



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ANÁLISIS DE RIESGO A LA SALUD EN UNA
EMPRESA DISTRIBUIDORA DE SOLVENTES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIATURA CON EL TÍTULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A:

GERARDO GOITIA SOTELO



DIRECTOR DE TESIS
M. EN I. SARA CERRUD SANCHEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA

MEXICO 2004



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.

A Brenda y Jimena que son el tesoro más grande en mi vida

A Mamá y Papá que con su amor y sacrificio soy lo que soy... y lo prometido es deuda

A mis hermanos que siempre han estado al pendiente

A mis amigos que siempre me impulsaron a seguir adelante

A mi familia política que siempre me dieron aliento para seguir adelante

A mi directora y profesores que me guiaron para llegar a este punto

Y a las personas que me enseñaron que hay algo más después del horizonte



	PÁGINA
PRÓLOGO	III
CAPÍTULO I DATOS GENERALES	2
1.1 Generalidades	2
1.2 Entorno natural	4
1.3 La empresa	6
CAPÍTULO II OPERACIÓN DE LA PLANTA	11
II.1 Descripción general de la operación de la planta	11
II.2 Listado de las materias primas y productos manejados en la planta	12
II.3 Envasado y transvasado de las sustancias	17
II.3.1 Lineamientos Generales	17
II.3.2 Descarga de pipas	17
II.3.3 Llenado de tambores	19
II.3.4 Carga de pipas	21
II.4 Tipos de recipientes y/o envases de almacenamiento	23
II.5 Tabla descriptiva de los equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización	25
CAPÍTULO III ANÁLISIS DE RIESGO	27
III.1 Definición de análisis de riesgo	27
III.2 Métodos de análisis de riesgo	29
III.3 Bases para el desarrollo de un análisis de riesgo	30
III.4 Metodologías y determinación de análisis de riesgo	31
III.4.1 Sistema integral de administración de la seguridad y protección ambiental (SIASPA), Pemex	31
III.4.2 Método normalizado para la evaluación de riesgo a la salud como consecuencia de agentes ambientales	31
III.4.3 Metodología de Zurich	32
III.4.4 Determinación de la metodología de análisis de riesgo	32
III.5 Matriz de decisión	33

	PÁGINA
CAPÍTULO IV APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO POR EL MÉTODO SIASPA	35
IV.1 <i>Definición y objetivos del análisis</i>	36
IV.2 <i>Recopilación del sistema a analizar</i>	36
IV.2.1 <i>Información y documentación</i>	36
IV.2.2 <i>Definición de equipos</i>	36
IV.3 <i>Aplicación de la técnica de HAZOP</i>	36
IV.4 <i>Elaboración de la lista de chequeo ¿qué pasa si...?</i>	39
IV.5 <i>Aplicación de la técnica de árbol de fallas</i>	43
IV.5.1 <i>Detección e identificación de riesgos</i>	43
IV.5.2 <i>Árbol de sucesos</i>	43
IV.6 <i>Representación de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento</i>	47
IV.7 <i>Resultados del análisis y evaluación</i>	47
IV.8 <i>Recomendaciones técnicas y operativas</i>	47
IV.9 <i>Descripción de las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuentan las instalaciones, consideradas para la previsión, control y atención de eventos extraordinarios</i>	48
 CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 51
V.1 <i>Situación general de las instalaciones</i>	51
V.2 <i>Recomendaciones derivadas del análisis de riesgo</i>	51
V.3 <i>Conclusiones del análisis de riesgo</i>	54
 REFERENCIAS	 57
 ANEXO A HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD	 60
 ANEXO B RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	 76



ANÁLISIS DE RIESGO A LA SALUD EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE SOLVENTES

La idea de realizar este estudio surgió a partir de observar el proceso de crecimiento en la industria en México y de las nuevas normas y estudios requeridos para el buen funcionamiento de las empresas.

Con una idea general de los recursos de las empresas, tenemos que el fundamental y el más destacable son los recursos humanos, es decir, son el corazón de las mismas.

Todo esto gira alrededor de la seguridad e higiene en el trabajo y surge la necesidad de dar a conocer a las empresas un camino para prevenir los accidentes y enfermedades laborales, debido a que en México no se cuenta con las condiciones mínimas necesarias de seguridad e higiene para desarrollar las actividades diarias.

No solo el mal manejo de los equipos y la falta de capacitación al personal nos puede conducir a la disminución de la calidad y cantidad de la producción, además, un medio ambiente peligroso o la falta de los medios adecuados para realizar las labores diarias pueden constituir una de las causas directas de accidentes y enfermedades profesionales.

Llevado de la mano con los estudios de análisis de riesgo al medio ambiente y los programas de protección civil, se aplica un estudio (análisis de riesgo a la salud) que lejos de ser complicado y de alta inversión, es práctico y de fácil aplicación permitiendo concientizar tanto a los directivos como a los trabajadores sobre los riesgos a los que están expuestos y la manera de prevenirlos. Para ello no se necesita una estructura orgánica formal, ni un cuerpo de especialistas, pero lo que sí es indiscutible es el actuar en conjunto dentro de las estructuras ya establecidas de la empresa para tomar las acciones simultáneamente entre patrones y empleados con la finalidad de lograr un medio ambiente de trabajo satisfactorio.

Este estudio abarca dentro de sus cinco capítulos, en primera instancia las generalidades de la empresa a la cual se le realizó dicho estudio, como son: la ubicación, el personal que labora en ella, el tipo de actividad que realiza, la operación de la planta, la materia prima utilizada y los lineamientos generales de operación.

Esto es seguido por el marco teórico del análisis de riesgo en general, empezando por la definición, para luego dar a conocer algunos métodos aplicables a este tipo de empresas. Por medio de una matriz de decisión se elige el más adecuado para el estudio y se aplica la metodología empezando por su descripción y siguiendo sus pasos básico llevándonos a generar una serie de recomendaciones prácticas para la empresa, así como los riesgos que puedan surgir y las acciones a tomar.

Para una mejor comprensión de este estudio se recomienda conocer las Normas Oficiales Mexicanas y la legislación aplicable en materia de seguridad e higiene laboral, para poder tener una visión más completa sobre la manera de prevenir accidentes y enfermedades laborales.

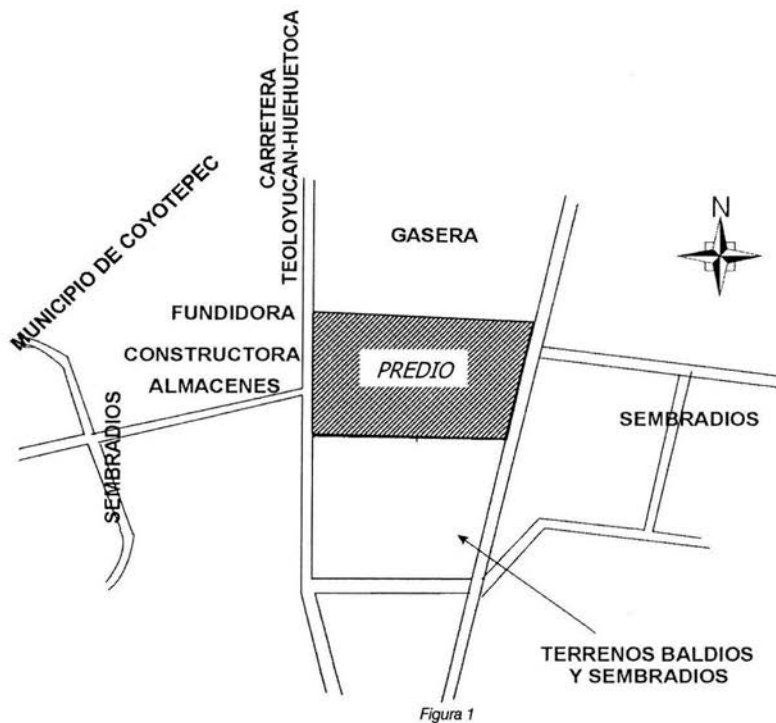
CAPÍTULO  ***DATOS GENERALES***

CAPITULO I DATOS GENERALES

I.1 Generalidades

La empresa que se va a analizar es mexicana y su actividad principal es la compra-venta, distribución, representación, importación y exportación de productos químicos en general (solventes), y actualmente es una de las distribuidoras de productos químicos más importante del Distrito Federal.

Su localización se presenta en la figura 1:



Por la ubicación de la empresa que es en el Estado de México, específicamente en el Municipio de Teolyucan, ésta se encuentra a 2,270 msnm (metros sobre el nivel del mar), siendo sus coordenadas geográficas las siguientes ⁽¹⁾:

- Longitud Oeste: 99° 11'
- Latitud Norte: 19° 45'

(1) FUENTE: Cuaderno Estadístico de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México 2000. INEGI.
Carta Topográfica, 1: 50 000

Las colindancias (Figura 1) del predio donde se encuentra ubicada la empresa son:

Al Norte: Colinda con dos empresas gaseras.

Al Oeste: Almacenes de ferrocarril, un empresa contratista y de obras civiles, empresa fundidora y terrenos con sembradíos.

Al Sur: Terrenos con sembradíos y un Canal de Aguas Negras.

Al Este: Terrenos con sembradíos y la Laguna de Zumpango (ésta se encuentra ubicada a más de 500 metros de la Planta).

La zona que ocupa la empresa, cuenta con toda la infraestructura necesaria para su operación.

Actualmente la región dispone de:

- Suministro de agua
- Energía eléctrica
- Vías de comunicación terrestres (vehiculares y ferroviarias)
- Teléfono
- Vigilancia
- Seguridad pública
- Servicios de emergencia

La distancia de ubicación de los servicios con respecto al predio son:

- Para la línea de energía eléctrica, ésta se encuentra aproximadamente a 2 metros de los límites del predio en su acceso principal.
- Para las vías de comunicación que corresponden a la Carretera Teoloyucan-Huehuetoca, ésta se encuentra en el límite de la entrada de acceso a la Planta. Con respecto a las vías férreas, se encuentran a una distancia mínima de 400 metros con respecto al predio.

Descripción de accesos

Las vías de acceso con que cuenta la zona aledaña al área de estudio son sólo del tipo terrestre. Está integrado por carreteras y algunos caminos de terracería que en su mayoría se encuentran pavimentados y su estado de conservación es regular. Destaca entre ellas la Carretera Teoloyucan-Huehuetoca que comunica el Estado de México con el Distrito Federal.

Otro tipo de acceso terrestre son las vías férreas que van de Tula de Allende a México D.F., aunque la empresa no requiere del uso de esta vía para el desarrollo de sus actividades.

Asimismo, la empresa cuenta con los servicios de transporte público como taxis, camiones, colectivos, etc., que pasan por la carretera Teoloyucan-Huehuetoca.

En la figura 2 se presentan las vías de acceso al sitio de la Planta.

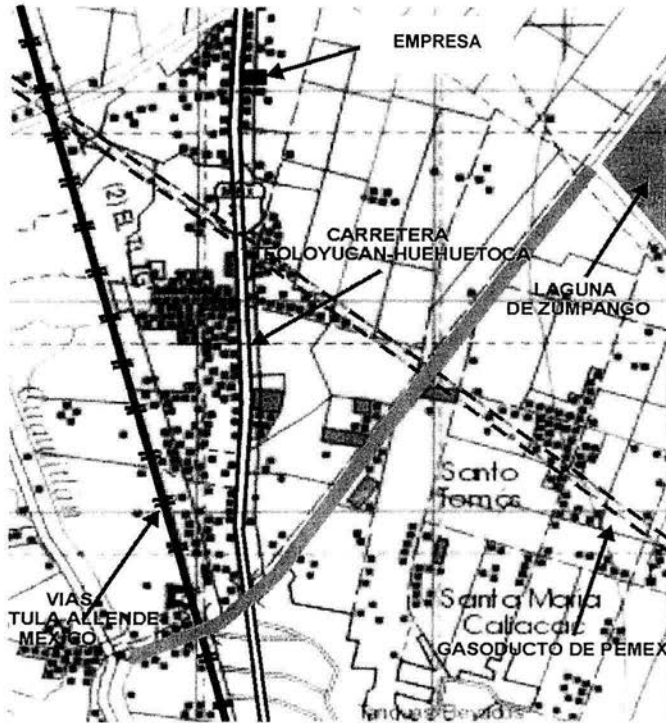


Figura 2 Vías de acceso a la planta

Sector Salud

El municipio donde se encuentra la planta cuenta con cuatro clínicas y catorce consultorios, también tiene 4 centros de salud rural, en los que se brinda atención médica general, servicios de medicina preventiva, planificación familiar, se aplican vacunas, se da orientación nutricional y saneamiento ambiental. La planta cuenta con el apoyo de 3 clínicas particulares de atención y apoyo en campañas de salud.

1.2 ENTORNO NATURAL

La planta está ubicada en una zona industrial con asentamientos humanos a los alrededores, en un radio de 500 metros, contándose en su mayor proporción con suelo de cultivo agrícola, en el cual se puede apreciar que la actividad desarrollada no ha perjudicado la zona.

Suelo ⁽²⁾

La Planta se localiza en una llanura sin formaciones orográficas de importancia; sólo cuenta con pequeñas lomas al oeste, entre ellas, la llamada, "loma del grillo"; específicamente se ubica sobre una plataforma de capas de tierra a un metro por debajo del nivel de la carretera Teoloyucan – Huehuetoca.

Aire ⁽³⁾

La contaminación del aire en el municipio resulta principalmente de la combustión de vehículos automotores, no obstante existen panaderías, baños públicos, ladrilleras, entre otros, lo que coadyuva a que se altere la calidad de aire. Las emisiones contaminantes generada por la industria no representan una problemática ya que el parque industrial es mínimo. Específicamente para la zona donde se ubica la Planta, la alteración de la calidad del aire es debido a las ladrilleras que se encuentran aproximadamente a unos 250 metros, sin embargo no existen a la fecha datos con relación a los contaminantes presentes y su concentración

Características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años

Otros factores importantes para la determinación de las características climáticas del lugar son la temperatura, humedad, dirección del viento y precipitación pluvial. La descripción de éstas condicionantes se presenta a continuación, las cuales están basadas en datos registrados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

• Temperatura ⁽⁴⁾:

En la tabla 1 se muestran las temperaturas medias mensuales (°C) registradas del municipio más cercano al lugar del estudio.

Estación y Concepto	Período	M e s											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acolman	1990	11.3	12.8	13.6	15.1	16.9	16.3	15.5	15.6	15.3	14.1	12.6	10.7
Promedio	1980-1990	11.1	12.5	14.1	16.4	17.7	17.5	16.6	16.6	16.1	14.8	13.1	11.9
Año más frío	1990	11.3	12.8	13.6	15.1	16.9	16.3	15.5	15.6	15.3	14.1	12.6	10.7
Año más caluroso	1982	12.5	13.3	15.9	18.7	18.7	18.2	16.5	16.6	16.5	15.2	13.3	12.3

Tabla 1

De acuerdo con los datos suministrados por la estación meteorológica de Alcolman, la temperatura media es de 15° C; la máxima extrema es de 27° C y la mínima extrema de 2° C.

(2) y (3) FUENTE: Atlas General del Estado de México. Vol. Toluca, México.

(4) FUENTE: C.N.A. Registro Mensual de Temperatura Media en °C.

- **Humedad Relativa:**

El clima predominante en la región puede clasificarse como templado subhúmedo con lluvias en verano, de acuerdo con los datos suministrados por la estación meteorológica de Acolman. Asimismo se tiene reportado que durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, se han registrado el mayor número de heladas.

- **Dirección y velocidad del viento:**

La información de velocidad y dirección del viento no se tiene disponible en la estación meteorológica de Acolman debido a que ellos no registran la dirección y velocidad del viento.

- **Precipitación Pluvial⁽⁵⁾:**

Con base a la información consultada en la estación meteorológica de Acolman, se tiene registrado una precipitación pluvial máxima de 46.2 mm durante 24 horas.

Las precipitaciones totales mensuales registradas se muestran en la tabla 2.

Estación y Concepto	Período	Mes											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acolman	1990	3.4	13.9	2.2	40.1	57.9	153.3	164.3	146.7	74.6	105.8	0.2	4.0
Promedio	1981-1990	6.1	5.7	14.8	25.9	37.4	121.2	134.0	124.6	83.6	54.3	11.4	4.9
Año más seco	1985	2.0	1.0	24.1	20.5	15.4	121.4	52.6	102.0	117.3	22.3	23.7	1.0
Año más lluvioso	1981	22.4	1.5	12.6	75.8	88.9	149.1	82.6	231.7	135.8	75.6	7.3	2.0

Tabla 2

1.3 La empresa

La participación del capital es solamente Nacional.

El inicio de operaciones de la planta fue desde el 8 de enero de 1995.

En la figura 3 se muestra la distribución de la empresa:

(5) FUENTE: C.N.A. Registro Mensual de precipitación pluvial en mm. Inédito

El número de trabajadores dentro de las instalaciones de la Planta es de: 155 personas en total, compuestos de 66 empleados administrativos y 89 en planta.

El total de horas semanales que se trabajan en las instalaciones es de 96 horas a la semana, dividido en 2 turnos operativos y un turno administrativo, como se muestra en la tabla 4.

