membrana	Alarmas por bajo nivel en TV8, sistema de alarma por telemedición por alto nivel y a través del sistema SIMCOT para cierre de válvula VOE-219 a pie de tanque y paro de bomba a llenaderas	2	2	4	B	Comunicación con la Terminal 18 de Marzo
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MÁS NIVEL							
Mala comunicación durante el suministro para el envío de carga	Sobrellenado, contaminación a vaporización, Derrame, drenajes,	Alarmas por bajo nivel en TV8, sistema de alarma por telemedición por alto nivel y a través del sistema SIMCOT para cierre de válvula VOE-225 y detectores de gases de mezclas explosivas a pie de tanque	3	2	6	B	Buscar comunicación alterna de apoyo radioteléfono
Falla en el sistema de alarma por alto nivel	No cierre de válvulas, rebase del nivel, derrame	Alarmas por alto nivel , a través del sistema SIMCOT , cierre de válvula VOE-210 a pie de tanque	3	2	6	B	Revisión del programa de mantenimiento



	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	ÁREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX MAGNA A TANQUE TV-8
	COMPAÑÍA : TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO TV8
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX MAGNA	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MENOS NIVEL							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
1. Falla en el suministro 2. Válvulas de drenado de tanque abiertas o semiabiertas por posible falla de energía eléctrica	Perdida de producto al drenaje industrial, posible incendio	Comunicación por radio teléfono Procedimientos de mantenimiento en la cual estas válvulas están juntacegadas , además se encuentran selladas con sistema de doble candado y etiquetadas Sistema UPS y cierre manual de válvulas VOE y procedimientos operacionales	2	3	6	B	Comunicación con 18 de Marzo Continuar con programas de calibración de válvulas de seguridad
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): NO FLUJO							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
Suspensión de bombeo de la terminal 18 de marzo	No hay operación	Comunicación por radio, teléfono al centro de envió	1	1	1	C	Ninguna
Bloqueo de cualquiera de las 8 válvulas del nodo Válvulas VOE parcialmente abiertas por posible falla de energía eléctrica	Sobrepresionamiento en líneas No hay operación	Comunicación por radio, teléfono al centro de envió Sistema UPS y apertura manual de válvulas VOE y procedimientos operacionales	4	2	7	B	Continuar con programas de calibración de válvulas de seguridad



VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MENOS FLUJO							
Válvula de seguridad VS-103 atorada Válvula VOE-111 parcialmente abierta	Pérdida de producto a tanque de recuperados	Sistema de detección de flujo e indicadores de presión, sistema SIMCOT, procedimientos operacionales	4	1	4	B	Continuar con programas de calibración de válvulas de seguridad
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MÁS FLUJO							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
NO APLICA							

	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	ÁREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX PREMIUM
	COMPAÑÍA : TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: LÍNEA DE RECIBO Y REGULACIÓN DE GASOLINA PEMEX PREMIUM
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX PREMIUM	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): NO FLUJO							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
1. Paro de bombas por falla de energía eléctrica en la terminal 18 de marzo 2. Falla en el suministro de producto de la terminal 18 de marzo 3. Baja existencia de producto para bombeo en la terminal 18 de marzo	1. No hay operación en la planta y desabasto en la distribución del producto 2. Igual 3. Igual 4. Sobre presionamiento de la línea 5. Derrame y	1. Comunicación por radio, teléfono al centro de envío 2. Ident.a 1 3. Sistema de relevo por sobrepresión en la terminal 18 de marzo 4. Procedimientos de celaje y comunicación	2	2	4	B	Urgente que se disponga de sistema de energía eléctrica de emergencia Mantener buena comunicación y cumplir con los programas de dosificación
			2	2	4	B	
			2	2	4	B	



4. Bloqueo de válvula de seccionamiento VOE-108 5. rotura de línea por maquinaria 6. toma clandestina 7. Actos vandálicos sobre el poliducto	vaporización de producto con posible incendio y emisiones al ambiente 6. No se cumple el total requerido de almacenamiento 7. ident. a 5	vía radio 5. Ident a 5 6. Ident. a 5 7. ident. a 5	1	4	4	B	programada de bombeos Instalar un sistema de detección puntual de fuga de producto conectado al sistema SCADA
			1	4	4	B	
			4	1	4	B	

	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	ÁREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX PREMIUM
	COMPAÑÍA : TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: LÍNEA DE RECIBO Y REGULACIÓN DE GASOLINA PEMEX PREMIUM
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX PREMIUM	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MENOS FLUJO							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
1. Válvula de seccionamiento VOE-108 parcialmente cerrada 2. Saturación de sólidos en filtros 3. Válvula de seguridad parcialmente abierta 4. Válvula	1. Sobrepresionamiento de la línea 2. Igual a 1 3. No se cumple el abastecimiento requerido 4. Igual a 1 5. Igual a 2 6. Igual a 2 derrame con posible incendio y emisiones al ambiente 7. Igual a 6	1. Válvula de seguridad en terminal 18 de marzo y disparo por alta presión 2. Ident. a 1 3. Alarma e indicadores por baja presión y switch de flujo SF-108 4. Válvula de seguridad VS-102 y válvula manual en BY PASS	3	2	6	B	Continuar y aplicar el programa de mantenimiento preventivo Urgente instalar interruptor de presión diferencial ISPD-02 solo aparece en DTI mas no en campo Urgente instalar un sistema de detección de fuga puntual conectado al sistema SCADA
			3	2	6	B	
			2	1	2	C	
			2	1	2	C	



reguladora de presión VCP-03 parcialmente cerrada 5. Toma clandestina 6. Rotura parcial de línea 7. Fuga por empaques o rotura del vidrio del indicador de flujo		5. Programas de celaje	3	1	3	C
		6. Ident a 5 y señalizaciones del derecho de vía				
		7. Ident a 6				
			1	4	4	B
			3	3	7	B
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): FLUJO INVERSO, NO APLICA						

	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	ÁREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX MAGNA A TANQUE TV-3
	COMPAÑÍA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: RECIBO Y ALMACENAMIENTO DE GASOLINA PEMEX MAGNA A TANQUE TV-3
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX MAGNA	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): NO FLUJO							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
1. Bloqueo de cualquiera de las 8 válvulas existentes en el nodo 2. Suspensión de	1. Sobre presionamiento de la línea y no se cumple la intención de diseño 2. No se cumple la intención	1. Válvula de seguridad VS-103 2. comunicación por radio, teléfono o microondas al centro de envío	2	2	4	B	1. Continuar con los programas de calibración



bombeo de la terminal 18 de marzo 3. Válvulas VOE parcialmente abiertas por posible falla de energía.	de diseño 3. Idéntico a 2	3. sistema UPS y apertura manual de válvulas VOE y procedimientos Operacionales	1	1	1	C	de válvulas de seguridad 2. Ninguna 3. Ninguna
			2	1	2	C	
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): FLUJO INVERSO NO APLICA							
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MÁS FLUJO NO APLICA							

	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP		ÁREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX MAGNA A TANQUE TV-3
	COMPAÑÍA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO		NODO: RECIBO Y ALMACENAMIENTO DE GASOLINA PEMEX MAGNA A TANQUE TV-3
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX MAGNA		FECHA: 22 de Junio de 2007



VARIABLE PALABRA GUÍA (Desviación): MÁS TEMPERATURA							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
1. Por incremento de temperatura ambiental. Alta temperatura en el producto atrapado entre la VOE 113	1. Sobre presionamiento de la línea	1. Válvula de seguridad por expansión térmica	3	2	6	B	1. Continuar y aplicar los programas de mantenimiento y calibración de válvulas
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MENOS TEMPERATURA , NO APLICA							
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MÁS PRESIÓN, VER NO FLUJO							
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MENOS PRESIÓN							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
1. menos presión 2. Rotura parcial de línea en el nodo	1. Ver menos flujo 2. Derrame y vaporización de productos	1. Ver menos flujo 2. Detector de gases de mezclas explosivas a pie de tanque, cuenta con válvulas de bloqueo y se llevan a cabo recorridos de inspección además cuenta con procedimientos operacionales de inspección de tuberías, nipleria y recipientes	3	1	3	C	1. No urgente hacer un estudio para ver la factibilidad para instalar detector de gases de mezclas explosivas en línea de recibo y medición
			2	3	6	B	



	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	ÁREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX MAGNA A TANQUE TV-3
	COMPAÑÍA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: RECIBO Y ALMACENAMIENTO DE GASOLINA PEMEX MAGNA A TANQUE TV-3
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX MAGNA	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): NO NIVEL							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
No suministro de producto de Terminal 18 de Marzo	Se aterriza membrana flotante y probabilidad de daño a la misma además emisión de vapores a la atmósfera por aumento del espacio anular entre líquido y membrana	Alarmas por bajo nivel en TV-3 sistema de alarma por telemedición por alto nivel y a través del sistema SIMCOT para cierre de válvula VOE 219 a pie de tanque y paro de bomba a llenaderas	1	2	2	C	Comunicación con la terminal
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MÁS NIVEL							
1. Mala dosificación de producto en terminal 18 de Marzo 2. Mala alineación de tanque TV-3 3. Mala comunicación durante el suministro para el envío de carga	1. Derrame y vaporización del producto y contaminación a drenajes 2. Ident a 1 3. Ident a 1	1. Sistema de alarma por alto nivel y alto-alto nivel, sistema SIMCOT para cierre de válvula a pie de tanque VOE-218 y detectores de gases de mezclas explosivas a pie de tanque 2. Ident a 1 3. Ident a 1	3	1	3	C	Checar que las alarmas funcionen perfectamente
			1	1	1	C	
			2	2	4	B	



	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX MAGNA A TANQUE TV-3
	COMPAÑIA : Terminal de Recibo Almacenamiento y Distribución Barranca del Muerto	NODO: RECIBO Y ALMACENAMIENTO DE GASOLINA PEMEX MAGNA A TANQUE TV-3
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX MAGNA	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MENOS NIVEL							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
Ver no nivel y menos flujo 1. Falla en el suministro 2. Válvula de drenado de tanque TV-3 abiertas o semiabiertas	1. No se llega al nivel deseado 2. Ident. a 1 y perdida de producto al drenaje industrial y posible incendio	1. Comunicación por vía radio, teléfono, microondas 2. Procedimientos de mantenimiento en la cual estas válvulas estan juntacegadas ademas se encuentran selladas con sistema de doble candado y etiquetadas	2	2	4	B	Continuar con programas operativos de mantenimiento
			2	2	4	B	
			2	2	4	B	



	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX
	COMPAÑÍA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: RECIBO Y ALMACENAMIENTO DE PEMEX DIESEL A TANQUE TV-6
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX DIESEL	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): NO FLUJO							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
1. Bloqueo de cualquiera de las 8 válvulas existentes en el nodo 2. Suspensión de bombeo en la terminal 18 de marzo 3. Válvulas VOE parcialmente abiertas por posible falla de energía eléctrica	1. Sobrepresionamiento de la línea. no hay flujo 2. No hay flujo 3. No hay flujo	1. Válvula de seguridad VS-101 2. Comunicación por radio, teléfono o microondas, al centro de envió 3. Sistema UPS y apertura manual de válvulas VOE y procedimientos operacionales	2	2	4	B	Continuar con los programas de calibración de válvulas de seguridad Ninguna Ninguna
			1	2	2	C	
			2	2	4	B	
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MAS FLUJO NO APLICA							



	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX
	COMPAÑÍA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: RECIBO Y ALMACENAMIENTO DE PEMEX DIESEL A TANQUE TV-6
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX DIESEL	FECHA: 22 de Junio de 2007



VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MENOS FLUJO							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
1. Válvula de seguridad VS-10 atorada o calzada 2. Válvula VOE-104 parcialmente abierta a recuperados	1. El flujo no es el requerido, y perdida de producto a tanque de recuperados 2. Ident 1	1. Sistema de detección de flujo e indicadores de presión 2. Ident. a 1 Swicht de flujo y Sistema SIMCOT y procedimientos Operacionales	2	1	2	C	Continuar con los programas de calibración de válvulas de seguridad
			2	1	2	C	
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MAS PRESIÓN VER NO FLUJO							
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MENOS PRESIÓN							
1. Ver menos flujo 2. Rotura parcial de línea en el nodo	1. Ver menos flujo 2. Derrame y vaporización de productos	1. Ver menos flujo 2. Detector de gases de mezclas explosivas a pie de tanque, cuenta con válvulas de bloqueo y se llevan a cabo recorridos de inspección, además cuenta con procedimientos operacionales de inspección de tuberías nipleria y recipientes	2	1	2	C	Ver no flujo Urgente hacer estudio para ver la factibilidad para instalar detector de gases en línea de recibo y medición
			1	2	2	C	



	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX
	COMPAÑÍA : TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: RECIBO Y ALMACENAMIENTO DE PEMEX DIESEL A TANQUE TV-6
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX DIESEL	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): NO NIVEL							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
No suministro de producto de Terminal 18 de Marzo	1. se aterriza membrana flotante y probabilidad de daño de la misma	1. alarmas por bajo y bajo nivel en TV6, sistema de alarma por tele medición por alto nivel y a través del sistema SIMCOT para cierre de válvula VOE 224 a pie de tanque y paro de bomba a llenaderas	2	2	4	B	Continuar con programas operativos y de mantenimiento de equipo
VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MENOS NIVEL							
1. Ver no nivel y menos flujo 2. Falla en el suministro	1. No se cumple la operación 2. Ident a 1 perdida de producto al drenaje Industrial y posible incendio	1. Comunicación por vía radio, teléfono y microondas 2. Procedimientos de mantenimiento en la cual estas válvulas están juntacegadas, además se encuentran selladas con sistema de doble candado y etiquetadas	2	2	4	B	Ninguna Continuar con los programas operativos de mantenimiento
			2	2	4	B	



	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX
	COMPAÑÍA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: RECIBO Y ALMACENAMIENTO DE PEMEX DIESEL A TANQUE TV-6
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX DIESEL	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MÁS NIVEL							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
1. Mala dosificación de producto 2. Mala alineación de tanque TV-6 3. Mala comunicación durante el suministro para el envío de carga	1. Derrame y vaporización del producto y contaminación a drenajes 2. Ident a 1 3. Ident a1	1. Sistema de Alarma por alto nivel y alto-alto nivel, sistema SIMCOT para cierre de válvula a pie de tanque VOE-223 y detectores de gas a pie de tanque 2. Ident a 1 3. Ident a 1	2	2	4	B	Checar que el sistema de alarma funcione correctamente
			1	2	2	C	
			2	2	4	B	



	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX
	COMPañIA : TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: RECIBO Y REGULACIÓN DE PRESION DEL DIESEL PROVENIENTE DE LA TERMINAL 18 DE MARZO
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX DIESEL	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): NO FLUJO							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
1. Paro de bombas por falla de energía eléctrica en la terminal 18 de marzo 2. Falla en el suministro de producto de la terminal 18 de marzo 3. Baja existencia de producto para bombeo en la terminal 18 de marzo 4. Bloqueo de válvula de seccionamiento VOE-101 5. Rotura de línea por maquinaria 6. Toma clandestina 7. Actos vandálicos sobre el poliducto	1. No se cumple la operación, paro de planta y desabasto en la distribución del producto 2. Ident 3. Ident 4. Sobrepresionamiento de la línea 5. Derrame de productos con posible incendio y emisiones al ambiente 6. No se cumple la operación 7. Ident a 5	1. No existe 2. Comunicación vía radio microondas o teléfono y plan de contingencia para abastecimiento a través de las otras terminales 3. Ident a 2 4. Sistema de relevo por sobrepresión en azcapotzalco 5. Procedimientos de celaje y comunicación vía radio 6. Ident a 5 7. Ident a 5	2	2	4	C	1. Urgente se disponga de un sistema de energía eléctrica de emergencia en la terminal y así evitar la afectación de la distribución local de producto 2. comunicación 3. Mantener buena comunicación y cumplir con los programas de dosificación programada de bombes 4. calibración de valvulas 5. Urgente instalar un sistema de detección puntual de fuga de producto conectado al sistema SCADA
			2	2	4	C	
			2	2	4	C	
			2	2	4	C	
			1	2	2	C	
			3	1	3	C	
			3	1	3	C	



	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX
	COMPAÑÍA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: RECIBO Y REGULACIÓN DE PRESION DEL DIESEL PROVENIENTE DE LA TERMINAL 18 DE MARZO
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX DIESEL	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MENOS FLUJO							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
1. Válvula de seccionamiento VOE-101 parcialmente cerrada 2. saturación de sólidos en filtros 3. Válvula de seguridad VS-100 parcialmente abierta 4. Válvula reguladora de presión parcialmente cerrada 5. Toma clandestina 6. rotura parcial de línea 7. Fuga por empaques o	1. sobrepresionamiento de la línea 2. Ident 1 3. fuga 4. no se cumple la operación , perdida de producto 5. ident a 4 6. No se cumple la operación, derrame con posible incendio y emisiones al ambiente 7. Ident a 6	1. Válvula de seguridad en Terminal 18 de marzo	2	2	4	B	Continuar y aplicar el programa de mantenimiento preventivo Urgente instalar interruptor de presión diferencial ISPD-02 (solo aparece en DTI mas no en campo) Ident a 1 Urgente instalar sistema de detección de fuga puntual conectado al sistema Scada Ident a 5 Continuar y aplicar los programas de mantenimiento preventivo
		2. ident a 1	3	2	6	B	
		3. alarma e indicadores por baja presión y swicht de flujo SF-100	3	2	6	B	
		4. Válvula de seguridad VS-100y válvula manual en BY PASS	3	2	6	B	
		5. programa de celaje	1	2	2	B	
		6. Ident. a 5 y señalización del derecho de vía	3	2	6	B	
		7. programa de celaje					



rotura del vidrio del indicador de flujo IGF-01							
---	--	--	--	--	--	--	--

	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX
	COMPañIA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: RECIBO Y REGULACIÓN DE PRESION DEL DIESEL PROVENIENTE DE LA TERMINAL 18 DE MARZO
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX DIESEL	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MENOS PRESIÓN							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE	ACCION RECOMENDADA
1. Rotura parcial de la línea 2. Fuga en tapas de filtros 3. Válvula de seguridad VS-100 calzada	1. Derrame de productos con posible incendio y emisiones al ambiente 2. Ident a 1 3. Perdida de productos a TV-5	1. Programas de mantenimiento y operación	1	3	3	C	Urgente hacer estudio para ver la factibilidad para instalar detector de gases de mezclas explosivas en línea de recibo y medición Ident a 1 Continuar con programa de operación y mantenimiento
		2. Ident. a 1	3	2	6	B	
		3. Switch de flujo FS-100 conectado al Sistema SIMCOT	3	2	6	B	



	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX
	COMPAÑÍA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: CARGA DE GASOLINA PEMEX MAGNA A AUTOTANQUE (LLENADERAS 10,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,Y 22)
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX MAGNA	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): NO FLUJO							
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	ACCION RECOMENDADA	
1. Bloqueo de válvula macho a la llegada del sistema de llenado 2. Cierre o falla de válvula VOS-413, VOS-415, VOS-417 y VOS-419 3. Bloqueo de la válvula de carga a autotanque 4. Falla del sistema SCULLY preventor de derrames 5. Rotura de tubería	1. No se cumple la intención 2. Ident a 1 3. Ident a 1 y presionamiento hacia atrás de la línea 4. Ident a 1 5. Ident a 1 y derrame con posible incendio y emisiones al ambiente	1. Se tienen procedimientos operativos de carga por parte del conductor 2. Procedimientos operativos y mantenimiento preventivo 3. Ident a 1 y válvula de recirculación en bombas 4. Ident a 1 5. Se tienen válvulas de seccionamiento, sistema de aspersión, sistema de contra incendio, drenaje, industrial con sistema API, detectores de gases de mezclas explosivas	2	1	2	Continuar con el programa de capacitación de llenado de autotanques	
			2	1	2		C
			2	1	2		C
			2	1	2		C



			2	2	4	B	
--	--	--	---	---	---	---	--

	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX
	COMPAÑÍA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: CARGA DE GASOLINA PEMEX MAGNA A AUTOTANQUE (LLENADERAS 10,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,Y 22)
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX MAGNA	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MENOS FLUJO						
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	ACCION RECOMENDADA
1. Paro de bomba por falla de energía eléctrica 2. Válvula macho parcialmente cerrada 3. Por bajo nivel en TV-3 4. Por mala calibración de válvulas VOS-413,VOS-415, VOS-417 o VOS-419	1. Mayor tiempo de llenado de autotanques 2. Ident a 1 3. Ident a 1 4. Ident a 1	1. La planta de emergencia solo suministra energía a la bomba BA-01 Y BA-06	4	2	4	Urgente realizar estudio para incrementar capacidad de la planta de energía de emergencia que incluya todas las bombas
		2. Procedimientos operativos para los operadores de los autotanques al inicio de carga				Continuar con los programas de capacitación
		3. Sistema SIMCOT que cierra válvulas en TV-3 y procedimientos operativos	3	2	4	
		4. Procedimientos operativos y sistema SIMCOT de registro de bajo flujo a través de la turbina	3	2	4	



			4	2	4		preventivo al sistema SIMCOT Recomendable no operar en forma manual cuando hay bajo nivel en TV3
--	--	--	---	---	---	--	---

	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX
	COMPAÑÍA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: CARGA DE GASOLINA PEMEX MAGNA A AUTOTANQUE (LLENADERAS 10,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,Y 22)
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX MAGNA	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MÁS PRESIÓN						
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	ACCION RECOMENDADA
1. Incremento de presión cuando esta fuera el sistema SIMCOT 2. Falla de la unidad recuperadora de vapores por falla de energía eléctrica	1. Presionamiento de línea 2. No se cumple la intención y presionamiento de línea y en el autotanque con desfogue de vapores a la atmósfera, fugas	1. Sistema de relevo en descarga de bombas 2. Válvula de alivio y válvula de presión-vació en autotanque	2	4	7	B
			2	6	7	B



	en juntas y posible incendio		estudio para aumentar la capacidad de la planta de emergencia incluyendo la URV
--	------------------------------	--	---

	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX
	COMPAÑÍA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: CARGA DE GASOLINA PEMEX MAGNA A AUTOTANQUE (LLENADERAS 10,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,Y 22)
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX MAGNA	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA (Desviación): MÁS NIVEL						
CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	ACCION RECOMENDADA
1. Falla en el censor óptico en el autotanke por presencia de remanente 2. Falla del sistema de sobrellenado de autotanke 3. Falla en la aplicación de	1. Derrame de producto por el domo del autotanke a drenaje industrial con separador API y evaporación de estas con posible incendio 2. Ident a 1	1. Se realizan maniobras de inspección visual auxiliada por el depto, de instrumentación, detector de gases de mezclas explosivas, sistema de contraincendio, servo comando, extintores y bloqueo de válvula macho	4	2	7	B Actualizar procedimientos operativos que contemple autotankes con producto remanente
		2. Sistema SIMCOT para parar bombeo y cierre de válvulas	4	2	7	B Aplicación correcta del programa de mantenimiento Mejorar

procedimientos operativos por arranque de autotanque conectado al sistema de llenado y falla de permisivos	3. Ident a 1	VOS-413, vos-415, VOS-417, VOS-419, detector de mezclas explosivas, sistema de contraincendio, servocomando, extintores y bloqueo de válvula macho	2	2	4	B	procedimientos operativos en el llenado de autotanques
--	--------------	--	---	---	---	---	--