Turnos		Número de trabajadores promedio						
No.	Horario	L	M	M	J	V	S	D
1	7:00 a 16:30	26	26	26	10	26	26	NA
2	15:00 a 23:00	26	26	26	26	26	26	NA
3	8:00 a 18:00	66	66	66	66	66	66	NA
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tabla 4

La Planta que se encuentra actualmente en operación recibe y distribuye una gran cantidad de sustancias químicas, las cuales se enlistan a continuación:

Nombre Comercial

- Aceite de pino
- Acetato de butilcarbitol
- Acetato de butilo
- Acetato de cellosolve
- Acetato de etilo
- Acetato de isopropanol
- Acetato de n propilo
- Acetato de vinilo (VAM)
- Acetona
- Aguarras natural de pino
- Aguarras sintético
- Alcohol diacetona
- Alcohol etílico potable
- Alcohol isopropílico
- Arcosoldpm
- Arcosol pm solvent
- Arcosolv pnp
- Aromina 100
- Aromina 150
- B-loxido de titanio
- Butilcarbitol
- Butilcellosolve
- Carbitol
- Cellosolve
- Cloruro de metileno
- D.B.E.
- D.I.B.K.
- Dibutilftalato
- Dioctilftalato
- Dicloroetano
- Dietilenglicol
- Dimetilformamida
- 2 etil hexanol
- Exxol d-40
- Exxol d-80
- Gasolina blanca
- Gasolvente
- Gasnafta
- Heptano hp
- Hexano
- Isobutanol
- Kerosina
- M.E.K.
- M.I.B.K.
- Metilcarbitol
- Metilcellosolve
- Metanol
- Monómero de estireno
- N-butanol
- N-propanol
- Pm. Acetato
- Pentaeritritol
- Percloroetileno
- Propilen glicol
- Tetrahidrofurano
- Thiner std
- Toluol
- Tricloroetileno
- Ucar ester eep
- Ucar filmer ibt
- Varsol
- Xilol

Las actividades que se desarrollan en las instalaciones de la Planta no requieren de ningún tipo de proceso; únicamente se realiza lo siguiente:

- *Recepción de las sustancias químicas*
- *Análisis de laboratorio previo por control de calidad*
- *Autorización para pasar aduana*
- *Pesado de material a cargar o descargar*
- *Autorización para realizar descarga o carga de sustancias*
- *Almacenamiento de sustancias químicas*
- *Distribución de los productos*

Las operaciones que se realizan en cada una de ellas, se describirá de manera detallada en el capítulo II "Operación de la Planta".

CAPÍTULO

II

***OPERACIÓN DE
LA PLANTA***

CAPÍTULO II OPERACIÓN DE LA PLANTA

Los criterios considerados para la ubicación de la misma así como para la instalación del proyecto son que el lugar presenta condiciones adecuadas sin afectar el entorno, además de que el suelo es de tipo industrial y cuenta con vías de comunicación de fácil acceso, como son las carreteras.

No se tiene registrado algún tipo de fenómeno que puede generar susceptibilidad a la instalación como podrían ser los fenómenos naturales como la lluvia y viento entre otros.

II.1 Descripción general de la operación de la planta

La planta que se encuentra actualmente en operación no presenta proceso alguno en el desarrollo de las actividades, ya que se dedica a la compra-venta, distribución, representación, importación y exportación de productos químicos en general (solventes), como se indicó anteriormente. A continuación se presenta la descripción y diagramas de las actividades que se ven involucradas en las instalaciones.

DIAGRAMAS DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

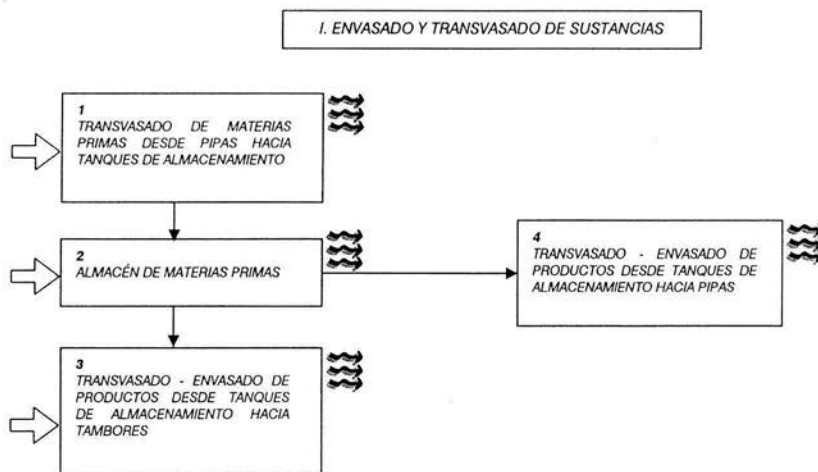
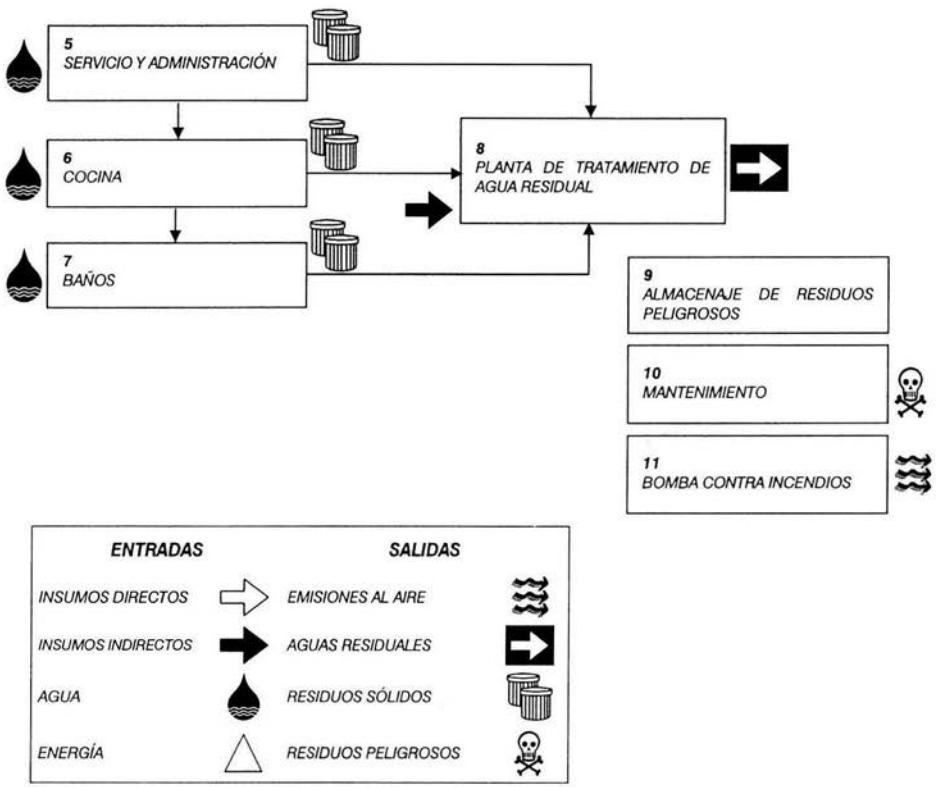


Figura 2.1 Diagrama de envasado y transvasado de sustancias

II. ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS



ENTRADAS		SALIDAS	
INSUMOS DIRECTOS	→	EMISIONES AL AIRE	🌊
INSUMOS INDIRECTOS	➔	AGUAS RESIDUALES	➔
AGUA	💧	RESIDUOS SÓLIDOS	🗑️
ENERGÍA	△	RESIDUOS PELIGROSOS	☠️

SIMBOLOGÍA

Figura 2.2 Diagrama de administración y servicios

II.2 Listado de todas las materias primas y productos manejados en el proceso

La lista de materia primas (insumos directos e indirectos) que son utilizadas en el desarrollo de las actividades, se presenta en la siguiente tabla 2.1. Todas las sustancias son almacenadas en tanques de acero al carbono.

No.	Nombre comercial	Nombre químico	Sinónimos	Familia química
1	ACEITE DE PINO	ACEITE DE PINO	VERSANOL, YARMOR	GLICÉRIDOS
2	ACETATO DE BUTIL CARBITOL	ÁCIDO ACÉTICO, 2 (2BUTOXIETOXI ETIL ÉSTER)	DIETILENGLICOLMONOBUTIL ATER ACETATO	ESTERES
3	ACETATO DE BUTILO	ACETATO DE BUTILO	1 BUTIL ACETATO; ESTER BUTÍLICO DEL ÁCIDO ACÉTICO; ETANOATO DE BUTILO; 1ACETOXIBUTANO	ESTERES
4	ACETATO DE CELLOSOLVE	2-ETOXIETIL ESTER	POLYSOLVE ACETATO, DE 2-ETOXIETILO, ACETATO DE ETILGLICOL	ESTERES
5	ACETATO DE ETILO	ACETATO DE ETILO	ESTER ETIL ACÉTICO, ETANOATO DE ETILO, ACÉTIDIN	ESTERES
6	ACETATO DE ISOPROPANOL	ACETATO DE ISOPROPANOL	PROPIL ACETATO I -METIL ETIL ETANOATO	ESTER
7	ACETATO DE N PROPILO	ACETATO DE N PROPILO	ÁCIDO ACÉTICO, I-PROPIL ÉSTER.	ESTERES
8	ACETATO DE VINILO (VAM)	ACETATO DE VINILO	ETINIL ÉSTER, VINIL ÉSTER VAM MONOMERO DE ACETATO VINILO	MONOMEROS
9	ACETONA	ACETONA	DMK, 2-PROPANONA, DIMETIL CETONA, B-CETOOPROPANO	CETONAS
10	AGUARRAS NATURAL DE PINO	MEZCLA DE AROMÁTICOS	AGUARRAS NATURAL	AROMÁTICOS INORGÁNICOS
11	AGUARRAS SINTÉTICO	MEZCLA DE HIDROCARBUROS	AGUARRAS D-3	SOLVENTES AROMÁTICOS
12	ALCOHOL DIACETONA	ALCOHOL DIACETONA	4-HIDROXI-4-METIL-2-PENTANONA; 2-HIDROXI-2-METIL-4-PENTANONA; 2-METIL-2-PENTANOL-4-ONA; 2-PENTANONA-4-HIDROXI-4-METIL	ALCOHOL; CETONA
13	ALCOHOL ETÍLICO POTABLE	ETANOL	ETANO, METIL CARBITOL, ALCOHOL ETÍLICO, 192 PROOF ó 96° G.L	ALCOHOLES
14	ALCOHOL ISOPROPÍLICO	PROPANOL	ISOPROPANOL; 2-PROPANOL, SEC PROPIL ALCOHOL	ALCOHOLES
15	ARCOSOLDPM-	DPM; DIPROPILEN GLICOL METIL ÉTER	NINGUNO	GLICO ÉTER
16	ARCOSOL PM SOLVENT	PM	I-METOXI-2-PROPANOL	GLICO ÉTER
17	ARCOSOLV PNP	P.N.P. ÉTER PROPILENGLICOL N-PROPÍLICO	NINGUNO	GLICO ÉTER
18	AROMINA 100	MEZCLA DE HIDROCARBUROS, AROMÁTICO 100, SOLVESCO 1 00	AROMÁTICOS	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS
19	AROMINA 150	MEZCLA DE HIDROCARBUROS	AROMÁTICOS 150 SOLVESCO 150	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS
20	B-IOXIDO DE TITANIO	B-IOXIDO DE TITANIO	DIÓXIDO DE TITANIO; TIOFIN HOMBITAN; RUTILO; TRONOX	ÓXIDO INORGÁNICO

Tabla 2.1 Materias primas, continua...

No.	Nombre comercial	Nombre químico	Sinónimos	Familia química
21	BUTIL CARBITOL	2, (2-BUTOXI ETOXI) ETANOL	ETER N-BUTÍLICO DEL DIETILEN GLICOL; GLICOETER DB	GLICOÉTERES
22	BUTIL CELLOSOLVE	2-BUTIXIL-1 -ETANOL, BUTIL GLICOL	PLURASOLV EB, ETER BUTILICO DE ETILENGLICOL	GLICOÉTERES
23	CARBITOL	70% ETER ETÍLICO DIETILENGLICOL, 30% ETI	PLURASOLV DE/ MERG; ETIL CARBITOL	GLICOÉTERES
24	CELLOSOLVE	2-ETOXIETANOL	ETER MONOETÍLICO DEL ETILENGLICOL, GLICOETER EE.	GLICOÉTERES
25	CLORURO DE METILENO	DICLOROMETANO	BICLORURO DE METILENO; FREON 30; SOLMETINO	HIDROCARBUROS CLOTRADOS
26	D.B.E.	D.B.E.	ESTER DIBÁSICO ALIFÁTICO	ESTERES
27	D.I.B.K.	DISOBUTIL CETONA	D.I.B.K.	CETONAS
28	DIBUTIL FTALATO	DIBUTIL FTALATO	BUTIL FTALATO; ESTER DIBUTÍLICO DEL ÁCIDO FTÁLICO; PLATINOL C; ELAOL; PX 104.D.B.P.	ESTERES FTÁLICOS
29	DIOCTIL FTALATO	DIOCTIL FTALATO	DEHP, DI (2 ETIL HEXIL) FTALATO, ESTER DIOCTÍLICO DEL ACIDO FTÁLICO D.O.P.	ESTERES FTÁLICOS
30	DICLOROETANO	1,2- DICLOROETANO	CLORURO DE ETILENO; DICLOROETILENO; LICOR DE LOS HOLANDESES	HALUROS DE ALQUILO
31	DIETILENGLICOL	OXAPENTANO-1-5-DIOL	GLICOL ETIL ETER; 3-OXA-I, 5-PENTANODIOL; DIHIDROXI DIETIL ETER, GLICOLDIETILÉNICO	GLICOLES
32	DIMETIL FORMAMIDA	N,N-DIMETIL FORMAMIDA	DMF; _N-FORMILDIMETILAMINA	AMIDA
33	2 ETIL HEXANOL	1,2 ETANODIOL	1,2-DIHIDROXIETANO, M.E.G.; TESCOLO, ALCOHOL 2-ETIL-HEXÍLICO	GLICOLES
34	EXXOL D-40	HIDROCARBURO ALIFATICO	-	HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO
35	EXXOL D-80	HIDROCARBURO HIDROCARBURO ALIFATICO	-	HIDROCARBURO HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO
36	GASOLINA BLANCA	MEZCLA DE HIDROCARBUROS	GASOLINA INCOLORA	HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS
37	GASOLVENTE	MEZCLA DE HIDROCARBUROS	RUBBER SOLVENT	SOLVENTES ALIFÁTICOS
38	GASNAFTA	GASNAFTA	GASNAFTA, VARSOL	SOLVENTES HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS
39	HEPTANO HP	N-HEPTANO	GETTYSOLVENTE-C; HÍDRIDO HEPTIL; DIPROPIL METANO	HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS
40	HEXANO	N-HEXANO	GETTYSOLVENTE-B	HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO
20	B-IOXIDO DE TITANIO	B-IOXIDO DE TITANIO	DIÓXIDO DE TITANIO; TIOFIN HOMBITAN; RUTILO; TRONOX	ÓXIDO INORGÁNICO

Tabla 2.1 Materias primas, continua...

No.	Nombre comercial	Nombre químico	Sinónimos	Familia química
41	ISOBUTANOL	ALCOHOL ISOBUTÍLICO	ALCOHOL ISOBUTÍLICO, 2- METILPROPANOL	ALCOHOLES
42	KEROSINA	HIDROCARBURO ALIFATICOS	N/D	HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO
43	M.E.K.	2-BUTANONA	2-BUTANONA, METI ETIL CETONA	CETONAS
44	M.I.B.K.	METIL ISOBUTIL CETONA	ISOPROPIL ACETONA; 4METIL-2- PENTANONA, METIL ISOBUTIL CETONA	CETONAS
45	METIL CARBITOL	2-(2- METOXI, ETOXI)-ETANOL	ETER METÍLICO DEL DIETILENGLICOL, EKTASOLVE DM; MECB; PLURASOLV DM	GLICOÉTERES
46	METIL CELLOSOLVE	2-METOXIETANOL	ETER METÍLICO DEL ETILENGLICOL; METOXIHIDROXIETANO; 2-METOXIETANOL; PLURASOLVEM.ETILEN GLICOL METIL ETER	GLICOÉTERES
47	METANOL	ALCOHOL METÍLICO	CARBITOL; HIDRÓXIDO DE METILO; METILOL	ALCOHOLES
48	MONOMERO DE ESTIRENO	FENIL ETENO	ETENIL VENCENO; FENIL ETILENO; VINIL BENCENO, ESTIRENO	ALQUENILBENCENOS
49	N-BUTANOL	ALCOHOL BUTÍLICO	1-BUTANOL; N-PROPIL CARBINOL; ALCOHOL BUTÍRICO; 1-HIDROXI-BUTANO, BUTANOL	ALCOHOLES
50	N-PROPANOL	ALCOHOL N-PROPANOL	ALCOHOL PROPÍLICO; PROPANOL; ALCOHOL N-PROPILO	ALCOHOLES
51	PM. ACETATO	ACETATO DE 1-METOX-2- PROPANOL, PMA	ACETATO DE 1-METOX-2- PROPANOL, ACETATO ARCOSOLV PM, METIL PROPASOL ACETATO	GLICOETERES ESTERES
52	PENTAERITRITOL	TETRAMETILOLMETANO	PE, PENTEK, TETRAHIDROXIMETILMETANO	GLICOLES
53	PERCLOROETILENO	PERCLOROETILENO	TRACLOROETILENO, TETRACLOROETILENO	HIDROCARBUROS CLORADOS
54	PROPILEN GLICOL	1,1-PROPANODIOL	M.P.G.; PROPILENGLICOL	GLICOLES
55	TETRAHIDROFURANO	TETRAHIDROFURANO	THF; OXIDO DE TETRAMETILENO, ÓXIDO DE DIETILENO, 4,4EPOI BUTANO, OXALENO, OXACICLOPENTANO.	ETERES CICLOS
56	THINER STD	MEZCLA DE HIDROCARBUROS	THINNER	SOLVENTES HIDROCARBUROS
57	TOLUOL	TOLUOL	METIL BENCENO; TOLÚ-SOL, TOLUENO	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS
58	TRICLOROETILENO	TROCOLOETILENO	TRICLOROETENO, TRICLOROETILENO, TRICLORO	HIDROCARBUROS ALOGENADOS.
59	UCAR ESTER EEP	ÁCIDO PROPIONICO, 3-ETOXI ETIL ESTER	ETIL 3-ETOXIPROPIONATO	ESTERES
60	UCAR FILMER IBT	2,2,4 TRIMETIL-1,3 PENTANODIOL MONOISO	UCAL FILMER 351; ESTER ALCOHOL, UCAR FILMER IBT, TEXANOL	ESTER/ALCOHOL
61	VAR SOL	NA	VAR SOL	HIDROCARBURO DEL PETRÓLEO
62	XILOL	MEZCLA DE ISÓMEROS DEL XILOL	XILENO; VIOLET 3; RCRA	SOLVENTES HIDROCARBUROS

Tabla 2.1 Materias primas

Del listado anterior, las sustancias consideradas dentro de los Listados de Actividades Altamente Riesgosas presentes en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se presentan en la tabla 2.2.