	ANÁLISIS DE RIESGO, TÉCNICA HAZOP	AREA DE PROCESO: ALMACENAMIENTO Y RECIBO DE GASOLINA PEMEX
	COMPAÑIA: TERMINAL DE RECIBO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN BARRANCA DEL MUERTO	NODO: CARGA DE GASOLINA PEMEX MAGNA A AUTOTANQUE (LLENADERAS 10,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21, Y 22)
	PRODUCTO: GASOLINA PEMEX DIESEL	FECHA: 22 de Junio de 2007

VARIABLE PALABRA GUIA	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	F	G	R	CLASE
FUENTE DE IGNICIÓN	Sistema de escape, sistema eléctrico, marcha y frenado del autotanque	Posible incendio en caso de fuga o derrame	Sistemas y dispositivos de seguridad en el área (aspersores, servocomando, personal de contra incendio, extintores, hidrantes y detector de gases de mezclas explosivas)	4	2	7	B
ELECTRICIDAD	Falla de energía en época de lluvia	No se cumple la intención	Planta de emergencia y UPS que tiene una duración de 30 minutos	5	1	5	B
ELECTRICIDAD ESTÁTICA	En el llenado del autotanque se tiene sistema de tierra y todos los equipos están aterrizados						
PUNTOS DE MUESTREO	Se cuenta con una válvula de purga parcialmente abierta	Fuga o derrame de producto a drenaje industrial con separador	Detector de gases de mezclas explosivas y drenaje industrial separador API	5	1	5	B
BLOQUEO DE EMERGENCIA	Cuenta con válvula macho y permisivo, sistema SCULLY y válvula triple						
COMUNICACIONES	Se cuenta con microondas, teléfono, sistema de voceo						
VÁLVULAS DE SEGURIDAD	Válvula de alivio, válvula de presión-vacío y válvula de emergencia en el fondo del autotanque						



CAPÍTULO 5

REGISTRO HAZOP



CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

Tal como se menciona en el capítulo de introducción del presente trabajo, la finalidad de un análisis de riesgo consiste en determinar las zonas de riesgo así como las consecuencias de los eventos derivados del trabajo en las áreas de Almacenamiento, Distribución y Recibo; con gasolinas y combustibles peligrosos, de ahí su importancia para poder encontrar las medidas de prevención y mitigación más adecuadas en cada caso.

Del análisis anterior se pueden observar varios posibles escenarios y en cada caso se propondrán diferentes medidas de mitigación y prevención. Uno de los escenarios más catastróficos que pueden suceder sería el derrame e incendio del tanque de almacenamiento de gasolina Premium TV-8 el cual se tomó como modelo para la simulación esto debido a las posibles consecuencias catastróficas que provocaría, hay que señalar que este evento es poco probable de presentarse pero es tomado en cuenta por las razones antes citadas; en el análisis también se presentaron con más frecuencia los incidentes de derrame por goteo de gasolinas y diesel en el área de llenaderas, sin embargo las consecuencias no serían más catastróficas.

Las medidas de seguridad que se implementaron para proteger de accidentes a las instalaciones y el entorno incluyendo personal y visitantes pueden seguir siendo eficientes si se siguen llevando los procedimientos de operación implantados tanto en las áreas de llenaderas como en las áreas de recibo, y áreas de almacenamiento así como los procedimientos de mantenimiento, y seguridad personal; en este contexto es importante señalar que en la historia de la terminal no ha habido accidentes de consideración fatal, solo pequeños incidentes.

Estos incidentes son importantes de tomar en cuenta ya que pudieran ocasionar accidentes de mayor magnitud lo cual obliga a perfeccionar esas medidas de seguridad esto se lograría creando conciencia en los trabajadores de responsabilidad, de obligatoriedad y de respeto a las normas, reglamentos y procedimientos de seguridad de la terminal en la cual se maneja, almacena y distribuye hidrocarburos con características de riesgo; y con este conocimiento en el trabajador se irán evitando más incidentes; para



crear esta conciencia; el trabajador debe tener una retroalimentación de su capacitación laboral tales como programas de operación (en caso de haber cambios en el equipo o cambios de procedimientos de operación), capacitación en todos los rubros de seguridad como manejo del fuego, extintores etc.

Por otra parte es necesario mantener una revisión periódica de las instalaciones, revisión de los procedimientos de operación, revisión de los reglamentos, revisión de los procedimientos de mantenimiento así como inclusión de nuevas tecnologías disponibles; todo esto será complementario de las medidas de seguridad

Por otra parte si se considera cuando son analizadas las medidas que se deben tomar para poder hacer mas seguras las operaciones de las empresas nos damos cuenta que si bien es cierto que muchas de ellas pueden resultar onerosas tales como la instalación de sistemas de agua contra incendio, sistemas de monitoreo y algunos otros de la misma naturaleza, también encontramos que algunas medidas son de simple lógica y que su implementación se puede hacer sin grandes inversiones, la inversión en seguridad sea quizá alta pero relativamente baja en comparación de los beneficios que pueda ofrecernos o de las perdidas cuando se presenta un accidente muchas veces superan el costo de esa inversión

La aplicación de un estudio de riesgo a una planta de almacenamiento, distribución y recibo de hidrocarburos obedece al marco jurídico que se tiene para la regulación a empresas de este tipo en donde se maneja, almacena, y distribuye sustancias riesgosas, es de acuerdo a un segundo listado de actividades altamente riesgosas emitido por la SEMARNAT, es por eso el interés que se obliga a su actualización constante de un análisis de riesgo.

Así también se dio a conocer diferentes metodologías llegando a la conclusión que la metodología más adecuada para este tipo de empresa es la metodología HAZOP ya que es una metodología sistematizada y ordenada, en donde se pudo aplicar las palabras guía con el propósito de analizar mas desviaciones en los nodos a estudiar

Conclusiones sobre el HAZOP



La mayoría de las recomendaciones son de Clase tipo B y C que tienen una importancia media y baja, por lo tanto las recomendaciones que se dan pueden atender de manera preventiva los riesgos que pudieran convertirse en catastróficos. En los casos en que no se da una acción inmediata de la clase B es porque se dispone de sistemas de emergencia, como son el cierre de válvulas a través del sistema SIMCOT

Es importante señalar las recomendaciones de tipo C es tener presente que por mínima clasificación también son importantes conocerlas, ya que pudieran eliminar los riesgos

Podría decirse que estas recomendaciones solo aparecen en zonas menos importantes a la de almacenamiento, se observa que no es así, se da la recomendación C en función de los dispositivos de emergencia como salvaguardas, dispuestos específicamente para este tipo de emergencias

Conclusiones de la modelación ARCHI

También es importante señalar que la modelación de estos eventos es solamente una visión teórica de los efectos que un evento de esta naturaleza puedan ocasionar y esto se debe a que no se consideran todas las variables involucradas en el mismo tales, como barreras físicas debidas a los límites de propiedad, la topografía natural del terreno etc. en el caso de la Terminal que analizamos el evento catastrófico más importante se presenta en el tanque TV-8 pero como señalamos con anterioridad la radiación térmica debida a un derrame e incendio en este tanque se vera afectada por la topografía ya que el tanque se encuentra por debajo del nivel de la calle adyacente y tenemos que existe también una barda en el límite de propiedad de la Terminal y la zona habitacional que se encuentra más allá de esta calle también tiene sus propias barrera, otro efecto que se debe considerar es la dirección del viento pues en el caso de un incendio en este tanque el viento dominante en la zona es en el sentido noreste y esto significa que puede ser más peligroso para la propia Terminal que para sus vecinos, lo anterior se debe a que cuando se modela se toman en consideración las condiciones más adversas, que no son siempre las que se presenta en un accidente, esto no quiere decir que el resultado de la modelación sea necesariamente erróneo sino que se deben tomar en cuenta también estas circunstancias para la toma de decisiones que se hagan en materia de seguridad.



Es importante considerar que adecuaciones se deben llevar a cabo tal como se mencionó con anterioridad, pues de este análisis se desprenderá la decisión de reforzar o no las medidas de seguridad con las que se cuenta, que pueden ser reforzamiento del área de seguridad con más equipo, adiestramiento al personal contra incendio, administrativo, etc. modificaciones de los equipos de seguridad tales como red de agua contra incendio, actualización de equipos de protección etc.



CAPÍTULO 7

BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

1. Determinación de Franjas Perimetrales de Seguridad en las Instalaciones de Petróleos Mexicanos, Pág. 34-39, 43-45 (PEMEX, 1999)
2. Procedimiento para definir el Nivel de Información que debe contener el Estudio de Riesgo (Instituto Nacional de Ecología, 2000)
3. Estudios de Riesgo (SEMARNAT)
<Http://Www.Semarnat.Gob.Mx/Dgmic/Rpaar/Aar/Estudios/Estudios.Shtml>
4. Especificaciones Generales para Diseño y Construcción de Plantas de Almacenamiento y Distribución Tipos "A" y "B" (PEMEX Refinación, Subdirección Comercial, Gerencia de Producto Gasolina y Diesel, Subgerencia de Evaluación Comercial, Superintendencia General de Normatividad Técnica, Pág. 20-30, abril 1995)
5. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 1988 (Artículos 146, 147, 147bis,)
6. Técnicas de detección de riesgos HAZOP (curso impartido por el Ing. Luís Hugo Auriol L. PEMEX- IMP , octubre 10 1994) Pág.1-40 ,
7. Sistemas de Identificación de Materiales Peligrosos. Organo Oficial de la Asociación de Higiene y Seguridad; VI Congreso Nacional de Ecología Industrial 1996
8. Especificaciones para las protecciones contra incendio en tanques de almacenamiento (Subdirección de transformación industrial PEMEX 1987) Pág. 7,8,9,10,11,38
9. Diseño, construcción, operación, mantenimiento, inspección de instalaciones de Terminal y tanques (Norma API 2610 primera edición, julio 1994)



-
10. CRANE flujo de fluidos, en válvulas, accesorios y tuberías, Pág. B-11, B-12,- B-13 primera edición. 1989
 11. NFPA, Standard 325, Fire hazards Proprieties of Flammable Liquids, Gases and volatile solids, Estates Unites, 1990
 12. Norma Oficial Mexicana 018-STPS-2000 "Sistema para la Identificación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo"
 13. Norma Oficial Mexicana 005-STPS 1998
 14. 300-50000-MAC-01 Manual de Metodologías para el Desarrollo y Actualización de Análisis de riesgos, PEMEX Refinación, Subdirección, de Almacenamiento y Distribución,27/diciembre/2002, Pág. 1-36
 15. 300-50000-PGA-28 procedimiento para realizar Análisis de Riesgos, PEMEX Refinación , Subdirección, de Almacenamiento y Distribución , 27 /diciembre/2002, Pág. 1-20
 16. CENAPRED Guía Practica Sobre Riesgos Químicos, Noviembre 2006 Pág. 5-23



CAPÍTULO 8

ANEXOS

HOJAS DE DATOS, REGISTRO DE LA SIMULACIÓN CON EL
PROGRAMA ARCHI



HAZARDOUS MATERIAL = Diesel
ADDRESS \ LOCATION = Av.Centenario 301 México D.F.
LATITUDE = 19,21
LONGITUDE = 99,12
DATE OF ASSESSMENT = 23/10/06
NAME OF DISK FILE = DIESEL.ASF

*** SCENARIO DESCRIPTION

Fuga de Diesel
Por Placa de Pared
Por corrosión

***** DISCHARGE RATE/DURATION ESTIMATES

Liquid discharge from nonpressurized container

Average discharge rate = 1009.1 lbs/min
Duration of discharge = 5 minutes
Amount discharged = 5045.5 lbs
State of material = Liquid

Note: Duration of discharge was intentionally shortened by user to account for response to spill. Computed duration was originally 5199.9 minutes.