NOMBRE DEL PRODUCTO	NÚMERO NACIONES UNIDAS	ESTADO FÍSICO	CANTIDAD EN PLANTA KG	GRADO DE RIESGO		
				S	I	R
BUTANOL	1120	LÍQUIDO	200,000	1	3	0
ACETATO DE BUTILO (ISO SEC)	1123	LÍQUIDO	200,000	1	3	0
ACETATO DE ETILO	1173	LÍQUIDO	100,000	1	3	0
ACETATO DE PROPILO (N, ISO)	1276	LÍQUIDO	100,000	1	3	0
ACETATO DE VINILO	1301	LÍQUIDO	86,000	3	3	0
ACETONA	1090	LÍQUIDO	86,000	1	3	0
ALCOHOL AMILICO (N, SEC)	1105	LÍQUIDO	200,000	2	2	0
ALCOHOL BUTÍLICO (ISO, SEC, TER)	1120	LÍQUIDO	200,000	1	3	0
ALCOHOL DESNATURALIZADO	1170	LÍQUIDO	100,000	1	3	0
ALCOHOL ETÍLICO	1170	LÍQUIDO	100,000	2	3	0
ALCOHOL METÍLICO	1230	LÍQUIDO	100,000	1	3	0
ALCOHOL PROPÍLICO (ISO)	1274	LÍQUIDO	200,000	1	3	0
BENCENO	1114	LÍQUIDO	40,000	2	3	0
CICLOHEXANO	1145	LÍQUIDO	40,000	2	3	0
ESTIRENO	2055	LÍQUIDO	200,000	2	3	0
ETIL METILCETONA	1193	LÍQUIDO	200,000	1	3	0
ETILENO-GLICOL DIETÍLICO ETER	1993	LÍQUIDO	200,000	2	1	0
HEPTANO (N, ISO Y MEZCLA DE ISÓMEROS)	1206	LÍQUIDO	200,000	1	3	0
METANOL	1230	LÍQUIDO	100,000	1	3	0
METIL ISOBUTIL CETONA	1245	LÍQUIDO	200,000	2	3	0
METIL PIRROLIDONA	1993	LÍQUIDO	20,000	2	2	0
PERCLOROETILENO	1897	LÍQUIDO	200,000	2	0	0
TETRAHIDROFURANO	2056	LÍQUIDO	100,000	2	3	1
TOLUENO	1294	LÍQUIDO	250,000	2	3	0
XILENO (M,O,P)	1307	LÍQUIDO	250,000	2	3	0

Tabla 2.2 Sustancias de alto riesgo

* GRADO DE RIESGO (3 alto y 1 bajo)

S: Riesgo a la Salud

I: Grado de Inflamabilidad

R: Grado de Reactividad

En el anexo A se presentan las hojas de datos de seguridad de las cinco sustancias seleccionadas como de alto riesgo para su estudio y análisis. Dichas sustancias son: Acetato de Butilo, Acetato de Etilo, Acetato de Propilo, Acetato de Vinilo y Acetona.

II.3 Envasado y transvasado de las sustancias

De los datos mencionados en el punto II.1, entramos en detalle de acuerdo a la figura 2.1.

II.3.1 Lineamientos generales

- Para desplegar el correcto desarrollo de las operaciones, el personal operativo debe cumplir las normas de seguridad establecidas para las áreas.
- Para iniciar cualquier operación de las abajo mencionadas el producto tiene que estar aprobado por el área de control de calidad.
- Antes de realizar cualquier operación se deben de pesar los tambores o pipas según sea el caso.
- En el área de carga y descarga de pipas se cuenta con nitrógeno como medida de seguridad para inyectar en el sistema de bombeo para el barrido de material renuente en las tuberías.

II.3.2 Descarga de pipas

Diagrama de operación en la descarga de pipas

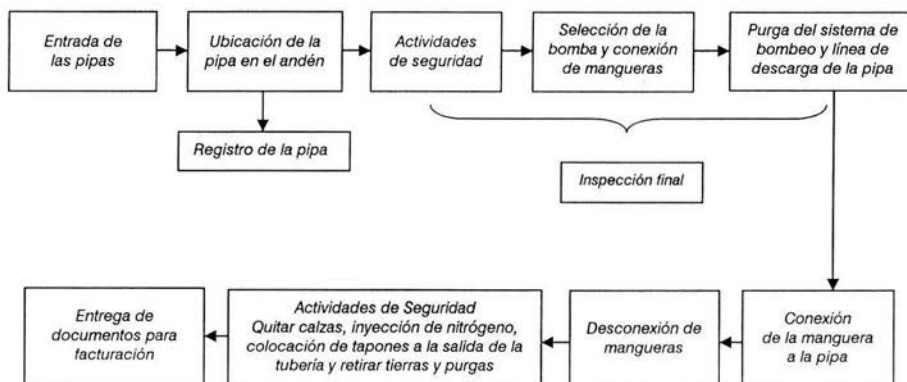


Figura 2.3 Diagrama de descarga de pipas

1.- Equipos, accesorios e instrumentos:

- Mangueras con conectores
- Bomba
- Tanque de Nitrógeno
- Cables pasa corriente
- Calzas
- Tambor de Purga

2.- Equipo de seguridad:

- Ropa de algodón
- Zapatos Industriales
- Guantes
- Lentes de seguridad
- Mascarilla contra solventes

3.- Preparación:

- Se ubica la pipa en el andén indicado para la descarga.
- Inspección final de la pipa para que en el proceso no sufra una contaminación y se sigan los procedimientos para cumplir con las normas de seguridad internas.
- Conexión del sistema de bombeo:
 - ✦ Se verifica que la válvula de salida de la pipa y de salida de la bomba estén cerradas y la válvula de entrada de la bomba abierta.
 - ✦ Se conecta una manguera en la línea de entrada de la bomba seleccionada y el otro en la línea salida de la pipa.
 - ✦ Conexión de otra manguera en la línea de salida de la bomba y el otro extremo se deja suelto.
- Purga del sistema de bombeo:
 - ✦ Se coloca el extremo de la manguera que se dejó suelto en la salida de la bomba, y se coloca en el tambor de purga.
 - ✦ Se abre la válvula de la pipa y de salida de la bomba.
 - ✦ Se acciona la bomba por un periodo de 5 a 10 segundos y se apaga, seguido se cierra la válvula de salida de la misma.
 - ✦ Conecta el extremo de la manguera del tanque seleccionado para la descarga a la bomba y se abre la válvula de salida de la misma.
 - ✦ Notifican al área de control de calidad para que autorice el inicio de la operación Inspección final.

4.- Desarrollo de la operación:

- Se abre el domo de la pipa.
- Abre la válvula de entrada del tanque de almacenamiento y se acciona la bomba para iniciar la descarga.
- Se monitorea desde la parte superior de la pipa la descarga del material y avisa en caso de alguna necesidad la terminación para el paro de la bomba.
- Cierra la válvula de salida de la pipa y de entrada de la bomba.

5.- Conclusión de la descarga:

- Desconecta la manguera de la línea de salida de la pipa a la bomba.

- Se inyecta nitrógeno en el sistema de bombeo aproximadamente 2 minutos para retirar el producto remanente.
- Desconectar la manguera de la línea de salida de la bomba a la entrada del tanque de almacenamiento y se coloca el tapón en la línea de entrada del tanque.
- Se desconecta la tierra y se descalza la pipa.
- Se vacía el producto resultado de la purga en el tambor correspondiente.
- Se verifica la cantidad de producto recibido y se procede a la facturación.

II.3.3 Llenado de Tambores

Diagrama de operación del llenado de tambores



Figura 2.4 Diagrama del llenado de tambores

1.- Equipos, accesorios e instrumentos:

- Mangueras con llave de paso (grifo)
- Bascula
- Sellos
- Diablo de uña
- Mangueras
- Varilla de referencia
- Tambores
- Tapones
- Pinzas para sello
- Llave de tapones
- Marcador de aceite

2.- Equipo de seguridad:

- Ropa de algodón
- Zapatos Industriales
- Guantes
- Lentes de seguridad
- Mascarilla contra solventes
- Cubeta de purga

3.- Preparación:

- Selección del tambor.
- Inspección de los tambores que estén limpios, sin residuos y sin objetos extraños.
- Preparación de las etiquetas para la identificación del tambor.
 - ✦ Nombre del producto
 - ✦ Lote
 - ✦ Número ONU

4.- Verificar que la válvula de salida del tanque seleccionado y de la manguera estén cerradas:

5.- Purga: solo si se trabaja con diferentes productos

- Colocar la cubeta de purga a la salida del grifo (de la báscula o manguera).
- Abrir la válvula de salida del tanque y la válvula de paso de la manguera o el botón de la báscula para que circule el producto con la finalidad de limpiar la manguera.
- Se retira y deposita la cubeta de purga en el tambor correspondiente.

6.- Desarrollo de la operación:

- Se realiza la conexión a un sistema filtrante.
- Colocar el tambor a llenar en la báscula y se registra la tara del tambor.
- Aterrizar el tambor colocando una pinza de cable al mismo y el otro extremo a la tierra física.
- Se introduce el grifo en el orificio mayor del tambor.
- Verificar que la manguera esté conectada a la línea del tanque de acuerdo a lo indicado en las etiquetas y la programación del sistema de llenado de la báscula en su caso.
- Abrir la llave de paso o el botón de la báscula para iniciar la operación de llenado.
- Cerrar la llave de paso cuando el tambor tiene la capacidad requerida, en caso de utilizar el sistema de llenado el paro será automático.
- Retirar el grifo del tambor.
- Retirar la tierra del tambor.
- Colocar los tapones en los orificios de la parte superior del tambor.
- Apretar los tapones con la llave para tapones.
- Se traslada el tambor a la zona de embarques por medio del diablo de uña o manualmente.
- Cerrar la válvula de salida de la tubería.
- Desconectar la manguera de salida del tanque y de la entrada a la báscula (en caso de haber utilizado el sistema de llenado automático) y el producto que se queda en la manguera se deposita en la cubeta de purga y se vacía en el tambor correspondiente.
- Se realiza la inspección final por parte de control de calidad para que pueda ser liberado el tambor.
 - ✦ Inspección final: se obtienen muestras del producto cargado y se procede a realizar la inspecciones de apariencia:
 - ⇒ Producto sin partículas
 - ⇒ Ausencia de turbidez
 - ⇒ Tambor sin abolladuras
 - ⇒ Colocación correcta de los tapones y sin fugas

- Cuando el producto cumple con los requerimientos de calidad se firman las etiquetas de "Envasado de Producto" y se colocan los sellos.

II.3.4 Carga de Pipas

Diagrama de operación del llenado de pipas

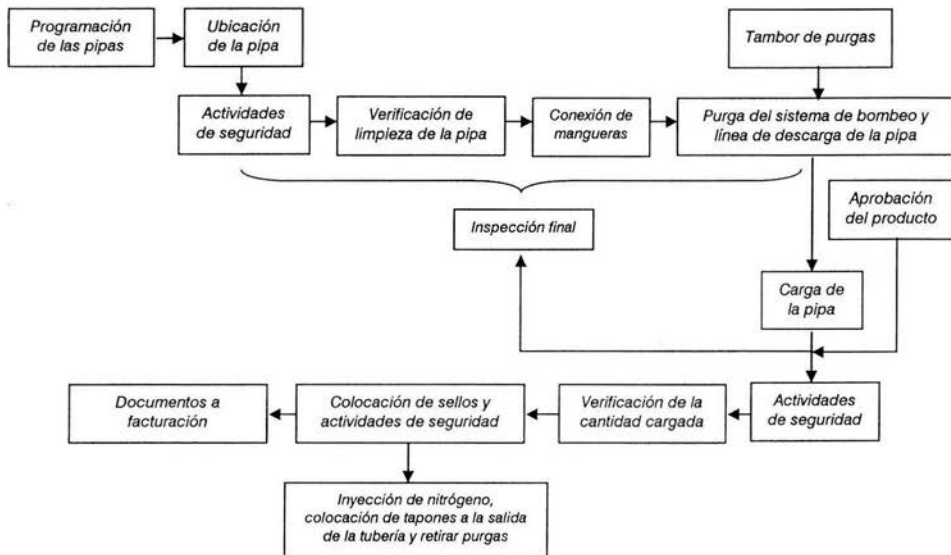


Figura 2.5 Diagrama de llenado de pipas

1.- Equipos, accesorios e instrumentos:

- Mangueras
- Bombas
- Tanque de nitrógeno
- Sellos
- Cubeta
- Equipo de filtrado
- Cable para aterrizar
- Calzas
- Tambor de purga
- Varillas de referencia
- Mallas

2.- Equipo de seguridad:

- Ropa de algodón
- Zapatos Industriales
- Guantes
- Lentes de seguridad
- Mascarilla contra solventes

3.- Ingreso de unidades:

- Se selecciona el andén de descarga a ocupar.
- Solicitud de documentación para proceder a la operación de descarga.

4.- Preparación y autorización de la operación:

- Se realiza la inspección final de la pipa:
 - ✦ Se abren los domos de la pipa.
 - ✦ Se verifica que este seca.
 - ✦ No presente aromas concentrados de un producto.
 - ✦ No tenga objetos extraños en su interior.
 - ✦ En caso de que la pipa no pase la inspección final se realiza lo siguiente:
 - ⇒ Se identifica el producto que se había cargado con anterioridad.
 - ⇒ Control de calidad indica los productos auxiliares para realizar la limpieza.
 - ⇒ Se agrega y escurre el producto aplicado para la limpieza.
 - ⇒ Se toma muestra del producto que escurre.
 - ⇒ Se verifica que la pipa no haya quedado con elementos extraños.

5.- Preparación:

- Se llenan unas cubetas del producto a cargar.
- Verificar que la válvula de salida esté cerrada.
- Se vierte en el interior de la pipa el producto de las cubetas antes llenadas para que se purgue la línea de salida de la pipa.
- Se abre la válvula de salida de la pipa y se recupera el material vertido que posteriormente se coloca en el tambor de purgas.

6.- Conexión del sistema de bombeo:

- Verificar las válvulas de entrada y salida de la bomba, del tanque de almacenamiento seleccionado y de la unidad estén cerradas.
- Conectar mediante una manguera la salida del tanque a la entrada de la bomba, y en caso de usar el sistema de filtrado será conectado entre la bomba y el tanque.

7.- Purga del sistema de bombeo:

- Colocar la línea de salida de la bomba al tambor de purga.
- Abrir la válvula del tanque, entrada salida de la bomba y accionar la bomba por 5 ó 10 seg.
- Cerrar la válvula de salida de la bomba.
- Conectar la manguera de la tubería de salida o del sistema de filtrado a la válvula de salida del compartimiento de la pipa a llenar.
- Verificar que estén abiertas la válvula de la pipa y a su vez la válvula de seguridad de la manguera que se encuentra en el extremo de la pipa.

- 8.- Control de calidad verifica que se hayan realizado las actividades de inspección final de la pipa, en caso de que no se hayan realizado se da aviso al supervisor.

9.- Desarrollo de la operación:

- Una vez verificado que las válvulas de antes y después de la bomba, tanque de almacenamiento estén abiertas y la válvula de la pipa cerrada, se acciona la bomba para iniciar la carga del material.
- Se monitorea la carga desde la parte superior de la pipa, apoyados por la varilla de referencia debidamente aterrizada.
- Llegado el nivel requerido o deseado se cierran las válvulas de salida y de seguridad de la pipa y manguera.
- Se apaga la bomba y se desconecta la manguera de la válvula de salida de la pipa.
- Se vierte el material restante en la línea en el tambor de purgas correspondiente.

10.- Personal de control de calidad hace una inspección final de la pipa y se libera el producto:

- Se colocan los sellos en el domo de la pipa y en la válvula de salida, así mismo se colocan las etiquetas de aprobado.
- Se inyecta nitrógeno al sistema de bombeo con la finalidad de secar las líneas
- Se coloca el tapón en la salida del tanque.
- Vaciar el producto resultado de las purgas en el tambor correspondiente.

11.- Se realiza toda la documentación de control de mermas (purgas) y carga y descarga de pipas. Finalmente se realiza la documentación de facturación.

II.4 Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento

La relación de recipientes utilizados para el almacenamiento de las sustancias químicas se presenta en la tabla 2.3, la cual indica las características, volúmenes y localización de los mismos.

No.	Altura	Diam.	Volumen del tanque (L)	Longitud de tubería (cm)	Diámetro tubería	Volumen tubería	Volumen en cono	Volumen total (L)	Características	Localización
1	700	388	82,766	3060	7.62	139.547	650	83,555.43	Acero al carbono	Granja de tanques
2	700	388	82,766	3650	7.62	166.453	650	83,582.34		
3	700	388	82,766	4125	7.62	188.115	650	83,604.12		
4	700	388	82,766	2430	7.62	110.817	650	83,526.71		
5	700	388	82,766	2935	7.62	133.847	650	83,549.73		
6	700	388	82,766	3595	7.62	163.945	650	83,579.83		
7	700	388	82,766	1800	7.62	82.087	650	83,497.97		
8	700	388	82,766	2405	7.62	109.677	650	83,525.56		
9	700	388	82,766	2935	7.62	133.847	650	83,549.73		
10	700	388	82,766	5020	7.62	228.93	650	83,644.82		
11	700	388	82,766	4400	7.62	200.656	650	83,616.54		
12	700	388	82,766	3845	7.62	175.346	650	83,591.23		

Tabla 2.3 Tipos de recipientes de almacenamiento, continua...