***** LIQUID POOL SIZE ESTIMATES

Evaporating pool area = 9321 ft2
Burning pool area = 9321 ft2

Note: Pool is assumed to ignite after pool achieves maximum size.

***** LIQUID POOL EVAPORATION RATE/DURATION ESTIMATES

Vapor evolution rate = 347.9 lbs/min
Evolution duration = 14.6 minutes

***** TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind distance to concentration of 100 ppm
-- at groundlevel = 673 feet

Note: Minimum computable answer is 33 feet!
Actual hazard distance may be less.

See attached table(s) for further details.

***** POOL FIRE HAZARD ESTIMATION RESULTS

Burning pool radius = 54.5 feet
Flame height = 93 feet
Fatality zone radius = 91 feet
Injury zone radius = 130 feet



TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind Distance (feet)	Downwind Distance (miles)	Groundlevel Concentration (ppm)	Source Height Concentration (ppm)	Initial Evacuation Zone Width* (feet)
100	.02	3486	3486	130
141	.03	1801	1801	160
182	.04	1110	1110	190
223	.05	757	757	220
264	.05	553	553	250
305	.06	423	423	280
346	.07	335	335	310
387	.08	273	273	340
427	.09	227	227	370
468	.09	193	193	400
509	.1	166	166	430
550	.11	144	144	460
591	.12	127	127	490
632	.12	112	112	520
673	.13	101	101	1

*Usually safe for < 1 hour release. Longer releases or sudden wind shifts may require a larger width or different direction for the evacuation zone. See Chapters 3 and 12 of the guide for details. Source height specified by the user for this scenario was 0 feet.

TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind Distance (feet)	Downwind Distance (miles)	Contaminant Arrival Time at Downwind Location (minutes)	Contaminant Departure Time at Downwind Location (minutes)
100	.02	.1	14.8
141	.03	.2	14.9
182	.04	.2	14.9
223	.05	.2	15
264	.05	.2	15
305	.06	.3	15.1
346	.07	.3	15.2
387	.08	.3	15.2
427	.09	.4	15.3
468	.09	.4	15.4
509	.1	.4	15.4
550	.11	.5	15.5
591	.12	.5	15.5
632	.12	.5	15.6
673	.13	.6	15.7

CAUTION: See guide for assumptions used in estimating these times.



INPUT PARAMETER SUMMARY

PHYSIOCHEMICAL PROPERTIES OF MATERIAL

NORMAL BOILING POINT	=	527	degrees F
MOLECULAR WEIGHT	=	226	
LIQUID SPECIFIC GRAVITY	=	.828	
VAPOR PRES AT AMBIENT TEMP	=	.351	psia
	=	18.11	mm Hg
TOXIC VAPOR LIMIT	=	100	ppm

CONTAINER CHARACTERISTICS

CONTAINER TYPE	=	Vertical cylinder	
TANK DIAMETER	=	59.93	feet
TOTAL WEIGHT OF CONTENTS	=	5246816	lbs
WEIGHT OF LIQUID	=	5246816	lbs
LIQUID HEIGHT IN CONTAINER	=	36	feet
WEIGHT OF GAS UNDER PRESSURE	=	0	lbs
TOTAL CONTAINER VOLUME	=	107192	ft3
	=	801903	gals
LIQUID VOLUME IN CONTAINER	=	101550	ft3
	=	759695	gals
DISCHARGE HOLE DIAMETER	=	2	inch(es)
DISCHARGE COEFFICIENT OF HOLE	=	.62	
TEMP OF CONTAINER CONTENTS	=	80	degrees F

ENVIRONMENTAL/LOCATION CHARACTERISTICS

AMBIENT TEMPERATURE	=	80	degrees F
WIND VELOCITY	=	15	mph
ATMOSPHERIC STABILITY CLASS	=	D	
LIQUID CONFINEMENT AREA	=	NONE	
VAPOR/GAS DISCHARGE HEIGHT	=	0	feet

KEY RESULTS PROVIDED BY USER INSTEAD OF BY EVALUATION METHODS
NONE OBSERVED

KEY RESULTS OVERRIDDEN BY USER AT SOME POINT AFTER COMPUTATION
NONE OBSERVED



HAZARDOUS MATERIAL = Gasolina Magna
ADDRESS \ LOCATION = Av.Centenario 301 México D.F.
LATITUDE = 19,21
LONGITUDE = 99.12
DATE OF ASSESSMENT = 23/10/07
NAME OF DISK FILE = MAGNA.ASF

*** SCENARIO DESCRIPTION

Fuga de Gasolina Magna
por tubo de 10 pulg TV-6
por sismo

***** DISCHARGE RATE/DURATION ESTIMATES

Discharge from long distance liquid pipeline

Average discharge rate = 14918 lbs/min
Duration of discharge = 2.14 minutes
Amount discharged = 31897 lbs
State of material = Liquid

***** LIQUID POOL SIZE ESTIMATES

Evaporating pool area = 16766 ft²
Burning pool area = 16765.8 ft²

Note: Pool is assumed to ignite immediately upon initiation of discharge.

***** LIQUID POOL EVAPORATION RATE/DURATION ESTIMATES

Vapor evolution rate = 5733.1 lbs/min
Evolution duration = 5.57 minutes

***** TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind distance to concentration of 300 ppm
-- at groundlevel = 2888 feet

Note: Minimum computable answer is 33 feet!
Actual hazard distance may be less.

See attached table(s) for further details.

***** POOL FIRE HAZARD ESTIMATION RESULTS

Burning pool radius = 73.1 feet
Flame height = 88 feet
Fatality zone radius = 121 feet
Injury zone radius = 174 feet



TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind Distance (feet)	Downwind Distance (miles)	Groundlevel Concentration (ppm)	Source Height Concentration (ppm)	Initial Evacuation Zone Width* (feet)
100	.02	129804	129804	150
300	.06	16255	16255	300
499	.1	6385	6385	440
698	.14	3489	3489	590
897	.17	2235	2235	730
1096	.21	1572	1572	880
1295	.25	1175	1175	1020
1494	.29	918	918	1170
1693	.33	741	741	1310
1893	.36	613	613	1460
2092	.4	517	517	1600
2291	.44	443	443	1750
2490	.48	385	385	1890
2689	.51	339	339	2040
2888	.55	300	300	1

*Usually safe for < 1 hour release. Longer releases or sudden wind shifts may require a larger width or different direction for the evacuation zone. See Chapters 3 and 12 of the guide for details. Source height specified by the user for this scenario was 0 feet.

TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind Distance (feet)	Downwind Distance (miles)	Contaminant Arrival Time at Downwind Location (minutes)	Contaminant Departure Time at Downwind Location (minutes)
100	.02	.1	5.8
300	.06	.3	6.1
499	.1	.4	6.4
698	.14	.6	6.7
897	.17	.7	7
1096	.21	.9	7.3
1295	.25	1	7.6
1494	.29	1.2	7.9
1693	.33	1.3	8.2
1893	.36	1.5	8.5
2092	.4	1.6	8.8
2291	.44	1.8	9.1
2490	.48	1.9	9.4
2689	.51	2.1	9.7
2888	.55	2.2	10

CAUTION: See guide for assumptions used in estimating these times.



INPUT PARAMETER SUMMARY

PHYSIOCHEMICAL PROPERTIES OF MATERIAL

NORMAL BOILING POINT	=	437	degrees F
MOLECULAR WEIGHT	=	100	
LIQUID SPECIFIC GRAVITY	=	.72	
VAPOR PRES AT CONTAINER TEMP	=	11.42	psia
	=	590.9	mm Hg
VAPOR PRES AT AMBIENT TEMP	=	11.43	psia
	=	590.9	mm Hg
TOXIC VAPOR LIMIT	=	300	ppm

CONTAINER CHARACTERISTICS

CONTAINER TYPE	=	Pipeline	
PIPELINE DIAMETER	=	10	inches
PIPELINE LENGTH	=	787	feet
	=	.15	miles
INTERNAL PIPELINE PRESSURE	=	15	psia
LIQ HEIGHT IN PIPELINE	=	5	feet
LIQUID PIPELINE SHUTDOWN TIME	=	2	minutes
PIPELINE FLOWRATE	=	6305.9	lb/min
NO. PIPELINE DISCHARGE POINTS	=	1	
TOTAL WEIGHT OF CONTENTS	=	19285	lbs
WEIGHT OF LIQUID	=	19285	lbs
LIQUID HEIGHT IN CONTAINER	=	0	feet
WEIGHT OF GAS UNDER PRESSURE	=	0	lbs
TOTAL CONTAINER VOLUME	=	429.3	ft3
	=	3211	gals
LIQUID VOLUME IN CONTAINER	=	429.3	ft3
	=	3211	gals
DISCHARGE HOLE DIAMETER	=	10	inch(es)
DISCHARGE COEFFICIENT OF HOLE	=	.8	
TEMP OF CONTAINER CONTENTS	=	80	degrees F

ENVIRONMENTAL/LOCATION CHARACTERISTICS

AMBIENT TEMPERATURE	=	80	degrees F
WIND VELOCITY	=	15	mph
ATMOSPHERIC STABILITY CLASS	=	D	
LIQUID CONFINEMENT AREA	=	NONE	
VAPOR/GAS DISCHARGE HEIGHT	=	0	feet

KEY RESULTS PROVIDED BY USER INSTEAD OF BY EVALUATION METHODS
NONE OBSERVED

KEY RESULTS OVERRIDDEN BY USER AT SOME POINT AFTER COMPUTATION
NONE OBSERVED



AUDITORÍA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL
GERENCIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUBSTANCIAS

GASOLINA PEMEX PREMIUM (1)

Número de HDSS:	PR - 105/98	Revisión:	2	Fecha:	20/10/98
-----------------	--------------------	-----------	----------	--------	-----------------

Nota: Leer y comprender esta hoja de datos antes de manipular o disponer del producto.

SECCIÓN I. DATOS GENERALES

FABRICANTE: PEMEX REFINACIÓN Subdirección de Producción Av. Marina Nacional No. 329. Colonia Huasteca Delegación Cuauhtémoc, México, D. F., C.P. 11311 Teléfonos: 52 54-46-92 y 55 31-60-23	EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR A SETIQ¹: Interior de la República: 01-800-00-214 (las 24 hrs.) En el Distrito Federal: 55-59-15-88 (las 24 hrs.)
CONSULTAS A HOJAS DE DATOS: Gerencia de Seguridad Industrial Teléfono: (01)-52-50-27-56 (01)-52-54-25-45	ASISTENCIA TÉCNICA: Gerencia de Control de Producción. Teléfono: (01)-52-54-47-35

SECCIÓN II. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO

Nombre químico	Hidrocarburo	Fórmula química	De C ₅ H ₁₂ a C ₉ H ₂₀
Nombre común	Gasolina	Estado físico	Líquido
Sinónimos	Premium	Clasificación DOT ²	Clase 3 líquidos inflamables.
	Combustible automotriz	Respuesta inicial	Guía 128 (GRENA 96) ¹²

Descripción general del producto: Mezcla de diferentes hidrocarburos obtenido de la destilación atmosférica del petróleo crudo, sometidos a diferentes procesos. Obligatoria en todo el país excepto en las Zonas Metropolitanas del Valle de México. Monterrey y Guadalaíara.

SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

COMPONENTE	%(VOL, PESO)	NÚMERO CAS ³	NÚMERO ONU ⁴	CPT ⁵ /CCT ⁶ (ppm)	IPVS ⁷	GRADO DE RIESGO			
						S ⁸	I ⁹	R ¹⁰	E ¹¹
Gasolina Pemex Premium	100 v.	8006-61-9	1203	300/		1	3	0	
Aromáticos	32 v. máx.								
Olefinas	15 v. máx.								
Benceno	2.0 v. máx.	71-43-2	1114	10/		2	3	0	
Azufre	0.05 p. Máx.	7704-34-9	2448	No disponible		2	1	0	

1 Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química.

2 Clasificación del Departamento de Transporte de U.S.

3 Chemical Abstract Service Number.

4 Número asignado por la Organización de las Naciones Unidas.

5 Concentración Promedio Ponderada en el Tiempo (TWA).

6 Concentración para Corto Tiempo (STEL).

7 Inmediatamente Peligrosa para la Vida o la Salud.

8 Grado de Riesgo a la Salud.

9 Grado de Riesgo de Inflamabilidad.

10 Grado de Riesgo de Reactividad.

11 Grado de Riesgo Especial.

12 Guía de Respuesta de Emergencia Norteamericana

SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Peso Molecular	Variable	% de volatilidad	Esencialmente 100
Temperatura de ebullición (°C)	225 @ 760 mm Hg. Temp. Fin. Eb)	Color (Método visual)	Amarillo
Temperatura de fusión (°C)	No disponible	Olor	Característico a petróleo
Densidad de vapor (aire = 1)	3.4	Solubilidad en agua	Insoluble
Densidad relativa (H ₂ O = 1)	0.680 - 0.760	pH	No aplica
Presión de vapor Reid (ASTM D4953)	7.8 - 15 lb/pulg ²	Índice de Octano (R + M)/2	93 mínimo
Vel. Evaporación (Butil-Acetato =1)	No disponible		

SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN

Temperatura de inflamación (°C)	-38	Límites de inflamabilidad o explosividad	Inferior:	1.4
Temperatura de autoignición (°C)	No disponible		Superior:	7.6

Medio de extinción.-

En incendios pequeños: emplear polvo químico seco, agua en forma de rocío, espuma o Bióxido de Carbono.

En incendios mayores: emplear agua en forma de rocío o espuma regular; no utilizar chorro de agua.

Equipo de protección personal.-

El personal que efectúa labores de combate de incendio en edificios o en áreas confinadas donde se almacena este producto, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje de protección completo. Emplear traje para bombero profesional.

Procedimiento y precauciones especiales en el combate de incendios.-

Utilice agua en forma de rocío para enfriar las superficies expuestas y proteger al personal que intenta eliminar la fuga. Continuar el enfriamiento 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.

Permitir que el fuego arda bajo condiciones controladas, o extinguir empleando polvo químico seco o espuma.

Tratar de cubrir el líquido derramado con espuma. Evite introducir agua directamente dentro del contenedor.

En caso de incendio masivo, utilice soportes fijos para las 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.

Condiciones que conducen a otros riesgos especiales.-

Este producto es un líquido extremadamente inflamable, puede incendiarse fácilmente a temperatura normal, sus vapores son mas 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.

Los vapores de este producto no controlados que alcancen una fuente de ignición, pueden provocar una explosión.

La ropa, trapo o materiales similares contaminados con este producto y almacenados en espacios cerrados, pueden sufrir combustión espontánea.

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.

Productos de la combustión nocivos para la salud.- La combustión genera Monóxido de Carbono y Bióxido de Carbono.

SECCIÓN VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD

Estabilidad.- En condiciones normales esta sustancia es estable.	Incompatibilidad (sustancia a evitar).- Evitar el contacto de este producto con materiales oxidantes fuertes y con fuentes de ignición.
--	---

Descomposición en componentes o productos peligrosos.-

A temperaturas elevadas, esta sustancia puede generar gases tóxicos o inflamables (descomposición térmica).

La combustión de esta sustancia genera humos, Monóxido de Carbono y Dióxido de Carbono.

Polimerización espontánea/condiciones a evitar.-

Esta sustancia no presenta Polimerización.

SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD

EFECTOS POR EXPOSICIÓN AGUDA.

La exposición extrema a esta sustancia deprime el sistema nervioso central; los efectos pueden incluir la anestesia, coma, paro respiratorio y arritmia cardíaca.

Ingestión.-

Baja toxicidad.

Produce irritación de la mucosa de la garganta, esófago y estómago.

Inhalación.-

La exposición a concentraciones elevadas de vapores causan irritación a los ojos, nariz, garganta 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.

Debe evitarse respirar vapores y neblinas de esta sustancia.

Es asfixiante, la exposición a atmósferas con concentraciones excesivas de vapores de gasolina, puede causar un colapso repentino, coma y la muerte.

Contiene pequeñas cantidades de sustancias como el Benceno y el n-Hexano; el Benceno puede causar desórdenes o daños a la sangre o al sistema productor de sangre; el n-Hexano puede causar daño a los nervios periféricos (por ejemplo dedos, pies y brazos)

En altas concentraciones, los componentes de la gasolina pueden causar desórdenes en el sistema nervioso central.

Piel (contacto y absorción).-

Baja toxicidad.

El contacto frecuente o prolongado puede irritar la piel y causar salpullido (dermatitis).

Contacto con los ojos.-

El contacto de esta sustancia con los ojos causa irritación, pero no daña el tejido ocular.

Este producto causa sensación de quemadura severa, con irritación temporal e hinchazón de los párpados. La concentración de vapores entre 160 y 270 p.p.m. en el aire, irritará los ojos.

EFECTOS POR EXPOSICIÓN CRÓNICA.

Contiene Benceno. Estudios de salud humana (epidemiología) indican que la sobreexposición prolongada y/o repetida a Benceno puede causar daño al sistema productor de sangre y serios desórdenes en la sangre, incluyendo Leucemia. Pruebas en animales sugieren que la sobreexposición prolongada y/o repetida a Benceno puede dañar el embrión/feto. La relación entre los estudios en animales a humanos, no están totalmente establecidos.

Contiene n-Hexano. La exposición prolongada y/o repetida puede causar daño a sistema nervioso periférico (dedos, pies, brazos, etc.) Los estudios indican que esta sustancia es cancerígena en animales. La relación de estos resultados en humanos no está totalmente establecida.

CONSIDERACIONES ESPECIALES.

Cancerígeno *Indicar: _____

Mutagénico Instituciones que clasifican (NIOSH, OSHA, ACGIH. Incluir NOM-010-STPS): _____

Teratogénico _____

Otros* _____

Información complementaria.-

El Benceno, componente de la gasolina, es calificado por la NOM-010-STPS y por la ACGIH como potencialmente cancerígeno para el hombre, basados en evidencias epidemiológicas limitadas y establece niveles máximos permisibles de 10 p.p.m.

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos.-

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con agua limpia corriente por lo menos durante 15 minutos, o hasta que la irritación disminuya.

Si la irritación persiste obtenga atención médica inmediatamente.

Contacto con la piel.-

Retirar inmediatamente y confinar la ropa y calzado contaminados.

Lavar la parte afectada con abundante agua, empleando jabón si se encuentra disponible.

Lavar ropa y calzado antes de reusarlos.

Mantener a la víctima abrigada y en reposo.

En caso de que la víctima presente algún síntoma anormal, obtener atención médica inmediatamente.

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 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 apropiado 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, infecciosos o corrosivos.

Mantenga a la víctima abrigada y en reposo.

Las personas expuestas a atmósferas con altas concentraciones de vapores o atomizaciones de este producto, deben trasladarse a una área libre de contaminantes y con aire fresco.

Solicitar atención médica.

Otros riesgos o efectos a la salud.-

La exposición prolongada de vapores de gasolina, puede producir signos y síntomas de intoxicación similares a los producidos por el Heptano, tales como depresión del sistema nervioso central; sin embargo, estos síntomas pueden variar dependiendo del tiempo de exposición, de la concentración de vapores y de la composición del producto.

Datos para el Médico.-

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 estomacal.

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 pulmones.

Cuando la aspiración de vapores de gasolina causa paro respiratorio, procédase de inmediato a proporcionar respiración artificial hasta que la respiración se restablezca.

Antídoto (dosis, en caso de existir).-

No se tiene información.

SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Generales.

Llamar primeramente al número telefónico de respuesta en caso de emergencia.

Eliminar las fuentes de ignición.

No tocar ni caminar sobre el producto derramado.

Detener la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo.

De ser posible, los recipientes que lleguen a fugar deben ser trasladados a una área bien ventilada y alejada 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.

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, ya que por su volatilidad desprende vapores que forman mezclas explosivas o inflamables, capaces de recorrer grandes distancias hasta encontrar una fuente de ignición.

En caso de fuga o derrames pequeños, cubrir con arena u otro material absorbente no combustible.

En caso de ocurrir una fuga o derrame, aislar inmediatamente una área de por lo menos 50 metros a la redonda.

Cuando se trate de derrames mayores, tratar de confinarlo, recoger el producto y colocarlo en tambores para su disposición posterior. En caso de emplear equipos de bombeo para recuperar el producto derramado, deben ser a prueba de explosión.

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.

Utilizar cortina de agua para reducir los vapores o desviar la nube de vapor.

Todo el equipo que se use para el manejo del producto, debe estar conectado eléctricamente a tierra.

El producto residual y material contaminado, debe considerarse residuo peligroso si su temperatura de inflamación es menor que 60°C y por tanto requerirá su disposición en una instalación aprobada para residuo peligroso.

Recomendaciones para evacuación.

Cuando se trate de un derrame grande, considere una evacuación inicial a favor del viento, de por lo menos 300 metros.

En caso de que un tanque, carrotanque o autotanque esté involucrado en un incendio, considere un aislamiento y evacuación inicial de 800 metros a la redonda.

SECCIÓN IX. PROTECCIÓN PERSONAL

Equipo de protección personal.-

La selección del equipo de protección personal dependerá de las condiciones de uso.

Donde es probable el contacto con los ojos repetido o prolongado, utilice gafas de seguridad con protección lateral, mangas largas y guantes resistentes a productos químicos.

Donde el contacto es poco probable, pero que puede ocurrir como resultado de exposiciones cortas o periódicas, utilice gafas de seguridad con protección lateral.

Donde la concentración en el aire puede exceder los Límites de Exposición Ocupacional indicados en la sección III, y donde la ingeniería, las prácticas de trabajo u otros medios para reducir la exposición no son adecuados, puede ser necesario el empleo de equipos de protección respiratoria aprobados para prevenir la sobreexposición por inhalación.

No utilizar lentes de contacto cuando se trabaje con esta sustancia.

Otros.-

En el área donde se maneje este producto, debe considerarse la colocación de estaciones de regaderas-lavaojos en sitios estratégicos. Las estaciones deben estar accesibles, operables en todo momento y bien identificadas.

Ventilación.-

Debe trabajarse en áreas bien ventiladas.

Debe proveerse ventilación mecánica cuando se trate de espacios confinados.

Debe emplearse equipo de ventilación mecánica a prueba de explosión.

Las muestras de laboratorio deben manejarse en una campana de extracción.

SECCIÓN X. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

1.-Las unidades de arrastre de autotransporte y ferroviarias empleadas en el transporte de sustancias peligrosas, deben cumplir lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

2.-Las unidades de autotransporte y ferroviarias empleadas en el transporte de sustancias peligrosas, deben usar carteles de identificación; y deben portar el número con el que las Naciones Unidas clasifica al producto que se transporta. Estas indicaciones deben apegarse a los modelos que se indican en la NOM-003-SCT2-1994.

3.-Antes de iniciar las operaciones de llenado, debe verificarse que el contenedor esté limpio, seco y en condiciones apropiadas para la recepción del producto.