No.	Altura	Diam.	Volumen del tanque (L)	Longitud de tubería (cm)	Diámetro tubería	Volumen tubería	Volumen en cono	Volumen total (L)	Características	Localización
13	700	388	82,766	5540	7.62	252.644	650	83,668.53	Acero al carbono	Granjas de tanques
14	700	388	82,766	4975	7.62	226.878	650	83,642.77		
15	700	388	82,766	4355	7.62	198.604	650	83,614.49		
16	700	388	82,766	6110	7.62	278.638	650	83,694.53		
17	700	388	82,766	5460	7.62	248.996	650	83,664.88		
18	700	388	82,766	4935	7.62	225.054	650	83,640.04		
20	363	190	10,292	4935	5.08	100.024	182	10,574.12		
21	354	230	14,708	4935	5.08	100.024	178	14,985.86		
22	369	225	14,672	4935	5.08	100.024	277	15,048.75		
23	369	226	14,802	4935	5.08	100.024	170	15,072.46		
24	368	225	14,632	4935	5.08	100.024	146	14,877.99		
25	443	300	31,314	4935	5.08	100.024	200	31,613.85		
26	363	186	10,077	4935	5.08	100.024	158	10,334.58		
27	363	189	10,184	4935	5.08	100.024	180	10,464.06		
28	361	189	10,128	4935	5.08	100.024	277	10,504.95		
29	370	225	14,711	4935	5.08	100.024	349	15,160.51		
30	355	230	14,749	4935	5.08	100.024	119	14,968.41		
31	375	188	9,758	4935	5.08	100.024	146	10,001.85		
32	362	188	10,156	4935	5.08	100.024	200	10,456.01		
33	361	188	10,021	4935	5.08	100.024	347	10,468.06		
34	456	260	24,210	4935	5.08	100.024	400	24,710.39		
35	650	320	52,276	1040	5.08	21.079	450	52,747.18		
36	603	280	39,555	1555	5.08	31.517	450	40,036.65		
37	613	289	40,211	2050	5.08	41.55	450	40,702.66		
38	609	289	39,949	2545	5.08	51.583	450	40,450.3		
39	621	289	40,736	2540	5.08	51.481	450	41,237.37		
40	613	289	40,211	2045	5.08	41.449	450	40,702.56		
41	605	289	39,686	1545	5.08	31.315	450	40,167.64		
42	611	289	40,080	1065	5.08	21.586	450	40,551.5		
43	493	298	34,385	2060	5.08	41.753	405	34,831.78		
44	493	318	39,155	2580	5.08	52.292	403	39,610.64		
45	493	298	34,385	3090	5.08	62.629	461	34,908.65		
46	493	278	29,924	3570	5.08	72.358	304	30,300.82		
47	475	278	28,832	3540	5.08	71.75	480	29,383.64		
48	490	278	29,742	3035	5.08	61.514	375	30,178.88		
49	478	258	24,989	2540	5.08	51.481	190	25,230.96		
50	493	318	39,155	1900	5.08	38.51	400	39,593.85		

Tabla 2.3 Tipos de recipientes de almacenamiento

Como se observa, se cuenta con tanques de diferentes volúmenes tales como: 100000, 80000, 50000, 40000, 30000, 25000, 15000 y 10000 litros, aproximadamente, llenados al 80% de su capacidad, debido al desprendimiento de vapores de las sustancias.

II.5 Tabla descriptiva de los equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización

La siguiente tabla presenta la relación de los equipos auxiliares utilizados para el desarrollo de actividades involucradas en el proceso de la Planta.

Equipo	Nomenclatura del equipo	Características y capacidad	Especificaciones	Vida Útil	Tiempo estimado de uso	Localización dentro de la Planta
Bomba de Almacén	B-1	Conexión a sello mecánico 10 HP	440/220 Volts 3 Fases, 60 Hertz Acero al carbón 1,100,L/min Modelo C-630 Tipo CO	15 años	5 años	Área de almacén
Bomba de Almacén	B-2	Conexión a sello mecánico 10 HP	440/220 Volts 3 Fases, 60 Hertz Acero al carbón 1,100,L/min Modelo C-630 Tipo CO	15 años	5 años	Área de almacén
Bomba de Almacén	B-3	Conexión a sello mecánico 7.5 HP	440/220 Volts 3 Fases, 60 Hertz Acero al carbón 1,100,L/min Modelo C-630 Tipo CO	15 años	5 años	Área de almacén
Báscula		60 Ton				
Tanque de Nitrógeno		5000 Litros	sinergizar (incrementar) atmósfera			
Sistema de conexión a tierra		Interloock				
Mangueras con conexión rápida		--				

Tabla 2.4 Equipos Auxiliares del Proceso

CAPÍTULO

III

***DEFINICIÓN DEL
ANÁLISIS DE
RIESGO A
LA SALUD***

CAPÍTULO III DEFINICIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO A LA SALUD

La evaluación del riesgo a la salud proporciona algo más que resolver un problema de salud o de la aplicación rutinaria de los factores de seguridad a causa de la exposición determinada a agentes dañinos a salud del hombre, y dependen de la identificación plena del mismo. La evaluación debe aplicarse a la población general como a aquellas que están expuestas al factor de riesgo laboralmente.

Los conocimientos técnicos necesarios para la evaluación del riesgo, se centran en los efectos nocivos para la salud humana, el daño sobre el medio y el mal uso de los recursos naturales. Los cuales son un paso esencial en el procedimiento de formulación de normas de salud ambiental.

En la formulación de normas se ha de considerar, asimismo, la aceptabilidad de un riesgo determinado. Así como también el juicio relativo a la seguridad.

La Norma Oficial Mexicana sobre la metodología normalizada para la evaluación de los riesgos a la salud, es el producto de la necesidad de contar con un instrumento útil que permita a la autoridad sanitaria valorar el grado de riesgo de una población determinada, ya sea la expuesta laboralmente a los agentes, como las que por diversos motivos permanecen un tiempo prolongado en la vecindad donde se generan los factores de riesgo y que por ello pueden verse afectados en su salud. A partir de la evaluación de este riesgo, se espera la implementación de medidas correctivas y programas de vigilancia a la salud de las poblaciones expuestas que permita disminuir el daño a la salud humana⁽¹⁾.

III.1 Definición de análisis de riesgo

Una definición del término "riesgo" sería "la probabilidad del advenimiento de un acontecimiento adverso, problema o daño y las consecuencias del mismo". Es difícil apreciar todos los aspectos de un riesgo y prever todas las consecuencias de una medida de control, ya que siempre habrá cierto grado de incertidumbre. El análisis de riesgos es una forma sistemática de evaluar mejor los riesgos, lograr transparencia en su complejidad y resolver las dudas o lagunas. Este sistema facilita la adopción de decisiones en materia de gestión de riesgos y su comunicación. El análisis de riesgos está compuesto de tres etapas: evaluación de riesgos, gestión de riesgos y comunicación de riesgos.

Evaluación del riesgo

Evaluación del riesgo en individuos o grupos de personas y la consideración en cuanto a la distribución del daño a la salud considera la identificación del agente causal que es la caracterización cualitativa y cuantitativa del agente químico, físico o biológico que resulta peligroso para la salud de la población ocupacional y general. También la identificación de la forma de exposición que corresponde a la vía o vías por las cuales un individuo o grupo se pone en contacto con los agentes que son peligrosos para la salud. Así mismo la caracterización del riesgo a la salud es el cálculo cuantitativo o de estimación del riesgo a la salud a partir de modelos.

(1) FUENTE: Normas Oficiales Mexicanas NOM-048-SSA1-1993.

Gestión de riesgos

Los gestores de riesgos dirigen el análisis de riesgos, deciden si la evaluación de un riesgo es necesaria o no para resolver un problema y apoyan a los evaluadores en su trabajo. Una vez realizada la evaluación, los gestores de riesgos se basan en el resultado para decidir qué medidas hay que tomar. Cuando es preciso reducir el riesgo, la gestión de riesgos debe optar por las mejores medidas posibles para lograrlo.

Comunicación de riesgos

En el análisis de riesgos, existen diferentes tipos de comunicación importantes. Los aspectos técnicos se debaten entre gestores, evaluadores y partes interesadas del sector. A la hora de decidir cuál es la mejor manera de controlar un riesgo y de ejecutar las decisiones, la comunicación entre los gestores de riesgos y los sectores es muy importante. Este debate es menos técnico y tiene en cuenta, por ejemplo, puntos de vista éticos, sociales y económicos. A fin de tomar una decisión que se adecue al objetivo y sea aceptable para todas las partes interesadas, la gestión de riesgos debe asegurar una comunicación adecuada. Mucha gente opina que la comunicación de riesgos no es más que una actividad de relaciones públicas, pero la verdad es que la disciplina ha evolucionado de forma independiente, sobre todo gracias a las teorías de la percepción de riesgos. La percepción de riesgos hace referencia a una amplia serie de estudios psicológicos, que se iniciaron hace unos cincuenta años con objeto de analizar por qué unos riesgos se perciben de una forma y otros de otra. Esta investigación mostró que a la gente le afectan más los riesgos involuntarios que los voluntarios, y se preocupa más por los problemas tecnológicos que por las catástrofes naturales. Estos descubrimientos influyeron enormemente en la manera de presentar los riesgos ante la opinión pública. Las estrategias iniciales de comunicación de riesgos funcionaban de "arriba abajo", por ejemplo, de un legislador al público. Actualmente, se prefiere una forma dialéctica en la comunicación de riesgos que anime al público y las partes interesadas a participar activamente en el proceso comunicativo.

Los puntos de análisis y evaluación de mayor relevancia en las cuales aplican los análisis de riesgo son:

- *Evaluación de las características de diseño de un equipo o zona.*
- *Evaluación de cambios, adiciones o modificaciones en las instalaciones, procesos, materiales y/o personal.*
- *Evaluación de las actividades de inspección y mantenimiento.*
- *Evaluación de los procedimientos y planes de emergencia.*
- *Jerarquizar las actividades de reacondicionamiento de equipos y sistemas, así como la capacitación del personal.*
- *Dar cumplimiento con la normatividad y regulaciones vigentes referente a la identificación y jerarquización de riesgos de las instalaciones.*

Un análisis de riesgo con calidad debe ser un perfecto ejemplo de trabajo en equipo, donde participan diversas disciplinas que aportan conocimientos específicos permitiendo así discusiones abiertas contando con un líder que conozca y entienda la metodología y su propósito. Un típico grupo de análisis de riesgo estará integrado por representantes de las siguientes áreas:

- *Área del proceso estudiado, nombrado generalmente por el líder del estudio o análisis.*
- *Área de ingeniería, instrumentación, proyectos y/o mantenimiento.*

- *Área de seguridad, con conocimientos de la legislación aplicable, estándares y buenas prácticas de seguridad, guías y directrices internas y de análisis.*
- *Técnicos del área bajo estudio con conocimientos en sus especialidades, y*
- *Un empleado que realice las actividades de trabajo a ser analizadas.*

III.2 Métodos de análisis de riesgo

Normativas internacionales como API RP 750 (Codificación de Seguridad de Procesos de la Consejo Americano de Química (American Chemistry Council [ACC]) del Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute) y PSM (29 CFR 1910.119, Norma Internacional de "Administración Segura de Procesos en Plantas de Proceso que Manejan Productos Peligrosos") de la agencia de la salud y seguridad ocupacional (OSHA, Occupational Safety and Health Administration) de los E.E.U.U. requieren la realización de análisis de riesgo en los procesos de muchas instalaciones. Pero un análisis de riesgo en los procesos es un esfuerzo organizado para identificar las deficiencias del diseño y la operación de un proceso, que pueden ocasionar serias consecuencias (p.ej., heridas al personal, daños al equipo, etc.). Estos análisis son realizados por un equipo multidisciplinario, que aplica una combinación de técnicas de análisis:

- *¿Qué pasa si...?*
- *¿Qué pasa si...? / Lista de Verificación*
- *HAZOP (Hazard and Operability)*
- *FMEA (Análisis de Modo Falla y Efecto)*
- *Árbol de Fallas*

Se pueden utilizar métodos equivalentes, sin embargo la técnica utilizada debe siempre ser seleccionada en base a la complejidad del proceso y el objetivo del análisis.

Los análisis de riesgo en los procesos deben tratar diversos puntos:

- *Riegos del proceso, incluyendo todas las etapas de operación (arranque, paro, etc.)*
- *Incidentes previos*
- *Controles administrativos y de ingeniería*
- *Consecuencias de la falla de estos controles*
- *Factores humanos*
- *Evaluación cualitativa de los posibles efectos sobre los empleados*
- *Ubicación de la instalación y de los equipos*

El equipo de análisis de riesgo en los procesos debe incluir personal con experiencia en las áreas de ingeniería, operaciones y mantenimiento. Además, el equipo de análisis de riesgo en los procesos debe incluir por lo menos un empleado con conocimiento específico acerca del proceso que está siendo evaluado y un líder con el conocimiento de las metodologías utilizadas en el análisis.

Según las normativas antes mencionadas, la instalación debe tener un sistema de respuesta y resolución inmediata a las recomendaciones presentadas por el equipo de análisis de riesgo. La respuesta de la gerencia a las recomendaciones del equipo debe ser comunicada al personal afectado y el seguimiento de las recomendaciones aceptadas por la gerencia debe ser documentado. Los análisis de riesgo en los procesos deben ser revalidados y actualizados

periódicamente (por lo menos cada cinco años). De igual manera, se deben mantener copias tanto de todos los análisis de riesgo en los procesos realizados en la instalación como de la respuesta de la gerencia a las recomendaciones durante la vida del proceso.

Estos requisitos específicos sobre la realización de análisis de riesgo en los procesos requieren una cuidadosa planificación, ejecución y documentación, para asegurar que estos tienen la validez necesaria para hacer frente a auditorías de cumplimiento.

III.3 Bases para el desarrollo de un análisis de riesgo ⁽²⁾

La norma oficial mexicana NOM-005-STPS-1998, establece entre otros requisitos las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo. La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se manejen, transporten o almacenen sustancias químicas peligrosas.

La misma norma en su punto 5.2 indica que el almacenamiento de mercancías con riesgo potencial, debe hacerse en base a un análisis de riesgo, para determinar las medidas de seguridad.

Las referencias mencionadas para entender y aplicar la misma son las siguientes:

NOM-004-STPS-1994, relativa a los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria, equipos y accesorios en los centros de trabajo.

NOM-010-STPS-1993, 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.

NOM-017-STPS-1993, relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.

NOM-026-STPS-1993, seguridad, colores y su aplicación.

NOM-027-STPS-1993, señales y avisos de seguridad e higiene.

NOM-028-STPS-1993, seguridad - código de colores para la identificación de fluidos conducidos en tuberías.

NOM-114-STPS-1994, sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo.

El análisis de riesgo solicitado por la SEMARNAP solo será aplicable a las empresas de alto riesgo; para determinar si se trata de una empresa de alto riesgo, se debe de revisar las cantidades y tipos de sustancias utilizadas en los listados de actividades altamente riesgosas.

(2) FUENTE: Normas Oficiales Mexicanas sobre Seguridad e Higiene

III.4 Metodologías y determinación del análisis de riesgo

En un análisis de riesgo, como se mencionó en los puntos anteriores, existen diferentes metodologías para su elaboración que se aplican dependiendo del área de estudio, complejidad del sistema o las políticas y directrices de cada empresa en particular, y es por eso que a continuación se muestran algunos de los más utilizados.

III.4.1 Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección Ambiental (SIASPA), PEMEX

La metodología que PEMEX realiza con el sistema SIASPA (Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección Ambiental), que es una herramienta que integra, las necesidades operativas, seguridad y personal, además de considerar la medicina ocupacional, exigiendo una administración que busque la mejora continua en los procesos. Tomando en cuenta la evaluación de todos los factores externos (fenómenos naturales, sociales, etc.) e internos (fallas en los sistemas de control, sistemas mecánicos, factores humanos, sistemas de administración, etc) mediante técnicas adecuadas en cada caso.

Los requisitos previos a la realización del análisis de riesgo es la definición:

- *De las instalaciones en las cuales se va a efectuar el estudio.*
- *Del coordinador del estudio, que será en el encargado de dirigir y verificar el cumplimiento de las etapas del análisis.*

Etapas del análisis de riesgo:

- 1. Definición y objetivo del análisis*
- 2. Recopilación del sistema a analizar*
- 3. Aplicación de la técnica de HAZOP*
- 4. Aplicación de la técnica de Consecuencias*
- 5. Aplicación de la técnica de Árboles de Fallas*
- 6. Resumen de recomendaciones generales*
- 7. Documentación de los resultados del análisis de riesgo*

III.4.2 Método Normalizado para la Evaluación de Riesgo a la Salud como consecuencia de Agentes Ambientales (NOM-048-SSA1-1993)

La NOM-048-SSA1-1993 establece la evaluación mediante un método normalizado de los efectos causados a los individuos o grupos de personas, como consecuencia de exposición a agentes ambientales, producto de los establecimientos que generen riesgo a la salud por agentes químicos, físicos y biológicos; y está constituido por los siguientes puntos:

- 1. Identificación del agente causal.- Es la caracterización cualitativa y cuantitativa del agente químico, físico o biológico que resulta peligroso para la salud de la población ocupacional y general.*

2. *Identificación de la forma de exposición.- Corresponde a la caracterización de la vía o vías por las cuales un individuo o grupo se pone en contacto con los agentes químicos, físicos o biológicos que son peligrosos para la salud ocupacional y general.*
3. *Caracterización del riesgo a la salud.- Es el cálculo cuantitativo o de estimación de riesgo a la salud a partir del modelos numéricos y epidemiológicos, siendo estos últimos clasificables como: riesgo superior, riesgo medio y riesgo menor.*

III.4.3 Metodología de Zurich

La metodología de Zurich o análisis de riesgo por escenarios utiliza siete pasos:

1. *Recopilación de los datos básicos*
2. *Condiciones del proceso en su estado seguro*
3. *Identificación de los riesgos*
4. *Evaluación de los riesgos*
5. *Elaboración del perfil de los riesgos*
6. *Definición de medidas para controlar los riesgos*
7. *Determinación de los riesgos residuales*

III.4.4 Determinación de la metodología de Análisis de Riesgo

Basados en las metodologías mencionadas, se tomó la decisión de realizar el análisis de riesgo considerando que en la planta no se han presentado incidentes ni accidentes mayores, debido a que cuenta en sus instalaciones con dispositivos de seguridad y equipos auxiliares de apoyo en caso de emergencia.

Con fundamento en la ingeniería de detalle que se realizó, se identificaran los riesgos en las áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de los puntos más significativos de la metodología SIASPA utilizada por PEMEX, debido a que el estudio es en una planta distribuidora de solventes y no es tan compleja como las plantas de PEMEX.

Las etapas a cubrir dentro del análisis de riesgo son:

1. *Definición y objetivo del análisis*
2. *Recopilación del sistema a analizar*
3. *Aplicación de la técnica de HAZOP*
4. *Aplicación de la técnica de Consecuencias*
5. *Aplicación de la técnica de Árboles de Fallas*
6. *Resumen de recomendaciones generales*
7. *Documentación de los resultados del análisis de riesgo*

III.5 Matriz de decisión

Descripción	1	2	3	4	5
1 Almacenamiento de sustancias.		0	0	0	0
2 Colindancias con empresa gasera.	1		0	1	1
3 Oficinas	1	1		1	1
4 Carga y descarga de sustancias.	1	1	0		0
5 Subestación eléctrica	1	0	0	1	
TOTAL	4	2	0	3	2

Nota: 1 calificación positiva
0 calificación negativa
Análisis hecho bajo criterio del autor.

Análisis de Riesgo	1	2	3	4	5
Zurich	SI	NO	SI	SI	SI
SIASPA (Pemex)	SI	SI	SI	SI	SI
Norma Oficial Mexicana	SI	NO	NO	SI	SI

Análisis hecho bajo criterio del autor.

De acuerdo a las matrices anteriores y al criterio de análisis que se ha venido desarrollado se concluye que el método que se apega mejor al presente estudio es el aplicado por Petróleos Mexicanos en su programa SIASPSA.

En el capítulo siguiente se expondrá el caso práctico de este método aplicado a una empresa distribuidora de solvente.

CAPÍTULO

IV

**APLICACIÓN DEL
ANÁLISIS DE
RIESGO POR
EL METODO
SIASPA**

CAPÍTULO IV APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO POR EL MÉTODO DE SIASPA (Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección Ambiental)

Se presentará en este capítulo el caso práctico de un Análisis de Riesgo a una empresa distribuidora de solventes por el método SIASPA (Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección Ambiental) que es el método usado por PEMEX.

Este método es una herramienta que integra las necesidades operativas, de seguridad y de personal, además de considerar la medicina ocupacional, exigiendo una administración que busque la mejora continua en los procesos.

El presente análisis tiene por objetivo detectar en qué condiciones de seguridad se están realizando las actividades de operación, control, suministro y mantenimiento, así como identificar y evaluar los riesgos presentes en estas actividades basados en las normas de seguridad e higiene aplicables, tales como el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo y la Ley Federal del Trabajo.

Todo lo anterior con la intención de disminuir los riesgos potenciales que pudieran afectar a los empleados, a las plantas vecinas, el medio ambiente y a las instalaciones propias, con la detección oportuna de los mismos, la adecuación efectiva de alternativas de solución que permitan el crecimiento, desarrollo y productividad tanto del personal como de la empresa.

Los requisitos previos a la realización del análisis de riesgo es la definición:

- *De las instalaciones en las cuales se va a efectuar el estudio.*
- *Del coordinador del estudio, que será en el encargado de dirigir y verificar el cumplimiento de las etapas del análisis.*

Etapas del análisis de riesgo:

1. *Definición y objetivo del análisis*
2. *Recopilación del sistema a analizar*
3. *Aplicación de la técnica de HAZOP*
4. *Aplicación de la técnica de Consecuencias*
5. *Aplicación de la técnica de Árboles de Fallas*
6. *Resumen de recomendaciones generales*
7. *Documentación de los resultados del análisis de riesgo*

IV.1 Definición y objetivo del análisis

La jerarquización de los riesgos se determinan considerando lo siguientes aspectos: sustancias manejadas, las características de peligrosidad, volúmenes manejados, condiciones de operación (temperatura, presión), las actividades en las cuales se usan y las condiciones de los tanques y tambores donde se encuentran almacenadas.

Teniendo como definición y objetivo el determinar los posibles eventos de emergencia a presentarse en las operaciones normales del proceso productivo de la empresa.

IV.2 Recopilación del sistema a analizar

IV.2.1 Información y Documentación

- Procedimientos de Operación
- Plano de distribución de Áreas de la Planta
- Sustancias Manejadas
- Almacenamiento
- Sistema de Transporte Interno

IV.2.2 Definición de Equipos

- Tanques de Almacenamiento (Accesorios: Sistema de Conexión a Tierra, Arrestaflamas, Tapa entrada hombre)
- Tambores de Almacenamiento y Distribución
- Tubería para Transporte de Tanques a Tambos o Pipas (Accesorios: Niples, Coples, Codos, Válvulas de paso, Conectores)
- Mangueras con conexión rápida
- Bombas Centrífugas

IV.3 Aplicación de la técnica análisis de riesgo y operabilidad HAZOP

Técnica desarrollada para la identificación de riesgos en todo tipo de procesos y plantas. La base para el desarrollo de esta técnica es considerar que los riesgos o problemas aparecen sólo como consecuencia de desviaciones sobre las condiciones de operación que se consideran normales en un sistema dado.

Esta técnica se concentra en identificar tanto los riesgos como los problemas de operabilidad. A pesar de que la identificación de los riesgos es el principal enfoque del método, los problemas de operabilidad deben ser identificados ya que pueden conducir a riesgos en el proceso, resultando en violaciones al medio ambiente o tener efectos negativos en la rentabilidad de los negocios.

El caso práctico aplicado a la planta se muestra en la siguiente tabla:

PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIA	MEDIDAS DE CONTROL
NO	NO HAY FLUJO	<ol style="list-style-type: none"> 1. No hay producto. 2. La bomba falla (falla del motor pérdida de la capacidad de arrastre, corrosión del impulsor, etc. 3. Bloque canalizado, cierre erróneo de la válvula de aislamiento o falta de cierre de la válvula de comunicación. 4. Falla de la fase de la bomba. 5. No hay acoplamiento estrella rota y cople corridos. 6. Motor quemado 7. Rodamiento atascado 8. No se aterrizó correctamente a tierra. 	<p>No hay flujo para cargar pipas y tanques. No hay abastecimiento para cargar pipas y tanques. Se quema el motor y no funciona.</p>	<ol style="list-style-type: none"> a) Seguir el programa de mantenimiento. b) Supervisión en el área de bombas e inspección periódica. c) Conectar en el ligar adecuado. d) Supervisión al programa de mantenimiento. e) Medidor de flujo.
	MÁS	<p>MÁS FLUJO</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. No cerró correctamente la válvula. 10. Vástago desgastado, no cierra correctamente la válvula. 11. Cierre de la válvula de aislamiento por error o cierre de la válvula del conducto de comunicación mientras está en funcionamiento la bomba. 	<p>Desborde de tanque</p> <p>La línea de trasiego está sometida a todo el caudal de la bomba con una presión de variación rápida.</p>	<ol style="list-style-type: none"> f) Conectar en un lugar adecuado. g) Inspección y supervisión al programa de mantenimiento. h) Instalar medidores de flujo. i) Supervisión en la operación de carga y descarga sólo personal autorizado.
	MÁS PRESIÓN			
	MÁS TEMPERATURA	<ol style="list-style-type: none"> 12. Expansión térmica en una sección con la válvula aislada debido a un incendio o a una fuerte luz solar. 13. Calentamiento en tubería. 	<p>Fractura del conducto o escape de las bridas. Dilatación y expansión de tuberías.</p>	<ol style="list-style-type: none"> j) Inspección de medición de espesores y líquidos penetrantes para detectar fisuras.
MENOS	MENOS FLUJO	<ol style="list-style-type: none"> 14. Impulso flojo. 15. Tubería tapada 16. Falta de revoluciones por minuto, no revoluciona. 17. Sello mecánico desgastado. 	<p>La tuerca y/o cuña sufrieron daños, no alimenta producto suficiente. Se forza la bomba. Se quema el motor. Descuido en la operación trapo o algún objeto atrapado (no carga el producto requerido).</p>	<ol style="list-style-type: none"> k) Inspección y mantenimiento de bomba. l) Inspección y supervisión en la operación de la limpieza en tanques y pipas. m) Mantenimiento e inspección de motores y bombas del almacén.

PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIA	MEDIDAS DE CONTROL
MENOS	MENOS FLUJO	14. Impulso flojo. 15. Tubería tapada 16. Falta de revoluciones por minuto, no revoluciona. 17. Sello mecánico desgastado.	La tuerca y/o cuña sufrieron daños, no alimenta producto suficiente. Se forza la bomba. Se quema el motor. Descuido en la operación trapo o algún objeto atrapado (no carga el producto requerido).	k) Inspección y mantenimiento de bomba. l) Inspección y supervisión en la operación de la limpieza en tanques y pipas. m) Mantenimiento e inspección de motores y bombas del almacén.
MENOS	MENOS FLUJO	14. Impulso flojo. 15. Tubería tapada 16. Falta de revoluciones por minuto, no revoluciona. 17. Sello mecánico desgastado.	La tuerca y/o cuña sufrieron daños, no alimenta producto suficiente. Se forza la bomba. Se quema el motor. Descuido en la operación trapo o algún objeto atrapado (no carga el producto requerido).	k) Inspección y mantenimiento de bomba. l) Inspección y supervisión en la operación de la limpieza en tanques y pipas. m) Mantenimiento e inspección de motores y bombas del almacén.
	MENOS TEMPERATURA	18. Condiciones invernales.	Dilatación de tuberías y tanques.	n) Inspección de medición de espesores y líquidos penetrantes.
ASÍ COMO	PRESENCIA DE PARTÍCULAS Y OTRAS SUSTANCIAS	19. Desprendimiento de óxido en tanque y tubería y mezcla de productos diferentes o no compatibles.	Contaminación del producto. Presencia de partículas no deseadas.	o) Filtración de productos. p) Supervisión en el mezclado de productos que si sean compatibles. q) Colocar tanques de acero inoxidable.
PARTE DE	ALTA CONCENTRACIÓN DE AGUA	20. Purga con aire. 21. No cerró correctamente la escotilla de medición. 22. No se colocó el empaque en escotilla pasa hombre ni en accesorios.	Contaminación y/o derrames de productos.	r) Supervisión en trabajos cuando se coloquen juntas nuevas y se realicen mediciones de tanques. s) Colocación de mediciones de tanques.
DESTINO DE	MANTENIMIENTO	23. Falla de equipo. 24. Escape de las bridas. 25. Operación de no abrir o cerrar correctamente la válvula.	Derrame.	t) Supervisión en la operación.

VI.4 Elaboración de la lista de chequeo ¿qué pasa si...?

La jerarquización de los riesgos se determinan considerando lo siguientes aspectos: sustancias manejadas, las características de peligrosidad, volúmenes manejados, condiciones de operación (temperatura, presión), las actividades en las cuales se usan y las condiciones de los tanques y tambores donde se encuentran almacenadas.

En este caso la lista de chequeo ¿Qué pasa si...?, es una herramienta adecuada por la sencillez de las operaciones de elaboración. La lista de chequeo está basada en la experiencia en operaciones similares y sugiere áreas o puntos de interés. Esta lista de chequeo es suficiente para un proceso simple que es bien conocido y produce una buena visión para problemas más grandes.

Como su nombre lo sugiere esta técnica consiste en cuestionarse el resultado de la presencia de sucesos indeseados que pueden provocar consecuencias adversas. El método exige el planteamiento de las posibles desviaciones desde el diseño, construcción, modificaciones de operación de una determinada instalación.

Evidentemente, requiere un conocimiento básico del sistema y la disposición mental para combinar o sintetizar las desviaciones posibles ya comentadas, por lo que normalmente es necesaria la presencia de personal con amplia experiencia para poder llevarlo a cabo.

El método tiene un ámbito de aplicación amplio ya que depende del planteamiento de las preguntas que pueden ser relativas a cualquiera de las áreas que se proponga la investigación como: seguridad eléctrica, protección contra incendios, seguridad personal, etc.

Normalmente las cuestiones se formulan por un equipo de dos o tres personas especialistas en las áreas apuntadas en el apartado anterior, los cuales necesitan documentación de la planta, del proceso, de los procedimientos y posibles entrevistas con personal de operación.

El resultado del trabajo será un listado de posibles escenarios incidentales, sus consecuencias y las posibles soluciones para la reducción del riesgo.

Las etapas fundamentales de un análisis ¿Qué pasa si...? son:

- **Definición del alcance del estudio.**

Determinar los posibles eventos de emergencia a presentarse en las operaciones normales del proceso productivo de la empresa.

- **Información y Documentación.**

- ✦ *Procedimientos de Operación*
- ✦ *Plano de distribución de Áreas de la Planta*
- ✦ *Sustancias Manejadas*
- ✦ *Almacenamiento*
- ✦ *Sistema de Transporte Interno*

• Definición de Equipos

- ✦ *Tanques de Almacenamiento (Accesorios: Sistema de Conexión a Tierra, Arrestaflamas, Tapa entrada hombre)*
- ✦ *Tambores de Almacenamiento y Distribución*
- ✦ *Tubería para Transporte de Tanques a Tambos o Pipas (Accesorios: Niples, Coples, Codos, Válvulas de paso, Conectores)*
- ✦ *Mangueras con conexión rápida*
- ✦ *Bombas Centrífugas*

• Desarrollo de las Preguntas

¿Qué pasa si ... :

- ✦ *...No se da mantenimiento preventivo a tanques de almacenamiento?*
- ✦ *...no se da mantenimiento preventivo a la tubería?*
- ✦ *...no se da mantenimiento preventivo a las mangueras de conexión rápida?*
- ✦ *...no se da mantenimiento preventivo a las bombas?*
- ✦ *...no opera el dispositivo de seguridad del tanque, arresta flamas?*
- ✦ *...el sistema de conexión a tierra no es el adecuado o no está bien instalado?*
- ✦ *...al sistema de conexión a tierra no se le da mantenimiento preventivo?*
- ✦ *...la tapa de entrada hombre no está en su sitio?*
- ✦ *...el empaque de una válvula de paso se deteriora?*
- ✦ *...la tubería y el tanque presentan oxidación?*
- ✦ *...los conectores están dañados?*
- ✦ *...el sello de la bomba se daña?*
- ✦ *...los tambores son golpeados durante su manejo?*
- ✦ *...existe una fuga o derrame en la(s) bomba(s)?*

Las siguientes son preguntas específicas que se hacen a los equipos y accesorios que forman parte de las actividades involucradas en el desarrollo del proceso en la Planta y con base a las sustancias clasificadas como Altamente Riesgosas. Dichas sustancias fueron determinadas anteriormente en el Capítulo II punto II.2 y se incorporan sus hojas de seguridad en el anexo A del presente estudio.

¿Qué pasa si ... :

- ✦ *...existe una fuga o derrame de las sustancias peligrosas manejadas en la(s) tubería(s)?*
- ✦ *...existe una fuga o derrame de las sustancias peligrosas manejadas en uno o más tanques?*
- ✦ *...existe una fuga o derrame del Metil Pirrolidina en uno o más tambores?*
- ✦ *...los dispositivos de seguridad se encuentran dañados?*

• Informe de Resultados

¿Qué pasa si ...	Consecuencia	Recomendaciones
... el arrestaflama no funciona?	- Colapsamiento del tanque. - Expansión del tanque. - Fisura del tanque. - Derramamiento del líquido. - Incendio o explosión.	Mantenimiento a los equipos por lo menos una vez al año. Programa de mantenimiento. Medición de espesores, líquidos penetrantes. Diques de contención. Evitar fuentes de ignición.
... se encuentra dañada la escotilla de medición?	- Derrame del producto. - Contaminación del producto.	Supervisión de las operaciones. Programa de mantenimiento por lo menos una vez al año.
... se encuentra dañada la escotilla pasa hombre?	- Derrame del producto. - Incendio o explosión.	Dique de contención. Supervisión. Programa de mantenimiento. Evitar fuentes de ignición.
... la válvula de servicio no funciona?	- Derrame del producto. - Sobrepresión de la tubería.	Mantenimiento general a las válvulas de acuerdo al programa de mantenimiento. Supervisión en las áreas de operación.
... la tubería se rompe?	- Derrame del producto. - Incendio o explosión.	Diques de contención. Material adsorbente en caso de derrame. Pruebas de hermeticidad a tuberías. Programa de mantenimiento. Evitar fuentes de ignición.
... las mangueras de conexión están rotas?	- Derrame de producto. - Incendio o explosión.	Diques de contención. Material adsorbente en caso de derrame. Pruebas de hermeticidad a tuberías. Programa de mantenimiento. Evitar fuentes de ignición.
... si no funciona la bomba?	- No bombea el producto. - Fuga o derrame - Cavitación de la bomba - Incendio o explosión	Programa de mantenimiento. Stock de refacciones. Material para derrames. Diques de contención. Evitar fuentes de ignición.
... hay fuga en el recipiente?	- Si el derrame del material se añade la generación de una chispa y provoque un incendio o una explosión.	Cumplir con lo que establece la NOM-022-STPS-1993 referente a medición de tierras. El camión de abastecimiento tenga un mata chispas en el escape, tenga cinta antiestática y esté aterrizado.
... no se da mantenimiento preventivo a tanques de almacenamiento?	- Se pueden ir acumulando asientos o suciedad que trae el producto químico.	Dar mantenimiento periódico preventivo a tanques, que puede ser mensual.
... no se da mantenimiento preventivo a la tubería?	- Que se tape en alguna parte la tubería y no se alimente con el flujo esperado a los autotanques o tambores.	Se puede dar un mantenimiento periódico preventivo a la tubería mensual.