4.-Todos los envases y embalajes; así como las unidades destinadas al transporte terrestre de productos peligrosos, deben inspeccionarse periódicamente para garantizar sus condiciones óptimas. Para fines de esta inspección, deben emplearse como referencia las Normas Oficiales Mexicanas aplicables de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, entre las que se pueden citar las siguientes: NOM-006-SCT2-1994; NOM-020-SCT2-1995; NOM-032.SCT2-1995; y NOM-045-SCT2-1996.

5.-Esta Hoja de Datos de Seguridad de Substancias, debe portarse siempre en la unidad de arrastre.

SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

El producto residual y material contaminado, debe considerarse residuo peligroso si su temperatura de inflamación es menor que 60 °C y por tanto requerirá su disposición en una instalación aprobada para residuo peligroso.

Disponer apropiadamente de los productos y materiales contaminados usados en las maniobras de limpieza de fugas o derrames.

Consultar a las agencias locales reguladoras en materia ambiental, para determinar los procedimientos de disposición apropiados.

SECCIÓN XII. INFORMACIÓN SOBRE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

El personal no debe ingerir alimentos, beber o fumar durante el manejo de este producto.

El personal no debe emplear lentes de contacto cuando maneja este producto.

Las gasolinas son líquidos inflamables, por lo que existe el riesgo de incendio donde se almacenan, manejan o emplean. Deben tomarse precauciones para evitar que sus vapores formen mezclas explosivas.

Deben evitarse temperaturas extremas en su almacenamiento; almacenar en contenedores cerrados, fríos, secos, aislados, en áreas bien ventiladas y alejados del calor, fuentes de ignición y productos incompatibles como ácidos y materiales oxidantes.

No almacenar en contenedores sin etiquetas; los recipientes que contengan gasolina, deben almacenarse separados de los vacíos y de los parcialmente vacíos.

No debe emplearse este producto para limpiar equipos, ropa o la piel.

El almacenamiento de pequeñas cantidades de este producto, debe hacerse en contenedores de seguridad.

La ropa y trapos contaminados, deben estar libres de este producto antes de almacenarlos o reusarlos.

Trabajar a favor del viento durante la limpieza de derrames.

Los equipos empleados para el manejo de esta sustancia, deben estar debidamente aterrizados.



AUDITORÍA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL
GERENCIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUBSTANCIAS

GASOLINA PEMEX MAGNA (1)

Número de HDSS:	PR - 107/98	Revisión:	2	Fecha:	20/10/98
-----------------	--------------------	-----------	----------	--------	-----------------

Nota: Leer y comprender esta hoja de datos antes de manipular o disponer del producto.

SECCIÓN I. DATOS GENERALES

FABRICANTE: PEMEX REFINACIÓN Subdirección de Producción Av. Marina Nacional No. 329. Colonia Huasteca Delegación Cuauhtémoc, México, D. F., C.P. 11311 Teléfonos: 52 54-46-92 y 55 31-60-23	EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR A SETIQ¹: Interior de la República: 01-800-00-214 (las 24 hrs.) En el Distrito Federal: 55-59-15-88 (las 24 hrs.)
CONSULTAS A HOJAS DE DATOS: Gerencia de Seguridad Industrial Teléfono: (01)-52-50-27-56 (01)-52-54-25-45	ASISTENCIA TÉCNICA: Gerencia de Control de Producción. Teléfono: (01)-52-54-47-35

SECCIÓN II. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO

Nombre químico	Hidrocarburo	Fórmula química	De C ₅ H ₁₂ a C ₉ H ₂₀
Nombre común	Gasolina Magna sin	Estado físico	Líquido
Sinónimos	Gasolina	Clasificación DOT ²	Clase 3 líquidos inflamables.
	Combustible automotriz	Respuesta inicial	Guía 128 (GRENA 96) ¹²

Descripción general del producto: Mezcla compleja de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, nafténicos y aromáticos, derivados del procesamiento del petróleo, a la que se agregan pequeños porcentajes de antidetonantes, inhibidores, etc. Obligatoria en todo el país a partir de 1998, excepto Z.M. de las Cds. de México, Guadalajara, Monterrey y Zona Fronteriza Norte.

SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

COMPONENTE	%	NÚMERO ONU ⁴	CPT ⁵ /CCT ⁶ (ppm)	IPVS ⁷	GRADO DE RIESGO			
					S ⁸	I ⁹	R ¹⁰	E ¹¹
Gasolina Magna sin	100 v.	8006-61-9	1203	300/	1	3	0	
Aromáticos	Reportar							
Olefinas	Reportar							
Benceno	4.9 v. máx.	71-43-2	1114	10/	2	3	0	
Azufre	0.10 p. máx.	7704-34-9	2448	No disponible	2	1	0	

1 Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química.

2 Clasificación del Departamento de Transporte de U.S.

3 Chemical Abstract Service Number.

4 Número asignado por la Organización de las Naciones Unidas.

5 Concentración Promedio Ponderada en el Tiempo (TWA).

6 Concentración para Corto Tiempo (STEL).

7 Inmediatamente Peligrosa para la Vida o la Salud.

8 Grado de Riesgo a la Salud.

9 Grado de Riesgo de Inflamabilidad.

10 Grado de Riesgo de Reactividad.

11 Grado de Riesgo Especial.

12 Guía de Respuesta de Emergencia Norteamericana

SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Peso Molecular	Variable	% de volatilidad	Esencialmente 100
Temperatura de ebullición (°C)	225 @ 760 mm Hg. (Temp. Fin. Eb.)	Color (Método visual)	Rojo
Temperatura de fusión (°C)	No disponible	Olor	Característico a petróleo
Densidad de vapor (aire = 1)	3.0 - 4.0	Solubilidad en agua	Insoluble
Densidad relativa (H ₂ O = 1)	0.680 - 0.760	pH	No aplica
Presión de vapor Reid (ASTM D4953)	7.8 - 15 lb/pulg ²	Índice de Octano (R + M)/2	87 mínimo
Vel. Evaporación (Butil-Acetato =1)	Menor que 0.1		

SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN

Temperatura de inflamación (°C)	-38	Límites de inflamabilidad o explosividad	Inferior:	1.4
Temperatura de autoignición (°C)	No disponible		Superior:	7.6

Medio de extinción.-

En incendios pequeños: emplear polvo químico seco, agua en forma de rocío, espuma o Bióxido de Carbono.

En incendios mayores: emplear agua en forma de rocío o espuma regular; no utilizar chorro de agua.

Equipo de protección personal.-

El personal que efectúa labores de combate de incendio en edificios o en áreas confinadas donde se almacena este producto, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje de protección completo. Emplear traje para bombero profesional.

Procedimiento y precauciones especiales en el combate de incendios.-

Utilice agua en forma de rocío para enfriar las superficies expuestas y proteger al personal que intenta eliminar la fuga. Continuar el enfriamiento 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.

Permitir que el fuego arda bajo condiciones controladas, o extinguir empleando polvo químico seco o espuma.

Tratar de cubrir el líquido derramado con espuma. Evite introducir agua directamente dentro del contenedor.

En caso de incendio masivo, utilice soportes fijos para las 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.

Condiciones que conducen a otros riesgos especiales.-

Este producto es un líquido extremadamente inflamable, puede incendiarse fácilmente a temperatura normal, sus vapores son mas 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.

Los vapores de este producto no controlados que alcancen una fuente de ignición, pueden provocar una explosión.

La ropa, trapo o materiales similares contaminados con este producto y almacenados en espacios cerrados, pueden sufrir combustión espontánea.

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.

Productos de la combustión nocivos para la salud.- La combustión genera Monóxido de Carbono y Bióxido de Carbono.

SECCIÓN VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD

<p>Estabilidad.- En condiciones normales esta sustancia es estable.</p>	<p>Incompatibilidad (sustancia a evitar).- Evitar el contacto de este producto con materiales oxidantes fuertes y con fuentes de ignición.</p>
<p>Descomposición en componentes o productos peligrosos.- A temperaturas elevadas, esta sustancia puede generar gases tóxicos o inflamables (descomposición térmica). La combustión de esta sustancia genera humos, Monóxido de Carbono y Dióxido de Carbono.</p>	
<p>Polimerización espontánea/condiciones a evitar.- Esta sustancia no presenta Polimerización.</p>	

SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD

EFECTOS POR EXPOSICIÓN AGUDA.

La exposición extrema a esta sustancia deprime el sistema nervioso central; los efectos pueden incluir la anestesia, coma, paro respiratorio y arritmia cardíaca.

Ingestión.-

Baja toxicidad.

Produce irritación de la mucosa de la garganta, esófago y estómago.

Inhalación.-

La exposición a concentraciones elevadas de vapores causan irritación a los ojos, nariz, garganta 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.

Debe evitarse respirar vapores y neblinas de esta sustancia.

Es asfixiante, la exposición a atmósferas con concentraciones excesivas de vapores de gasolina, puede causar un colapso repentino, coma y la muerte.

Contiene pequeñas cantidades de sustancias como el Benceno y el n-Hexano; el Benceno puede causar desórdenes o daños a la sangre o al sistema productor de sangre; el n-Hexano puede causar daño a los nervios periféricos (por ejemplo dedos, pies y brazos)

En altas concentraciones, los componentes de la gasolina pueden causar desórdenes en el sistema nervioso central.

Piel (contacto y absorción).-

Baja toxicidad.

El contacto frecuente o prolongado puede irritar la piel y causar salpullido (dermatitis).

Contacto con los ojos.-

El contacto de esta sustancia con los ojos causa irritación, pero no daña el tejido ocular.

Este producto causa sensación de quemadura severa, con irritación temporal e hinchazón de los párpados. La concentración de vapores entre 160 y 270 p.p.m. en el aire, irritará los ojos.

EFECTOS POR EXPOSICIÓN CRÓNICA.

Contiene Benceno. Estudios de salud humana (epidemiología) indican que la sobreexposición prolongada y/o repetida a Benceno puede causar daño al sistema productor de sangre y serios desórdenes en la sangre, incluyendo Leucemia. Pruebas en animales sugieren que la sobreexposición prolongada y/o repetida a Benceno puede dañar el embrión/feto. La relación entre los estudios en animales a humanos, no están totalmente establecidos.

Contiene n-Hexano. La exposición prolongada y/o repetida puede causar daño a sistema nervioso periférico (dedos, pies, brazos, etc.) Los estudios indican que esta sustancia es cancerígena en animales. La relación de estos resultados en humanos no está totalmente establecida.

CONSIDERACIONES ESPECIALES.

Cancerígeno *Indicar: _____

Mutagénico Instituciones que clasifican (NIOSH, OSHA, ACGIH. Incluir NOM-010-STPS): _____

Teratogénico _____

Otros* _____

Información complementaria.-

El Benceno, componente de la gasolina, es calificado por la NOM-010-STPS y por la ACGIH como potencialmente cancerígeno para el hombre, basados en evidencias epidemiológicas limitadas y establece niveles máximos permisibles de 10 p.p.m.

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos.-

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con agua limpia corriente por lo menos durante 15 minutos, o hasta que la irritación disminuya.

Si la irritación persiste obtenga atención médica inmediatamente.

Contacto con la piel.-

Retirar inmediatamente y confinar la ropa y calzado contaminados.

Lavar la parte afectada con abundante agua, empleando jabón si se encuentra disponible.

Lavar ropa y calzado antes de reusarlos.

Mantener a la víctima abrigada y en reposo.

En caso de que la víctima presente algún síntoma anormal, obtener atención médica inmediatamente.

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 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 apropiado 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, infecciosos o corrosivos.

Mantenga a la víctima abrigada y en reposo.

Las personas expuestas a atmósferas con altas concentraciones de vapores o atomizaciones de este producto, deben trasladarse a una área libre de contaminantes y con aire fresco.

Solicitar atención médica.