Informe de Resultados, continua...

¿Qué pasa si ...	Consecuencia	Recomendaciones
... el sistema de conexión a tierra no es el adecuado o no está bien instalado?	- Se puede acumular energía estática y generar alguna chispa que puede provocar que se llegue a incendiar la sustancia.	Verificar que el sistema de conexión a tierra esté bien instalado y que funcione correctamente
... al sistema de conexión a tierra no se le da mantenimiento preventivo?	- Que éste no opere adecuadamente y acumule energía estática y se genere una chispa que puede provocar un incendio de la sustancia.	Checar que la tierra esté siempre fija y que haga contacto directo con el tanque de almacenamiento.
... la tapa de entrada hombre no está en su sitio?	- Que la sustancia se esté evaporando, ya que es un solvente, o que a la sustancia le entre agua por lluvia o basura suspendida en el aire.	Asegurarse de que siempre esté en su lugar esta tapa de la entrada hombre.
... el empaque de una válvula de paso se deteriora?	- Que se presente una fuga y posteriormente un derrame de producto químico en la válvula.	Dar una inspección periódica para asegurarse de que los empaques estén en buenas condiciones.
... la tubería y el tanque presentan oxidación?	- Se puede presentar una fuga y hasta un derrame, en el lugar de la corrosión.	Verificar que la pintura anticorrosiva de la tubería esté en buenas condiciones y que no presenten zonas con corrosión, así mismo en los tanques.
... los conectores están dañados?	Se puede presentar una fuga y hasta un derrame de algún producto químico y en caso grave la formación de una nube tóxica y un incendio.	Verificar que los conectores se encuentren secos, y que no tengan residuos de productos químicos.
... los tambores son golpeados durante su manejo?	Se pueden dañar de tal manera que se puede presentar una fuga y un derrame.	Que se eviten ser golpeados los tambores para evitar posibles fisuras en ellos, lo que produciría una fuga y derrame.

Las siguientes preguntas se hacen específicamente a las sustancias que han sido clasificadas como Altamente Riesgosas y que fueron definidas en el Capítulo II punto II.2. del presente estudio.

¿Qué pasa si ...	Consecuencia	Recomendaciones
... existe una fuga o derrame de las sustancias clasificadas como altamente riesgosas en la(s) tubería(s)?	Se presenta una nube de gases tóxicos, con probable riesgo al personal expuesto y de incendio.	Verificar que la tubería esté siempre bien pintada y que no presente corrosión. Se puede hacer una revisión periódica mensual.
... existe una fuga o derrame de las sustancias clasificadas como altamente riesgosas en la(s) tubería(s)?	Se presenta una nube de gases tóxicos, con probable riesgo al personal expuesto y de incendio.	Verificar que los tanques estén siempre bien pintados en toda su superficie externa y que no presenten corrosión en ninguna parte de ellos.
... existe una fuga o derrame de las sustancias clasificadas como altamente riesgosas en la(s) tubería(s)?	Se presenta una nube de gases tóxicos, con probable riesgo al personal expuesto y de incendio.	Verificar que los tambores no tengan golpes ni presenten fisuras o grietas, antes de utilizarlos.

IV.5 Aplicación de la técnica de árboles de falla

IV.5.1 Detección e identificación de riesgos

Se verificaron las condiciones en las que se encuentran las instalaciones y se realizó la revisión de documentos, procediéndose a la técnica de identificación de los riesgos tales como Hazop y ¿qué pasa si...? con la información disponible.

IV.5.2 Árbol de sucesos

- **Descripción**

El árbol de sucesos o análisis de secuencias de sucesos es un método inductivo que describe la evolución de un suceso iniciador sobre la base de la respuesta de distintos sistemas tecnológicos o condiciones externas.

Partiendo del suceso iniciador y considerando los factores condicionantes involucrados, el árbol describe las secuencias accidentales que conducen a distintos eventos.

- **Construcción del árbol**

La construcción del árbol comienza por la identificación de los N factores condicionantes de la evolución del suceso iniciador. A continuación se colocan éstos como cabezales de la estructura gráfica. Partiendo del iniciador se plantean sistemáticamente dos bifurcaciones: en la parte superior se refleja el éxito o la ocurrencia del suceso condicionante y en la parte inferior se representa el fallo o no ocurrencia del mismo.

Se obtienen así 2N combinaciones o secuencias teóricas; sin embargo, las dependencias entre los sucesos hacen que la ocurrencia o éxito de uno de ellos pueda eliminar la posibilidad de otros reduciéndose así el número total de secuencias.

La disposición horizontal de los cabezales se suele hacer por orden cronológico de evolución del accidente, si bien este criterio es difícil de aplicar en algunos casos.

La técnica así aplicada proporciona la lista de las secuencias accidentales posibles, número de elementos que la constituyen y tipo (éxito/fallo). De su estudio se podrán extraer las correspondientes conclusiones.

- **Determinación de los radios potenciales de afectación**

Para poder determinar los radios potenciales de afectación, se utilizó el modelo de Árbol de Fallas, a partir del árbol de sucesos descrito en el punto anterior, del cual se generaron una hoja de cálculo para cada sustancia que se encontró clasificada como Altamente Riesgosa. Cabe señalar que las sustancias con esta característica se encuentran definidas en el Capítulo II punto II.2 del presente estudio. Las hojas de seguridad de estas sustancias se encuentran en el Anexo A.

Se han clasificado los radios en dos: Radio de Zona de Riesgo y Radio de Zona de Amortiguamiento.

Para la elaboración de los cálculos necesarios y para poder determinar dichos radios, se requirieron de ecuaciones que a continuación se muestran:

Fuga No Instantánea

a) Velocidad de material fugado

$$Q = Cd Ar [2 Dm (P1 - Pc)] ^{0.5}$$

donde:

$$Dm = 1 / \{ [Fvap / Dgas] + [(1 - Fvap) / Dliq] \}$$

$$Fvap = Cp1 (T1 - Tc) / Hvap$$

$$Pc = 0.55 P1$$

Ar = Para el cálculo del área de material fugado, se considera al 20% y al 100% del diámetro de la tubería

$$Ar = (PI ((0.2 Diam) ^ 2) / 4) \quad \text{al 20\%}$$

$$Ar = PI Diam ^ 2 / 4 \quad \text{al 100\%}$$

b) Calor radiado a partir del modelo de una dispersión jet

$$Qp = n Q Hc$$

c) Radios de afectación por incendio en la pluma

$$I = Xg Qp / (4 PI R ^ 2)$$

Donde R corresponde a la distancia del receptor

Fuga Instantánea

a) Radio máximo de la bola de fuego

$$Rf = 2.665 M ^{0.327}$$

b) Tiempo de duración de la bola de fuego

$$tf = 1.089 M ^{0.327}$$

c) Energía desprendida por la combustión

$$Q = n1 Hc M / tf$$

$$n1 = 0.27 Ps ^{0.32}$$

d) Radios de afectación

$$I = Q T / (4 PI R ^ 2)$$

Variables:

Cd: Coeficiente de descarga

Dliq: Densidad del líquido

Dgas: Densidad del gas

Tc: Temperatura de operación

N: Factor de eficiencia

Xg: Factor de emisividad

Cap: Capacidad del tanque

PS: Presión de vapor saturado

T: Factor de transmisividad

Dt: Diámetro de la tubería

P1: Presión de operación

T1: Temperatura de operación

Como puede observarse se consideraron dos posibles escenarios y debido a que resultado de la metodología ¿Qué pasa si...?, ha determinado que el evento principal y de mayor riesgo que puede presentarse en la Planta es una fuga, del cual pueden derivarse eventos posteriores como incendios, explosión y/o nube explosiva.

Estos dos escenarios son una fuga no Instantánea y una Instantánea. La primera considera la liberación de algún producto químico debido a la ruptura parcial (20%) o total (100%) de alguna tubería en cualquier parte de ella. Por su parte el segundo escenario considera la liberación de una cantidad más grande de producto químico de alguno de los tanques de almacenamiento, por su ruptura total. Las hojas de captura del árbol de fallas, las memorias de calculo, las tablas de resultados y las simulaciones de los radios de afectación se encuentran en el Anexo B.

• Resumen de la aplicación del método de árbol de fallas

Sustancias manejadas en planta

No. de Registro	No. de Orden	Nombre químico de la Sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo Químico					Capacidad Total Almacenamiento (Ton)	Capacidad de la Mayor Unidad de Almacenamiento
				C	R	E	T	I		
1	1	ACETATO DE BUTILO (ISO SEC)	105-46-4					X	200	Tanques de 80,000 Lt.
2	2	ACETATO DE ETILO	141-78-6					X	100	Tanques de 80,000 Lt.
3	3	ACETATO DE PROPILO (N, ISO)	108-21-4					X	100	Tanques de 80,000 Lt.
4	4	ACETATO DE VINILO	108-05-4				X	X	86	Tanques de 100,000 Lt.
5	5	ACETONA	67-64-1					X	86	Tanques de 80,000 Lt.

Riesgo Químico
 C: Corrosivo
 R: Reactivo
 E: Explosivo
 T: Tóxico
 I: Inflamable

Tabla 4.1 Sustancias seleccionadas de alto riesgo para este estudio

Identificación y clasificación de riesgos

No. Registro	No. Orden	Falla	Accidente hipotético		Ubicación		Metodología empleada para la Identificación de Riesgo
			Derrame	Incendio	Etapa de Operación	Unidad	
					Almacenamiento		
1	1	Junta de uniones	✓	✓	✓	Tanques. Tuberías	¿Qué pasa si...?, Árbol de sucesos, Árbol de Fallas, Hazop
2	2	Junta de uniones	✓	✓	✓	Tanques. Tuberías	¿Qué pasa si...?, Árbol de sucesos, Árbol de Fallas, Hazop
3	3	Junta de uniones	✓	✓	✓	Tanques. Tuberías	¿Qué pasa si...?, Árbol de sucesos, Árbol de Fallas, Hazop
4	4	Junta de uniones	✓	✓	✓	Tanques. Tuberías	¿Qué pasa si...?, Árbol de sucesos, Árbol de Fallas, Hazop
5	5	Junta de uniones	✓	✓	✓	Tanques. Tuberías	¿Qué pasa si...?, Árbol de sucesos, Árbol de Fallas, Hazop

Tabla 4.2 Sustancias seleccionadas de alto riesgo para este estudio

Estimación de consecuencias

No. Registro	No. Orden	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado Físico	Programa de Simulación empleado	Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad			Distancia (m)	Distancia (m)
1	1	✓	✓	56,320.00	Kg	Líquido	Árbol de Fallas	30.59	148.08
2	2	✓	✓	57,664.00	Kg	Líquido	Árbol de Fallas	43.58	210.96
3	3	✓	✓	55,680.00	Kg	Líquido	Árbol de Fallas	27.77	134.43
4	4	✓	✓	74,720.00	Kg	Líquido	Árbol de Fallas	49.34	238.86
5	5	✓	✓	50,553.60	Kg	Líquido	Árbol de Fallas	48.16	233.18

Tabla 4.3 Sustancias seleccionadas de alto riesgo para este estudio

Criterios Utilizados

No. Registro	No. Orden	Toxicidad			Explosividad	Radiación Térmica	Otros Criterios
		TLV _s	Velocidad del Viento (m/seg)	Estabilidad Atmosférica	Psi	W/m ²	
1	1	200	1.00	F	X	37500	Almacenamiento
2	2	400	1.00	F	X	37500	Almacenamiento
3	3	200	1.00	F	X	37500	Almacenamiento
4	4	200	1.00	F	X	37500	Almacenamiento
5	5	1000	1.00	F	X	37500	Almacenamiento

TLV_s: Valor Límite de Umbral para 8 horas: cambios funcionales irreversibles que se producen en un órgano (por lo general el hígado y los riñones).

W/m²: Intensidad media de radiación de la llama.

Tabla 4.3 Sustancias seleccionadas de alto riesgo para este estudio

IV.6 Representación de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento

En el Anexo B se presentan los planos donde se indican los radios de afectación de cada una de las sustancias clasificadas como Altamente Riesgosas con base a una muestra de las capacidades de almacenamiento de 80,000.00 y 100,000.00 en uno de los casos. Debido a las dimensiones de los radios de afectación determinados, éstos no saldrán del área donde se ubica la empresa, y por lo tanto no llegarán a afectar algún punto de interés cercano a la misma tal como asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, etc.

IV.7 Resultados del análisis y evaluación

De acuerdo a los resultados de simulación, los daños a instalaciones vecinas podrían ser de leves a mínimos, siendo las empresas que tuviesen daños en caso de presentarse un evento señalado en los puntos anteriores las que se encuentran principalmente junto al predio en la dirección Norte que corresponden a la Gasera y a la fábrica de Estufas.

Las áreas que presentan el principal riesgo de la empresa debido a las condiciones propias de operación, son el Área de Tanques de Almacenamiento y el Área de almacén de tambores. Los eventos que se pueden presentar en estas áreas, tomando en cuenta las características propias de los productos químicos son fugas, derrames y/o incendio. Si se llegara a presentar alguna fuga, este evento ocasionaría que se formara una nube tóxica con probable riesgo para el personal que labora en esta zona y puede generarse un incendio. Un derrame se formaría si la fuga es lo suficientemente considerable para que se acumule producto químico, ya que por sus características propias, estos productos se evaporan al estar en el ambiente.

Si se llegara a presentar algún incendio o explosión en el área de tanques de almacenamiento, este podría propagarse hasta el área de tambores. Mientras que si el sistema de tierra del área de envasado de tambores llegara a fallar y se tuviera una fuga el producto químico podría incendiarse si se presenta alguna chispa. Por lo que se puede ver las dos áreas de riesgo están muy relacionadas y si se presentara alguna fuga, derrame y/o incendio en cualquiera de ellas, este evento podría afectar a la otra.

VI.8 Recomendaciones técnico operativas

Al aplicar la metodología de identificación de riesgos en la planta, se puede observar que hay ciertos factores que pueden llegar a ocasionar algún tipo de falla o evento extraordinario.

Se recomienda que se estén inspeccionando frecuentemente, tanto el estado de la pintura anticorrosiva de los tanques así como de todas las tuberías y mangueras que alimentan y descargan producto químico de los tanques; éstos no deben presentar zonas con corrosión, oxidación o desgaste, ya que esto hace más factible la posibilidad de alguna fuga y hasta un derrame.

Es importante señalar que se debe verificar también que el sistema de conexión a tierra de los tanques esté haciendo buen contacto con el tanque y que la varilla no se encuentre floja, que el cable utilizado en el sistema de conexión a tierra nunca este pintado ya que esto lo aísla y evita el contacto con el tanque y por consiguiente que la energía estática que pudiese generar se descargue por dicho sistema.

Así mismo se recomienda que se esté inspeccionando frecuentemente todas las uniones de las tuberías, codos, y válvulas de paso, ya que en estos lugares puede llegarse a presentar alguna fuga de producto químico, si en los cordones de soldadura presenta oxidación.

En lo que respecta al área de tambores se recomienda siempre mantenerlos bien tapados y cerciorarse de que no presenten algún tipo de daño o fisura en su cuerpo, ya que esto ocasionaría una fuga y evaporación de producto químico.

Seguir con el sistema de control que llevan a cabo en la Planta, específicamente a lo referido a la inspección de unidades (autotánques) que ingresan a la Planta para descargar y cargar las sustancias químicas.

VI.9 Descripción de las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuentan la instalaciones, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios

Los equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta la Planta, son los siguientes:

- 7 hidrantes dotados con 200 litros de espuma y dos cañones para espuma
- 4 cañones monitores dotados con 800 litros de espuma
- Una bomba Jokey para mantener presurizada la línea del sistema
- Una bomba de combustión de emergencia con capacidad de presión de 12 Kg/cm²
- Una toma siamesa
- Se tienen una fosa de almacenamiento para agua contra incendio con una capacidad total de 150,000 Litros
- Se cuenta con 29 extintores de polvo químico seco de diferentes capacidades (4.5, 7.5, 9 Kg.), todos se encuentran distribuidos estratégicamente en diferentes zona de la Planta
- Se cuenta con 2 equipos básicos para bomberos
- Red de tierras, distribuidas por toda la Planta y a las cuales se encuentran conectados todos los tanques de almacenamiento, tuberías, equipo de bombeo e instalaciones eléctricas; también se podrán conectar los autotánques y tambores durante las operaciones de carga y descarga
- Camilla
- Botiquines de primeros auxilios
- Regadera de emergencia, lavaojos, mascarilla

Se encuentran croquis de ubicación de equipos de extinción de incendios, de rutas de evacuación, salidas de emergencia y de equipos para atención de emergencias.

Se cuenta con un programa de preventivo para verificar el funcionamiento del sistema contra incendio programado mensualmente.

Se verifica que las terminales del sistema de tierras estén debidamente conectadas a los tanques de almacenamiento, es decir se encuentren fijos y haciendo contacto con el tanque, para evitar se produzca la acumulación de energía estática y como consecuencia alguna chispa que genere un riesgo de incendio.

Para evitar que las sustancias almacenadas se evaporen se verifica diariamente, al inicio y término del turno de trabajo, que todos los tanques tengan en su lugar las tapas de entradas hombre y los tambores se encuentren perfectamente tapados, así mismo para que no se contaminen con agua en la temporada de lluvia, o con polvo o basura cuando existan corrientes de aire.