Otros riesgos o efectos a la salud.-

La exposición prolongada de vapores de gasolina, puede producir signos y síntomas de intoxicación similares a los producidos por el Heptano, tales como depresión del sistema nervioso central; sin embargo, estos síntomas pueden variar dependiendo del tiempo de exposición, de la concentración de vapores y de la composición del producto.

Datos para el Médico.-

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 estomacal.

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 pulmones.

Cuando la aspiración de vapores de gasolina causa paro respiratorio, procédase de inmediato a proporcionar respiración artificial hasta que la respiración se restablezca.

Antídoto (dosis, en caso de existir).-

No se tiene información.

SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Generales.

Llamar primeramente al número telefónico de respuesta en caso de emergencia.

Eliminar las fuentes de ignición.

No tocar ni caminar sobre el producto derramado.

Detener la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo.

De ser posible, los recipientes que lleguen a fugar deben ser trasladados a una área bien ventilada y alejada 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.

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, ya que por su volatilidad desprende vapores que forman mezclas explosivas o inflamables, capaces de recorrer grandes distancias hasta encontrar una fuente de ignición.

En caso de fuga o derrames pequeños, cubrir con arena u otro material absorbente no combustible.

En caso de ocurrir una fuga o derrame, aislar inmediatamente una área de por lo menos 50 metros a la redonda.

Cuando se trate de derrames mayores, tratar de confinarlo, recoger el producto y colocarlo en tambores para su disposición posterior. En caso de emplear equipos de bombeo para recuperar el producto derramado, deben ser a prueba de explosión.

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.

Utilizar cortina de agua para reducir los vapores o desviar la nube de vapor.

Todo el equipo que se use para el manejo del producto, debe estar conectado eléctricamente a tierra.

El producto residual y material contaminado, debe considerarse residuo peligroso si su temperatura de inflamación es menor que 60°C y por tanto requerirá su disposición en una instalación aprobada para residuo peligroso.

Recomendaciones para evacuación.

Cuando se trate de un derrame grande, considere una evacuación inicial a favor del viento, de por lo menos 300 metros.

En caso de que un tanque, carrotanque o autotanque esté involucrado en un incendio, considere un aislamiento y evacuación inicial de 800 metros a la redonda.

SECCIÓN IX. PROTECCIÓN PERSONAL

Equipo de protección personal.-

La selección del equipo de protección personal dependerá de las condiciones de uso.

Donde es probable el contacto con los ojos repetido o prolongado, utilice gafas de seguridad con protección lateral, mangas largas y guantes resistentes a productos químicos.

Donde el contacto es poco probable, pero que puede ocurrir como resultado de exposiciones cortas o periódicas, utilice gafas de seguridad con protección lateral.

Donde la concentración en el aire puede exceder los Límites de Exposición Ocupacional indicados en la sección III, y donde la ingeniería, las prácticas de trabajo u otros medios para reducir la exposición no son adecuados, puede ser necesario el empleo de equipos de protección respiratoria aprobados para prevenir la sobreexposición por inhalación.

No utilizar lentes de contacto cuando se trabaje con esta sustancia.

Otros.-

En el área donde se maneje este producto, debe considerarse la colocación de estaciones de regaderas-lavaojos en sitios estratégicos. Las estaciones deben estar accesibles, operables en todo momento y bien identificadas.

Ventilación.-

Debe trabajarse en áreas bien ventiladas.

Debe proveerse ventilación mecánica cuando se trate de espacios confinados.

Debe emplearse equipo de ventilación mecánica a prueba de explosión.

Las muestras de laboratorio deben manejarse en una campana de extracción.

SECCIÓN X. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

- 1.-Las unidades de arrastre de autotransporte y ferroviarias empleadas en el transporte de sustancias peligrosas, deben cumplir lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- 2.-Las unidades de autotransporte y ferroviarias empleadas en el transporte de sustancias peligrosas, deben usar carteles de identificación; y deben portar el número con el que las Naciones Unidas clasifica al producto que se transporta. Estas indicaciones deben apearse a los modelos que se indican en la NOM-003-SCT2-1994.
- 3.-Antes de iniciar las operaciones de llenado, debe verificarse que el contenedor esté limpio, seco y en condiciones apropiadas para la recepción del producto.
- 4.-Todos los envases y embalajes; así como las unidades destinadas al transporte terrestre de productos peligrosos, deben inspeccionarse periódicamente para garantizar sus condiciones óptimas. Para fines de esta inspección, deben emplearse como referencia las Normas Oficiales Mexicanas aplicables de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, entre las que se pueden citar las siguientes: NOM-006-SCT2-1994; NOM-020-SCT2-1995; NOM-032.SCT2-1995; y NOM-045-SCT2-1996.
- 5.-Esta Hoja de Datos de Seguridad de Substancias, debe portarse siempre en la unidad de arrastre.

SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

El producto residual y material contaminado, debe considerarse residuo peligroso si su temperatura de inflamación es menor que 60 °C y por tanto requerirá su disposición en una instalación aprobada para residuo peligroso. Disponer apropiadamente de los productos y materiales contaminados usados en las maniobras de limpieza de fugas o derrames. Consultar a las agencias locales reguladoras en materia ambiental, para determinar los procedimientos de disposición apropiados.

SECCIÓN XII. INFORMACIÓN SOBRE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

El personal no debe ingerir alimentos, beber o fumar durante el manejo de este producto.
El personal no debe emplear lentes de contacto cuando maneja este producto.
Las gasolinas son líquidos inflamables, por lo que existe el riesgo de incendio donde se almacenan, manejan o emplean. Deben tomarse precauciones para evitar que sus vapores formen mezclas explosivas.
Deben evitarse temperaturas extremas en su almacenamiento; almacenar en contenedores cerrados, fríos, secos, aislados, en áreas bien ventiladas y alejados del calor, fuentes de ignición y productos incompatibles como ácidos y materiales oxidantes.
No almacenar en contenedores sin etiquetas; los recipientes que contengan gasolina, deben almacenarse separados de los vacíos y de los parcialmente vacíos.
No debe emplearse este producto para limpiar equipos, ropa o la piel.
El almacenamiento de pequeñas cantidades de este producto, debe hacerse en contenedores de seguridad.
La ropa y trapos contaminados, deben estar libres de este producto antes de almacenarlos o reusarlos.
Trabajar a favor del viento durante la limpieza de derrames.
Los equipos empleados para el manejo de esta sustancia, deben estar debidamente aterrizados.



AUDITORÍA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL
GERENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUBSTANCIAS

PEMEX DIESEL

Número de HDSS:	PR - 301/97	Revisión:	2	Fecha:	30/10/98
-----------------	-------------	-----------	---	--------	----------

Nota: Leer y comprender esta hoja de datos antes de manipular o disponer del producto.

SECCIÓN I. DATOS GENERALES

FABRICANTE: PEMEX REFINACIÓN Subdirección de Producción Av. Marina Nacional No. 329. Colonia Huasteca Delegación Cuauhtémoc, México, D. F., C.P. 11311 Teléfonos: 254-46-92 y 531-60-23	EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR A SETIQ¹: Interior de la República: 01-800-00-214 (las 24 hrs.) En el Distrito Federal: 559-15-88 (las 24 hrs.)
CONSULTAS A HOJAS DE DATOS: Gerencia de Protección Ambiental y Seguridad Industrial Teléfono: (015)-250-66-64 (015)-627-76-70	ASISTENCIA TÉCNICA: Gerencia de Control de Producción. Teléfono: (015)-254-47-35

SECCIÓN II. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO

Nombre químico	Diesel altamente hidrodesulfurado	Fórmula química	No disponible
Nombre común	Diesel automotriz de bajo Azufre	Estado físico	Líquido
Sinónimos	Aceite combustible automotriz	Clasificación DOT ²	Clase 3 líquidos inflamables. División 3.3
	Aceite combustible de bajo Azufre	Respuesta inicial SETIQ	Guía 13

Descripción general del producto: Mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, nafténicos y aromáticos, derivados del procesamiento del petróleo crudo. Se emplea como combustible automotriz.

SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

COMPONENTE	%(VOL, PESO)	NÚMERO CAS ³	NÚMERO ONU ⁴	CPT ⁵ /CCT ⁶ (ppm)	IPVS ⁷	GRADO DE RIESGO			
						S ⁸	I ⁹	R ¹⁰	E ¹¹
Diesel sin	100 p.		1202	100		1	2	0	
Aromáticos	30 v. máx.								
Azufre	0.05 p. máx.	7704-34-9	2448	No disponible		2	1	0	

1 Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química.

2 Clasificación del Departamento de Transporte de U.S.

3 Chemical Abstract Service Number.

4 Número asignado por la Organización de las Naciones Unidas.

5 Concentración Promedio Ponderada en el Tiempo (TWA).

6 Concentración para Corto Tiempo (STEL).

7 Inmediatamente Peligrosa para la Vida o la Salud.

8 Grado de Riesgo a la Salud.

9 Grado de Riesgo de Inflamabilidad.

10 Grado de Riesgo de Reactividad.

11 Grado de Riesgo Especial.

SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Peso Molecular	Variable	% de volatilidad	No disponible
Temperatura de ebullición (°C)	175 - 375 (aprox.)	Color	Amarillo claro
Temperatura de fusión (°C)	No disponible	Olor	Característico a petróleo
Densidad de vapor (aire = 1)	4	Solubilidad en agua	Insoluble
Densidad relativa (H ₂ O = 1) ^{20/4} °C	0.815 - 0.840 (aprox.)	pH	No aplica
Presión de vapor (mmHg 20°C)	0.1 a 0.6 lb/pulg ²	Índice de Cetano	48 mínimo
Vel.evaporación (Butil-Acetato = 1)	Menor que 1.0		

SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN

Temperatura de inflamación (°C)	45 mínimo	Límites de inflamabilidad o explosividad	Inferior:	0.7
Temperatura de autoignición (°C)	No disponible		Superior:	5

Medio de extinción.-

En incendios pequeños: emplear polvo químico seco, agua en forma de rocío, espuma o Bióxido de Carbono.

En incendios mayores: emplear agua en forma de rocío o espuma regular: no utilizar chorro de agua.

Equipo de protección personal.-

Utilizar equipo de respiración autónomo y traje de protección completo.

El personal que efectúa labores de combate de incendio en edificios o en áreas confinadas donde se almacena este producto, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje de protección completo.

Procedimiento y precauciones especiales en 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. Enfríe los contenedores con agua, aún después de que el fuego haya sido extinguido.

Eliminar la fuente de fuga si es posible hacerlo sin riesgo, y eliminar las fuentes de ignición cercanas.

Si la fuga o derrame no se ha incendiado, utilice agua en forma de rocío para dispersar los vapores.

Permitir que el fuego arda bajo condiciones controladas, o extinguir empleando polvo químico seco o espuma.

Tratar de cubrir el líquido derramado con espuma, evitando introducir agua directamente dentro del contenedor.

En caso de incendio masivo, utilice soportes fijos para las mangueras o los 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.

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.-

Esta sustancia puede almacenar cargas electrostáticas debidas al flujo o movimiento.

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.

Los contenedores pueden explotar cuando se calientan.

Los vapores pueden viajar a una fuente de ignición y regresar con flama.

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.- Esta sustancia es estable.	Incompatibilidad (sustancia a evitar).- Evitar las fuentes de calor, chispas y flamas abiertas. Evitar el contacto con materiales oxidantes fuertes, tales como el ácido nítrico.
Descomposición en componentes o productos peligrosos.- La combustión de esta sustancia genera Monóxido de Carbono y Bióxido de Carbono.	
Polimerización espontánea/condiciones a evitar.- Esta sustancia no presenta polimerización.	

SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD

EFFECTOS POR EXPOSICIÓN AGUDA.

Ingestión.-

La ingestión de esta sustancia provoca vómito, depresión del sistema nervioso central y dolor de cabeza. Si espontáneamente se presenta el vómito, no permita que éste se aspire hacia los pulmones, ya que una pequeña cantidad aspirada puede resultar en neumonitis química y edema o hemorragia pulmonar.