CAPÍTULO

V

**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V.1 Situación general de las instalaciones

La Planta se encuentra ubicada en una zona industrial, la cual se dedica a la compra-venta, distribución, representación, importación y exportación de productos químicos en general (solventes), como lo establece el Acta Constitutiva.

El orden de magnitud de los radios de afectación en caso de explosión se reduce a daños en las instalaciones de la empresa.

En caso de derrame, se cuenta con drenajes y diques para su recuperación.

Se cuenta con materiales, procedimientos y equipos para la atención de las emergencias que se puedan presentar.

Los residuos peligrosos generados durante el proceso, se almacenan temporalmente en un área específica que cuenta con las medidas de seguridad adecuadas para albergar estos materiales y posteriormente llevar a cabo su recolección y disposición final.

V.2 Recomendaciones derivadas del análisis de riesgo

A partir de los datos recolectados y de los análisis de los riesgos encontrados se recomienda llevar a cabo las siguientes acciones para disminuir la probabilidad de ocurrencia de un evento catastrófico.

- 1. Someter las tuberías y los tanques de almacenamiento a pruebas de hermeticidad para evitar fugas, en forma programada.*
- 2. Realizar pruebas de ensayos no destructivos para verificar el estado que guardan los recipientes y tuberías sujetas a presión.*
- 3. Colocar sensores que detecten, en caso de que existan fugas de los productos químicos.*
- 4. Realizar las pruebas de hermeticidad a las líneas de tuberías que van desde los tanques de almacenamiento hasta su trasvasé.*
- 5. Definir un programa semestral de capacitación y adiestramiento, el cual debe abarcar como mínimo los siguientes puntos:*
 - a) Capacitar a empleados y operadores en lo que respecta a las propiedades físicas y químicas de las sustancias químicas, así como las normas y dispositivos de seguridad para prevenir accidentes.*
 - b) Adiestrar a los integrantes de las brigadas respectivas en la utilización de los equipos fijos y móviles para el ataque a los incendios.*
 - c) Difundir las hojas de emergencia en transportación durante los cursos de capacitación para que los operadores de los transportes conozcan las características físicas y de peligrosidad de las sustancias químicas y sepan qué hacer en caso de accidente.*

- d) *Dar seguimiento al programa de atención a emergencias que incluya: un diagrama general donde se indiquen los procedimientos de atención y control, equipo disponible, las formas de comunicación, así como la participación de las secciones o brigadas de emergencia y la participación de la población civil y las instituciones de emergencia.*
 - e) *Seguir con el programa de evacuación en donde se considere: croquis de las rutas de evacuación del sitio, indicando los puntos de reunión y refugio, notificación al personal y a la población, medios de transporte control de tráfico, accesos y salidas y la verificación de la evacuación.*
 - f) *Determinar a la persona que actuará como vocero para comunicarse con el público y la prensa en situaciones de emergencia.*
 - g) *Definir los criterios y procedimientos para declarar el fin de la emergencia.*
 - h) *Revisión y atención médica del personal y la población expuesta y afectada.*
 - i) *Procedimiento de descontaminación y saneamiento.*
 - j) *Evaluación de daños.*
 - k) *Retorno a condiciones normales de operación.*
6. *Mantener actualizado el Programa de Protección Civil que tiene la empresa.*
 7. *Mantener la capacitación del personal de la empresa en el combate de incendios y primeros auxilios para minimizar las posibles emergencias.*
 8. *Dar seguimiento al programa de mantenimiento preventivo y correctivo, para evitar condiciones inseguras.*
 9. *Verificar periódicamente las instalaciones enfocándose en la detección de fugas.*
 10. *Mantener actualizadas las recargas de los extintores, de acuerdo a los señalado en las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la STPS sobre este particular.*
 11. *Mantener en lugares visibles las señales de los puntos de reunión en casos de emergencias.*
 12. *Mantener en buen estado las señales de evacuación, indicando con la punta de la flecha respectiva, la dirección que deben seguir las personas que evacúen el área.*
 13. *Realizar simulacros de evacuación del personal de la planta periódicamente.*
 14. *Realizar las evaluaciones y el mantenimiento del sistema de pararrayos y de tierras físicas para disminuir el riesgo de daño por descargas atmosféricas o acumulación de electricidad estática.*
 15. *Todos los tanques de almacenamiento de sustancias químicas, al igual que los tambos de 200 litros deberán estar aterrizados a tierra física.*
 16. *Los carro tanques que transportan las sustancias químicas deberán aterrizar a tierra física antes y durante su carga y descarga del producto.*
 17. *Mantener actualizadas las mediciones del sistema de tierras físicas.*
 18. *Verificar periódicamente el correcto funcionamiento del sistema de alarma de la empresa.*

19. Evitar, durante las operaciones de carga y descarga: las fugas, los derrames y las salpicaduras, comprobar que el carro tanque se sitúe en el lugar correcto para efectuar la descarga y que esté colocado a nivel, con los frenos aplicados y las ruedas calzadas.
20. Realizar la maniobra de descarga de energéticos durante el día. En caso de tener que realizar esta operación por la noche, el lugar debe contar con suficiente alumbrado a fin de evitar riesgos por visibilidad limitada. No deben efectuarse operaciones de carga o descarga de sustancias químicas cuando ocurran tormentas, de agua o eléctricas.
21. Antes de cargar o descargar carros tanques, se verificará su contenido para evitar la contaminación de los materiales o de los recipientes.
22. Utilizar herramientas, para las maniobras de carga y descarga, del tipo antichispa y libres de grasa, aceite, o ambos materiales.
23. Queda estrictamente prohibido golpear las conexiones de los tanques bajo cualquier circunstancia.

Instruir a plenitud a los trabajadores que manejen este material sobre los propósitos y mantenimientos del equipo de protección personal.

Con base en el punto anterior y en conjunto con los métodos aplicados para la identificación y evaluación del riesgo se indican las siguientes recomendaciones generales:

- *Tomar en consideración los resultados del análisis de consecuencias relacionados con las afectaciones derivadas de las posibles situaciones de emergencia con las sustancias clasificadas como altamente riesgosas, para revisar el actual diseño de la planta y establecer las posibles acciones preventivas o correctivas requeridas para eliminar o mitigar el riesgo relacionado con el manejo de estas sustancias inflamables o tóxicas.*
- *Se recomienda establecer un programa de mantenimiento de todos los tanques o recipientes que contengan las sustancias clasificadas como altamente riesgosas y definidas en el Capítulo II del presente estudio, para verificar los espesores de la placa con el fin de determinar el tiempo restante de uso y evitar posibles emergencias por ruptura o fractura de alguno de dichos equipos y por consecuencia una fuga o derrame.*
- *Se recomienda realizar la determinación de la resistencia eléctrica del sistema de aterrizaje de tierras físicas tal como lo estipula la NOM-022-STPS, así mismo del sistema de pararrayos instalados en la Planta, con el fin de verificar que están operando adecuadamente.*
- *Se recomienda que sea instalado nuevamente el sistema de alarma sonoro y visual en donde las estaciones manuales de alarma cuenten con la visual y la sonora, de tal manera que se identifique rápidamente la zona donde se presenta la emergencia y aplicar un sistema de mantenimiento preventivo al sistema de alarma sonoro y visual. Revisar periódicamente el sistema para garantizar que su funcionamiento identifique rápidamente la zona donde se presenta la emergencia.*
- *Se recomienda hacer una perforación en la parte inferior de los gabinetes de los hidrantes que están a la intemperie para evitar la acumulación del agua de lluvia y la posterior oxidación de la lámina, también se recomienda aplicar pintura anticorrosiva y realizar una limpieza por lo menos una vez al año. Esto es con el fin de que en caso de ser utilizado el hidrante no se llegue a caer o desbaratar el*

gabinete en el momento en que se extraiga la manguera y pueda provocar algún daño físico a la persona que esté realizando la extracción de la manguera.

- *Se recomienda mantener actualizado el estudio de espesores de todos los tanques o recipientes con el fin de determinar el tiempo restante de uso y evitar posibles emergencias por ruptura o fractura de alguno de dichos equipos y por consecuencia una fuga o derrame.*

V.3 Conclusiones del estudio de riesgo

Generalmente después de un accidente y cuando se detecta un problema mayor de operación, se investigan sus causas y se establecen acciones para prevenir su repetición. Frecuentemente, una vez que la investigación finaliza, se detectan fallas en el diseño o en los métodos de operación, lo cual ocurre a pesar del cuidado que se tenga en el diseño de una planta. En gran parte aprendemos de las experiencias, pero esto puede resultar muy costoso en términos de vidas humanas e inversiones.

El resultado de fomentar la seguridad (capacitación y entrenamiento de todo el personal) se refleja en el aumento del nivel de buenas prácticas de trabajo, normas de mantenimiento, verificaciones frecuentes y eficientes tanto de maquinaria, equipo, sistemas de seguridad y control, la identificación rápida y oportuna de circunstancias anormales la cual evita la presencia de fallas, emergencias y accidentes; en otras palabras esto aumenta la seguridad en la operación de las actividades involucradas en el proceso y por consiguiente la confianza de los trabajadores y de la comunidad donde se encuentra ubicada la empresa.

Un método para evaluar el grado de confiabilidad y seguridad de una obra o proyecto en marcha, es la realización de un Estudio de Riesgo Ambiental, el cual involucra las características geográficas, culturales y socioeconómicas del área de estudio, así como la modelación de los eventos probables de riesgo como incendio, fuga, dispersión, etc. Esta evaluación se complementa con la ayuda métodos cualitativos y cuantitativos tales como ¿Qué pasa si...?, Árbol de sucesos, Análisis de riesgo y operabilidad (HAZOP) y Árbol de Fallas.

Analizando el tipo de instalación se tomó en cuenta que las características del proceso, tipos y cantidades de materiales o sustancias manejadas en éste, distribución de las diferentes áreas dentro del predio, dispositivos y equipos de seguridad, procedimientos de operación y mantenimiento, así mismo procedimientos para la atención de situaciones de emergencia; con ello se pudo determinar cuáles serían las condiciones más críticas que pudiesen presentarse durante la operación normal del proceso.

Después de analizar los resultados obtenidos de la evaluación realizada para esta empresa, se obtuvo (por medio de los métodos; ¿Qué pasa si...?, Árbol de sucesos, Análisis de riesgo y operabilidad (HAZOP) y Árbol de Fallas) que el daño máximo a presentarse sería una fuga de la cual pueden derivarse eventos posteriores como incendios, explosión y/o nube explosiva, lo que ocasionaría, dependiendo de la magnitud del evento, desde leves intoxicaciones al personal hasta pérdidas humanas, los impactos al ambiente serían desde pequeñas emisiones de vapores orgánicos hasta grandes emisiones de gases resultado de la combinación de éstos materiales, en el ámbito económico las pérdidas serían altas ya que en cualquier evento (sea pequeño o grande) el proceso productivo tendría que dejar de operar.

Para poder determinar los radios potenciales de afectación, se utilizó el modelo de Árbol de Fallas, a partir del árbol de sucesos, el cual consideró dos posibles escenarios. Estos dos escenarios son una fuga no Instantánea y una Instantánea. La primera considera la liberación de algún producto químico

debido a la ruptura parcial (20%) o total (100%) de alguna tubería en cualquier parte de ella. Por su parte el segundo escenario considera la liberación de una cantidad más grande de producto químico de alguno de los tanques de almacenamiento, por su ruptura total.

Por otro lado, la empresa ha tomado en cuenta que un parámetro importante en el desarrollo y bienestar de una planta es el personal que labora en la misma, por lo que ha decidido seguir atendiendo la capacitación del personal para estar preparado para actuar caso de una emergencia, ya que ésta si se proporciona pero se tiene que mantener actualizados a los trabajadores sobre las medidas a seguir; así mismo la actualización de manuales y bitácoras correspondientes de equipo de protección personal, a fin de dar mayor confiabilidad tanto a los trabajadores de la planta como a los alrededores de la misma, ya que es parte de la formación y desarrollo de la empresa.

Además de los equipos de control que se tienen para evitar la contaminación del suelo, agua y aire, la empresa se encuentra involucrada dentro del programa de RESPONSABILIDAD INTEGRAL, como parte del compromiso de los afiliados a la Asociación Nacional de la Industria Química A.C. con un conjunto de prácticas administrativas, donde se destacan las siguientes actividades y propósitos.

1. *Protección a la comunidad, donde existe el compromiso de notificar a las comunidades vecinas los riesgos derivados de la operación de la planta e integrarlos a los planes de respuestas de emergencia de la localidad.*
2. *Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, donde se establecen las medidas preventivas y de control para la minimización de la generación de contaminantes.*
3. *Seguridad de los Procesos, donde se optimizarán los procesos de operación para prevenir daños a instalaciones, preservando la seguridad de los trabajadores y protegiendo a las comunidades y al ambiente.*
4. *Transporte y Distribución, fomentando a través de la capacitación, la seguridad durante el transporte y distribución de los productos químicos manejados por la empresa.*
5. *Seguridad en el Producto, informando a los clientes respecto a los riesgos, peligrosidad y medidas de mitigación y control de los productos comercializados.*

En caso de que se presente un accidente en la empresa, el daño sería controlado por los sistemas, dispositivos de seguridad, materiales y procedimientos necesarios para controlar los riesgos que se encuentran presentes en el proceso productivo.

Tomando en cuenta todo lo anterior se considera que el proceso productivo de la empresa es viable, tanto por los beneficios económicos que trae para el país en general como en particular para la región donde se localiza, y sobre todo para tomar conciencia ecológica y de conservación para no dañar las características biológicas y socioculturales del lugar.

Cabe mencionar que el presente estudio se elaboró tomando como fidedigna la información proporcionada por la empresa.

REFERENCIAS



BIBLIOGRAFÍA



Estudios de Riesgo Ambiental Nivel 1, Auditores Ambientalistas Asociados, S.A. de C.V., México 2002.

Programa para la prevención de Accidentes, Auditores Ambientalistas Asociados, S.A. de C.V. México 2002.

Domínguez Martínez, Lorena, Tesis Análisis de Riesgo a la Salud por el Método Zurich en una Empresa Farmacéutica, México 2001.

Arcos Serrano, María, Becerril Albarrán, Josefina, Espíndola Zepeda, Margarita, Fernández Villagómez, Georgina, Navarrete Rodríguez María Eugenia, Transporte, Destino y Toxicidad de Constituyentes que hacen Peligroso a un Residuo, Cuadernos de Investigación, Centro Nacional de Prevención de Desastres, México 1994.

Instituto de Investigaciones, Procedimientos para la realización de Análisis de Riesgo, PEMEX, México 1999.

Criterios de Salud Ambiental, Principios y Métodos para Evaluar la Toxicidad de las Sustancias Químicas Parte I, Publicación Científica No. 402, Programa de las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud, México 1980.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, México 2001.

Norma Oficial Mexicana NOM-048-SSA1-1993, Que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 09 de enero de 1996.

Norma Oficial Mexicana NOM-056-SSA1-1993, Requisitos sanitarios del equipo de protección personal. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de enero de 1996.

Norma Oficial Mexicana NOM-128-SSA1-1994, Bienes y servicios que establece la aplicación de un sistema de análisis de riesgo y control de puntos críticos en la planta industrial procesadora de productos de pesca. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de junio de 1996.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-1999, Relativa a las condiciones de edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo, condiciones de seguridad e higiene. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 1999.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-1999, Relativa a las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 08 de septiembre de 1999.

Norma Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de mayo de 1999.

Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de mayo de 1997.

Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-1993, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de mayo de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-1998, Colores y señales de seguridad e higiene, identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de octubre de 1998.

Base de Datos de Hojas de Datos de Seguridad (MSDS) de Sustancias Químicas, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, Universidad Politécnica de Valencia, www.sprl.upv.es, España 2003.

INSHT, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, <http://internet.mtas.es/Insht/ipcsnspn/nspn0000.htm>, España 1999.

Turmo Sierra, Emilio, Radiación térmica en incendios de líquidos y gases, INSHT, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, www.mtas.es/insht/ntp/ntp_326.htm, España.

Los Valores Límite de Umbral (TLV), <http://lsainz.freesevers.com/toxicologia.htm>.

Residuos Industriales, www.temarry.com/Espanol/residuos_industriales1.htm.

ANEXO

A

***HOJAS DE DATOS
DE SEGURIDAD***

ANEXO A

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
(International Chemical Safety Cards)

ACETATO DE BUTILO

ICSC: 0840

ACETATO DE sec-BUTILO
Ácido acético, éster sec-butilo
Acetato de 1-metilpropilo
C6H12O2/CH3COOCH(CH3)CH2CH3
Masa molecular: 116.2

Nº CAS 105-46-4
Nº RTECS AF7380000
Nº ICSC 0840
Nº NU 1123
Nº CE 607-026-00-7



PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: 112°C
Punto de fusión: -99°C
Densidad relativa (agua = 1): 0.87
Solubilidad en agua: Escasa (0.8 g/100 ml at 20°C)
Presión de vapor, kPa a 20°C: 2.53
Densidad relativa de vapor (aire = 1): 4.0
Densidad relativa de la mezcla vapor / aire a 20°C (aire = 1): 1.1
Punto de inflamación: 16.7°C (c.c.)°C
Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1.3-7.5
Coeficiente de reparto octanol / agua como log Pow: 1.51

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO

Líquido incoloro, con olor característico.

PELIGROS FÍSICOS

El vapor se mezcla bien con el aire, se forman fácilmente mezclas explosivas.

PELIGROS QUÍMICOS

Reacciona violentamente con nitratos, oxidantes fuertes, álcalis fuertes y ácidos fuertes, originando riesgo de incendio y explosión. Ataca muchos plásticos.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN

TLV (como TWA): 200ppm; 950mg/m³ (ACGIH 1990-1991)

VÍAS DE EXPOSICIÓN

La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor.

RIESGO DE INHALACIÓN

En la evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN

La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La sustancia puede tener efectos sobre el sistema nervioso central.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA


El líquido desengrasa la piel.