Inhalación.-

La aspiración de vapores puede irritar nariz y garganta; y causar tos y malestar en el pecho. Esta sustancia tiene efectos anestésicos.

Piel (contacto y absorción).-

Exposiciones breves pueden reseca la piel.
Exposiciones repetidas o prolongadas pueden irritar la piel y causar dermatitis.

Contacto con los ojos.-

La exposición a líquido y vapores de esta sustancia puede causar irritación a los ojos.

EFFECTOS POR EXPOSICIÓN CRÓNICA.

No se tiene información.

CONSIDERACIONES ESPECIALES.

Cancerígeno *Indicar: _____
Mutagénico Instituciones que clasifican (NIOSH, OSHA, ACGIH. Incluir NOM-010-STPS): _____
Teratogénico _____
Otros* _____

Información complementaria.- La OSHA "Occupational Safety and Health Administration", la ACGIH "American Conference of Governmental Industrial Hygienists" y la NOM 010-STPS-1994 "Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral", no consideran cancerígena a esta sustancia.

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos.-

Verificar y retirar lentes de contacto.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con agua limpia corriente por lo menos durante 15 minutos, o hasta que la irritación disminuya.

Si la irritación persiste aún después del lavado, 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, empleando jabón si se encuentra disponible.

Lavar ropa y calzado antes de reusarlos.

Mantener a la víctima abrigada y en reposo.

En caso de que la víctima presente algún síntoma anormal o si la irritación persiste después del lavado, obtener atención médica inmediata.

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 la sustancia ingerida hacia los pulmones en caso de vómito.

No provocar vómito por ser peligrosa la aspiración del líquido hacia los pulmones.

Si espontáneamente se presenta el vómito, observar si existe dificultad para respirar.

Solicitar atención médica inmediatamente.

Inhalación.-

Retirar a la víctima a un lugar bien ventilado y donde se respire aire fresco.

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, infecciosos o corrosivos.

Mantenga a la víctima abrigada y en reposo.

Solicitar atención médica inmediata.

Otros riesgos o efectos a la salud.-

No se tiene información.

Datos para el Médico.-

El personal médico debe tener conocimiento de la identidad y características de esta sustancia.

Antídoto (dosis, en caso de existir).-

No se tiene información.

SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Generales.

Llamar primeramente al número telefónico de respuesta en caso de emergencia.

Eliminar las fuentes de ignición cercanas.

No tocar ni caminar sobre el producto derramado.

Detener la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo.

De ser posible, los recipientes que lleguen a fugar deben ser trasladados a una área bien ventilada y alejada 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.

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.

Aislar inmediatamente el área de fuga o derrame a por lo menos 50 metros a la redonda.

Cuando se trate de derrames mayores, tratar de confinarlo, recoger el producto y colocarlo en tambores para su disposición posterior.

En caso de emplear equipos de bombeo para recuperar el producto derramado, éste debe ser a prueba de explosión.

Utilice herramientas antichispas para recoger el material derramado.

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.

Recomendaciones para evacuación.

En caso de un derrame grande, considere la evacuación inicial de por lo menos 300 metros a favor del viento.

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 PERSONAL

Equipo de protección personal.-

La selección del equipo de protección personal varía dependiendo de las condiciones de uso.

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. En derrames pequeños puede substituirse el equipo de respiración autocontenido por otro equipo de respiración aprobado.

Deben emplearse anteojos de seguridad o careta facial cuando se efectúen labores de atención a fugas o derrames.

No deben 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, las estaciones deben estar accesibles, operables en todo momento y bien identificadas.

Ventilación.-

Debe trabajarse en áreas bien ventiladas.

Debe proveerse ventilación mecánica cuando se maneje esta sustancia en espacios confinados.

Debe emplearse equipo de ventilación mecánica a prueba de explosión.

Las muestras de laboratorio deben manejarse en una campana de extracción.

SECCIÓN X. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

- 1.-Las unidades de arrastre de autotransporte y ferroviarias empleadas en el transporte de sustancias peligrosas, deben cumplir lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- 2.-Las unidades de autotransporte y ferroviarias empleadas en el transporte de sustancias peligrosas, deben usar carteles de identificación; y deben portar el número con el que las Naciones Unidas clasifica al producto que se transporta. Estas indicaciones deben apegarse a los modelos que se indican en la NOM-003-SCT2-1994.
- 3.-Antes de iniciar las operaciones de llenado, debe verificarse que el contenedor esté limpio, seco y en condiciones apropiadas para la recepción del producto.
- 4.-Todos los envases y embalajes; así como las unidades destinadas al transporte terrestre de productos peligrosos, deben inspeccionarse periódicamente para garantizar sus condiciones óptimas. Para fines de esta inspección, deben emplearse como referencia las Normas Oficiales Mexicanas aplicables de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, entre las que se pueden citar las siguientes: NOM-006-SCT2-1994; NOM-020-SCT2-1995; NOM-032.SCT2-1995; y NOM-045-SCT2-1996.
- 5.-Esta Hoja de Datos de Seguridad de Substancias, debe portarse siempre en la unidad de arrastre.

SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

Disponer apropiadamente de los productos y materiales contaminados usados en las maniobras de limpieza de fugas o derrames.
Consultar a las agencias locales reguladoras en materia ambiental, para determinar los procedimientos de disposición apropiados.

SECCIÓN XII. INFORMACIÓN SOBRE MANEJO 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 maneja este producto, ya que pueden contribuir a la severidad de daño a los ojos.
Deben evitarse temperaturas extremas en el almacenamiento de esta sustancia; almacenar en contenedores cerrados, fríos, secos, aislados, en áreas bien ventiladas y alejados del calor, fuentes de ignición y productos incompatibles.
No almacenar en contenedores sin etiquetas; los recipientes que contengan esta sustancia deben almacenarse separados de los vacíos y de los parcialmente vacíos.
No debe emplearse este producto para limpiar equipos, ropa o la piel.
El almacenamiento de pequeñas cantidades de este producto, debe hacerse en contenedores de seguridad.
La ropa y trapos contaminados, deben estar libres de este producto antes de almacenarlos o reusarlos.
Trabajar a favor del viento durante la limpieza de derrames.
Los equipos empleados para el manejo de esta sustancia, deben estar debidamente aterrizados.
No utilice 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.



HAZARDOUS MATERIAL = Gasolina Premium
ADDRESS \ LOCATION = Av. Centenario 301 Mexico D F
LATITUDE = 19,12
LONGITUDE = 99,21
DATE OF ASSESSMENT = 23/10/07
NAME OF DISK FILE = PREMIUM.ASF

*** SCENARIO DESCRIPTION

Fuga Gasolina Premium
por tubo de 10 pulg TV-8
por sismo

***** DISCHARGE RATE/DURATION ESTIMATES

Discharge from long distance liquid pipeline

Average discharge rate	=	14918	lbs/min
Duration of discharge	=	2.14	minutes
Amount discharged	=	31897	lbs
State of material	=	Liquid	

***** LIQUID POOL SIZE ESTIMATES

Evaporating pool area	=	16766	ft2
Burning pool area	=	16765.8	ft2

Note: Pool is assumed to ignite immediately upon initiation of discharge.

***** LIQUID POOL EVAPORATION RATE/DURATION ESTIMATES

Vapor evolution rate	=	5733.1	lbs/min
Evolution duration	=	5.57	minutes

***** TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind distance to concentration of 300 ppm
-- at groundlevel = 2888 feet

Note: Minimum computable answer is 33 feet!
Actual hazard distance may be less.

See attached table(s) for further details.

***** POOL FIRE HAZARD ESTIMATION RESULTS

Burning pool radius	=	73.1	feet
Flame height	=	88	feet
Fatality zone radius	=	121	feet
Injury zone radius	=	174	feet



TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind Distance (feet)	Downwind Distance (miles)	Groundlevel Concentration (ppm)	Source Height Concentration (ppm)	Initial Evacuation Zone Width* (feet)
100	.02	129804	129804	150
300	.06	16255	16255	300
499	.1	6385	6385	440
698	.14	3489	3489	590
897	.17	2235	2235	730
1096	.21	1572	1572	880
1295	.25	1175	1175	1020
1494	.29	918	918	1170
1693	.33	741	741	1310
1893	.36	613	613	1460
2092	.4	517	517	1600
2291	.44	443	443	1750
2490	.48	385	385	1890
2689	.51	339	339	2040
2888	.55	300	300	1

*Usually safe for < 1 hour release. Longer releases or sudden wind shifts may require a larger width or different direction for the evacuation zone. See Chapters 3 and 12 of the guide for details. Source height specified by the user for this scenario was 0 feet.

TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind Distance (feet)	Downwind Distance (miles)	Contaminant Arrival Time at Downwind Location (minutes)	Contaminant Departure Time at Downwind Location (minutes)
100	.02	.1	5.8
300	.06	.3	6.1
499	.1	.4	6.4
698	.14	.6	6.7
897	.17	.7	7
1096	.21	.9	7.3
1295	.25	1	7.6
1494	.29	1.2	7.9
1693	.33	1.3	8.2
1893	.36	1.5	8.5
2092	.4	1.6	8.8
2291	.44	1.8	9.1
2490	.48	1.9	9.4
2689	.51	2.1	9.7
2888	.55	2.2	10

CAUTION: See guide for assumptions used in estimating these times.



INPUT PARAMETER SUMMARY

PHYSIOCHEMICAL PROPERTIES OF MATERIAL

NORMAL BOILING POINT	=	437	degrees F
MOLECULAR WEIGHT	=	100	
LIQUID SPECIFIC GRAVITY	=	.72	
VAPOR PRES AT CONTAINER TEMP	=	11.42	psia
	=	590.9	mm Hg
VAPOR PRES AT AMBIENT TEMP	=	11.43	psia
	=	590.9	mm Hg
TOXIC VAPOR LIMIT	=	300	ppm

CONTAINER CHARACTERISTICS

CONTAINER TYPE	=	Pipeline	
PIPELINE DIAMETER	=	10	inches
PIPELINE LENGTH	=	787	feet
	=	.15	miles
INTERNAL PIPELINE PRESSURE	=	15	psia
LIQ HEIGHT IN PIPELINE	=	5	feet
LIQUID PIPELINE SHUTDOWN TIME	=	2	minutes
PIPELINE FLOWRATE	=	6305.9	lb/min
NO. PIPELINE DISCHARGE POINTS	=	1	
TOTAL WEIGHT OF CONTENTS	=	19285	lbs
WEIGHT OF LIQUID	=	19285	lbs
LIQUID HEIGHT IN CONTAINER	=	0	feet
WEIGHT OF GAS UNDER PRESSURE	=	0	lbs
TOTAL CONTAINER VOLUME	=	429.3	ft3
	=	3211	gals
LIQUID VOLUME IN CONTAINER	=	429.3	ft3
	=	3211	gals
DISCHARGE HOLE DIAMETER	=	10	inch(es)
DISCHARGE COEFFICIENT OF HOLE	=	.8	
TEMP OF CONTAINER CONTENTS	=	80	degrees F

ENVIRONMENTAL/LOCATION CHARACTERISTICS

AMBIENT TEMPERATURE	=	80	degrees F
WIND VELOCITY	=	15	mph
ATMOSPHERIC STABILITY CLASS	=	D	
LIQUID CONFINEMENT AREA	=	NONE	
VAPOR/GAS DISCHARGE HEIGHT	=	0	feet

KEY RESULTS PROVIDED BY USER INSTEAD OF BY EVALUATION METHODS
NONE OBSERVED

KEY RESULTS OVERRIDDEN BY USER AT SOME POINT AFTER COMPUTATION
NONE OBSERVED