RIESGO A INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN

TIPOS DE PELIGRO	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	AFFF, espuma resistente al alcohol, polvos, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Las mezclas vapor/aire son explosivas	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones por pulverización con agua.

EXPOSICIÓN

EXPOSICIÓN	SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
INHALACIÓN	Somnolencia, dolor de cabeza, dolor de garganta, pérdida de conocimiento, debilidad.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
PIEL	Piel seca.	Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
INGESTIÓN		No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Someter a atención médica.

PRECAUCIONES		
DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Ventilación; recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos, absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verter en el alcantarillado (protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes. Mantener en lugar frío, seco; mantener en la oscuridad.	Símbolo F R: 11-66 S: (2-)16-23-25-29-33 Nota: C Clasificación de Peligros NU: 3 CE: 

NOTAS
Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-518 Código NFPA: H 1; F 3; R 0; FISQ: 1-002 ACETATO DE sec-BUTILO

NOTA LEGAL IMPORTANTE
Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.

ACETATO DE ETILO
 Acido acético, éster etílico
 $C_4H_8O_2/CH_3COOC_2H_5$
 Masa molecular: 88.1

Nº CAS 141-78-6
 Nº RTECS AH5425000
 Nº ICSC 0367
 Nº NU 1173
 Nº CE 607-022-00-5



PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: 77°C
 Punto de fusión: -84°C
 Densidad relativa (agua = 1): 0.9
 Solubilidad en agua: Muy buena
 Presión de vapor, kPa a 20°C: 10
 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.0
 Punto de inflamación: 7°C (o.c.)°C
 Temperatura de autoignición: 427°C
 Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2.2-11.5
 Coeficiente de reparto octanol / agua como log Pow: 0.73

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO

Líquido incoloro, de olor característico.

PELIGROS FÍSICOS

El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante.

PELIGROS QUÍMICOS

El calentamiento intenso puede originar combustión violenta o explosión. La sustancia se descompone bajo la influencia de luz UV, bases y ácidos. La solución en agua es un ácido débil. Reacciona con oxidantes fuertes, bases o ácidos. Ataca muchos metales en presencia de agua. Ataca los plásticos.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN

TLV: 400 ppm; 1400 mg/m³ (ACGIH 1990-1991).

VÍAS DE EXPOSICIÓN

La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor.

RIESGO DE INHALACIÓN

Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN

La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede tener efectos sobre el sistema nervioso. La exposición muy por encima del OEL puede producir la muerte. Se recomienda vigilancia médica.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA

El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.

DATOS AMBIENTALES


Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial al agua.

**RIESGO A INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN**

TIPOS DE PELIGRO	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable.	Evitar llama abierta, NO producir chispas y NO fumar.	AFFF, espuma resistente al alcohol, polvos, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Las mezclas vapor / aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones. Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra). Utilícense herramientas manuales no generadoras de chispas.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones por pulverización con agua. Los bomberos deberían emplear indumentaria de protección completa, incluyendo equipo autónomo de respiración.

EXPOSICIÓN

EXPOSICIÓN	SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
INHALACIÓN	Tos, vértigo, dolor de cabeza, somnolencia, náusea, jadeo, dolor de garganta, pérdida de conocimiento, debilidad.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado y someter a atención médica. Respiración artificial si estuviera indicado.
PIEL	Enrojecimiento, dolor.	Guantes protectores, traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y solicitar atención médica.
OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
INGESTIÓN	Dolor abdominal, dolor de garganta, vértigo, náusea, debilidad.		Enjuagar la boca, dar a beber abundante agua y someter a atención médica.

PRECAUCIONES		
DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Evacuar la zona de peligro. Recoger en la medida de lo posible el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a lugar seguro. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes, ácidos y bases. Mantener en lugar frío, seco. Almacenar herméticamente cerrado.	símbolo F símbolo Xi R: 11-36-66-67 S: (2-)16-26-33 Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II CE: 

NOTAS
<p>El consumo de bebidas alcohólicas aumenta el efecto nocivo. Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto a menudo hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello imprescindibles. Nombres comerciales: Acetidin, Vinagar naphtha.</p> <p>Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-76</p> <p>Código NFPA: H 1; F 3; R 0;</p> <p>FISQ: 1-003 ACETATO DE ETILO</p>

NOTA LEGAL IMPORTANTE
<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).</p>

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.

ACETATO DE PROPILO
 1-Acetoxipropano
 Acetato de 1-propilo
 Acido acético, éster n-propílico
 $C_5H_10O_2/CH_3COOCH_2CH_2CH_3$
 Masa molecular: 102.13

Nº CAS 109-60-4
 Nº RTECS AJ3675000
 Nº ICSC 0940
 Nº NU 1276
 Nº CE 607-024-00-6



PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: 102°C
 Punto de fusión: -92°C
 Densidad relativa (agua = 1): 0.9
 Solubilidad en agua: Moderada (2 g/100 ml at 20°C)
 Presión de vapor, kPa a 20°C: 3.3
 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.5
 Densidad relativa de la mezcla vapor / aire a 20°C (aire = 1): 1.08
 Punto de inflamación: 14°C (c.c.)°C
 Temperatura de autoignición: 450°C
 Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2-8
 Coeficiente de reparto octanol / agua como log Pow: 1.39 (estimado)

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO

Líquido incoloro, con olor característico.

PELIGROS FÍSICOS

El gas se mezcla bien con el aire, se forman fácilmente mezclas explosivas.

PELIGROS QUÍMICOS

La sustancia se descompone al arder produciendo gases irritantes o venenosos. Puede reaccionar enérgicamente con materiales oxidantes. Ataca plásticos.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN

TLV (como TWA): 200 ppm; 840 mg/m³(ACGIH 1990-1991)

TLV (como STEL): 250 ppm (ACGIH 1990-1991).

VÍAS DE EXPOSICIÓN

La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor.

RIESGO DE INHALACIÓN

En la evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN

La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La exposición muy por encima del OEL puede producir efectos sobre el sistema nervioso central.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA


El líquido desengrasa la piel.

RIESGO A INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN

TIPOS DE PELIGRO	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable.	Evitar llama abierta, NO producir chispas y NO fumar.	Polvos, AFFF, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Las mezclas vapor/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones por pulverización con agua.

EXPOSICIÓN

EXPOSICIÓN	SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
INHALACIÓN	Sensación de opresión en el pecho, náusea, pérdida de conocimiento, vómitos.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
PIEL	Piel seca.	Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
INGESTIÓN		No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Someter a atención médica.

PRECAUCIONES		
DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Ventilación. Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos, absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verter en el alcantarillado (protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio.	Símbolo F Símbolo Xi R: 11-36-66-67 S: (2-)16-26-29-33 Nota: C Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II CE: 

NOTAS
Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-519 Código NFPA: H 1; F 3; R 0; FISQ: 1-008 ACETATO DE PROPILO

NOTA LEGAL IMPORTANTE
Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.

ACETATO DE VINILO
Ester de vinilo del ácido acético
 $C_4H_6O_2 / CH_3COOCH=CH_2$
Masa molecular: 86.1

Nº CAS 108-05-4
Nº RTECS AK0875000
Nº ICSC 0347
Nº NU 1301
Nº CE 607-023-00-0

**PROPIEDADES FÍSICAS**

Punto de ebullición: 72°C
Punto de fusión: -93°C
Densidad relativa (agua = 1): 0.9
Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 2.5
Presión de vapor, kPa a 20°C: 11.7
Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.0
Punto de inflamación: -8°C(c.c)
Temperatura de autoignición: 402°C
Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2.6-13.4
Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.73

DATOS IMPORTANTES**ESTADO FÍSICO; ASPECTO**

Líquido incoloro, de olor característico.

PELIGROS FÍSICOS

El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante.

PELIGROS QUÍMICOS

La sustancia puede polimerizar fácilmente debido al calentamiento suave o bajo la influencia de luz o de peróxidos, con peligro de incendio o explosión. Reacciona violentamente con oxidantes fuertes.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN

TLV(como TWA): 10 ppm; 35 mg/m³ A3 (ACGIH 1995-1996).
TLV(como STEL): 15 ppm; 53 mg/m³ A3 (ACGIH 1995-1996).
MAK: 10 ppm; 35 mg/m³ B (1996).

VÍAS DE EXPOSICIÓN

La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión.

RIESGO DE INHALACIÓN

Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire.

EFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN


La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede causar efectos en pulmón, dando lugar a lesiones del tejido.

RIESGO A INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN

TIPOS DE PELIGRO	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	AFFF, espuma resistente al alcohol, polvo, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Las mezclas vapor/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.

EXPOSICIÓN**¡EVITAR LA FORMACIÓN DE NIEBLA DEL PRODUCTO!**

EXPOSICIÓN	SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
INHALACIÓN	Tos, jadeo, dolor de garganta.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado y proporcionar asistencia médica.
PIEL	Enrojecimiento, ampollas.	Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
OJOS	Enrojecimiento, dolor, quemaduras leves.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
INGESTIÓN	Somnolencia, dolor de cabeza	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, dar a beber agua abundante y proporcionar asistencia médica.

PRECAUCIONES		
DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
<p>Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables, absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo al alcantarillado. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).</p>	<p>A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes. Mantener en lugar fresco, seco, oscuro y bien cerrado. Almacenar solamente si está estabilizado.</p>	<p>símbolo F R: 11 S: (2-)16-23-29-33 Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II CE:</p> 

NOTAS
<p>Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. Los síntomas de asma no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas unas pocas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Ninguna persona que haya mostrado síntomas de asma debe entrar nunca en contacto con esta sustancia. Estabilizadores o inhibidores añadidos pueden influir sobre las propiedades toxicológicas de esta sustancia; consultar a un experto. Antes de la destilación comprobar si existen peróxidos; en caso positivo eliminarlos. Los vapores de estireno monómero que no son inhibidos pueden formar polímeros en los apagallamas o sistemas de venteo, originando el bloqueo de éstos en los tanques de almacenamiento.</p> <p>Otros puntos de fusión: -100°C El consumo de bebidas alcohólicas aumenta el efecto nocivo. La adición de estabilizadores o inhibidores podría influir sobre las propiedades toxicológicas de esta sustancia; consultar a un experto. Las propiedades estabilizadoras de la hidroquinona se limitan a 60 días. Para almacenamientos prolongados se recomiendan otros inhibidores, tales como la difenilamina.</p> <p>Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-101 (monómero, inhibido) Código NFPA: H 2; F 3; R 2;</p>

NOTA LEGAL IMPORTANTE
<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).</p>

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.

ACETONA
 Propanona
 Propan-2-ona
 Dimetil cetona
 $C_3H_6O/CH_3-CO-CH_3$
 Masa molecular: 58.1

Nº CAS 67-64-1
 Nº RTECS AL3150000
 Nº ICSC 0087
 Nº NU 1090
 Nº CE 606-001-00-8



PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: 56°C
 Punto de fusión: -95°C
 Densidad relativa (agua = 1): 0.8
 Solubilidad en agua: Miscible
 Presión de vapor, kPa a 20°C: 24
 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.0
 Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.2
 Punto de inflamación: -18°C c.c.
 Temperatura de autoignición: 465°C
 Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2.2-13
 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.24

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO

Líquido incoloro, de olor característico.

PELIGROS FÍSICOS

El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante.

PELIGROS QUÍMICOS

La sustancia puede formar peróxidos explosivos en contacto con oxidantes fuertes tales como ácido acético, ácido nítrico y peróxido de hidrógeno. Reacciona con cloroformo y bromoformo en condiciones básicas, originando peligro de incendio y explosión. Ataca a los plásticos.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN

TLV (como TWA): 750 ppm; 1780 mg/m³ (ACGIH 1993-1994).

VÍAS DE EXPOSICIÓN

La sustancia se puede absorber por inhalación y a través de la piel.

RIESGO DE INHALACIÓN

Por evaporación de esta sustancia a 20°C, se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire alcanzándose mucho antes, si se dispersa.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN

El vapor de la sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central, el hígado, el riñón y el tracto gastrointestinal.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA


El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. El líquido desengrasa la piel. La sustancia puede afectar a la sangre y a la médula ósea.

RIESGO A INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN

TIPOS DE PELIGRO	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua en grandes cantidades, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Las mezclas vapor/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.

EXPOSICIÓN

EXPOSICIÓN	SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
INHALACIÓN	Salivación, confusión mental, tos, vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, dolor de garganta, pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica.
PIEL	Piel seca, enrojecimiento.	Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas y aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
OJOS	Enrojecimiento, dolor, visión borrosa. Posible daño en la córnea.	Gafas de protección de seguridad o pantalla facial. No llevar lentes de contacto.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto, si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
INGESTIÓN	Náuseas, vómitos (para mayor información, véase Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca y proporcionar asistencia médica.

PRECAUCIONES		
DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Ventilar. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables, absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo al alcantarillado. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes.	símbolo F símbolo Xi R: 11-36-66-67 S: (2-)9-16-26 Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II CE: 

NOTAS
<p>El consumo de bebidas alcohólicas aumenta el efecto nocivo. Antes de la destilación comprobar si existen peróxidos; en caso positivo, eliminarlos.</p> <p>Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-30 Código NFPA: H 1; F 3; R 0; .</p> <p>FISQ: 3-004 ACETONA</p>

NOTA LEGAL IMPORTANTE
<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).</p>

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.

ANEXO

B

***RADIOS POTENCIALES
DE AFECTACIÓN***

ANEXO B RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Acetato de Butilo

Hoja de Identificación del Proyecto Aplicando el Método de Árbol de Fallas

<i>Fecha del cálculo:</i>	Agosto del 2003
<i>Nombre de la empresa:</i>	Empresa distribuidora de solventes
<i>Nombre del proyecto:</i>	Análisis de riesgo a la salud en un empresa distribuidora de solventes.
<i>Ubicación del proyecto:</i>	Carretera Teoloyucan-Huehuetoca No. 259 Santa María Caliacac Teoloyucan C.P. 54770 Estado de México
<i>Nombre del equipo:</i>	Tanques de almacenamiento
<i>Ubicación del equipo:</i>	Granja de tanques
<i>Capacidad del equipo:</i>	80000 lts.
<i>Porcentaje máximo que se almacena:</i>	80%
<i>Nombre de la sustancia</i>	Acetato de Butilo
<i>Simulación:</i>	Correspondiente al tanque y a la tubería

**Hoja de Captura
Árbol de Fallas**

<i>Coefficiente de descarga</i>	<i>Cd</i>	0.8
<i>Diámetro de la tubería (in)</i>		2.000
<i>Densidad del líquido (Kg/m³)</i>	<i>Dliq</i>	880
<i>Densidad del gas (Kg/m³)</i>	<i>Dgas</i>	4
<i>Presión de operación (Kg/m²)</i>		1.0333
<i>Temperatura de operación (°C)</i>	<i>Tc</i>	25
<i>Temperatura de ebullición (°K)</i>		399.5
<i>Factor de eficiencia</i>	<i>N</i>	0.35
<i>Factor de emisividad</i>	<i>Xg</i>	0.2
<i>Capacidad del tanque (lt)</i>	<i>Cap</i>	64000
<i>Presión de vapor saturado (MN/m²)</i>	<i>Ps</i>	8.4
<i>Factor de transmisividad</i>	<i>T</i>	1
<i>Intensidad de radiación (W/m²)</i>	<i>I</i>	37500
		25000
		12500
		4000
		1600
<i>Conversiones</i>		
<i>Diámetro de la tubería (m)</i>	<i>Dt</i>	0.0508
<i>Presión de operación (N/m²)</i>	<i>P1</i>	101332.1145
<i>Temperatura de operación (°K)</i>	<i>T1</i>	298.15

MEMORIA DE CÁLCULO

Fuga no instantánea

a) Velocidad del material fugado

$$Q = CdAr[2Dm(P_1 - P_2)]^{0.5}$$

Donde:

$$Dm = \frac{1}{\left[\frac{F_{vap}}{D_{gas}} \right] + \left[\frac{1 - F_{vap}}{D_{liq}} \right]}$$

$$Dm = \frac{Cp_1(T_1 - T_c)}{H_{vap}}$$

$$Pc = 0.55P_1$$

Ar = Para el cálculo del área de material fugado, se considera al 20% y al 100% del diámetro de la tubería

$$Ar = \frac{Pl(0.2Diam)^2}{4} \text{ al } 20\%$$

$$Ar = \frac{Pl(Diam)^2}{4} \text{ al } 100\%$$

b) Calor radiado a partir del modelo de una dispersión jet

$$Qp = nQHc$$

c) Radios de afectación por incendio en la pluma

$$l = \frac{XgQp}{4PIR^2}$$

Donde R corresponde a la distancia del receptor

Fuga instantánea

a) Radio máximo de la bola

$$Rf = 2.665M^{0.327}$$

b) Tiempo de duración de la bola de fuego

$$tf = 1.089M^{0.327}$$

c) Energía desprendida por la combustión

$$Q = \frac{n_1 HcM}{tf}$$

$$n_1 = 0.27Ps^{0.32}$$

d) Radios de afectación

$$l = \frac{QT}{4PIR^2}$$

TABLA DE RESULTADOS

Fuga no instantánea

Al 20% del diámetro

$P_c = 55732.66295 \text{ N/m}^2$
 $F_{vap} = -1.018152922$
 $D_m = -3.964401656 \text{ Kg/m}^3$
 $Ar = 8.10733 \text{ E-05 m}^2$
 $Q = 0.0389988 \text{ Kg/s}$
 $Q_p = 7801.326865 \text{ J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radio (m)
37500	0.057541146
25000	0.070473223
12500	0.099664188
4000	0.176183059
1600	0.278569875

Al 100% del diámetro

$P_c = 55732.66295 \text{ N/m}^2$
 $F_{vap} = -1.018152922$
 $D_m = -3.964401656 \text{ Kg/m}^3$
 $Ar = 2.0268 \text{ E-03 m}^2$
 $Q = 0.974969992 \text{ Kg/s}$
 $Q_p = 195033.1716 \text{ J/s}$

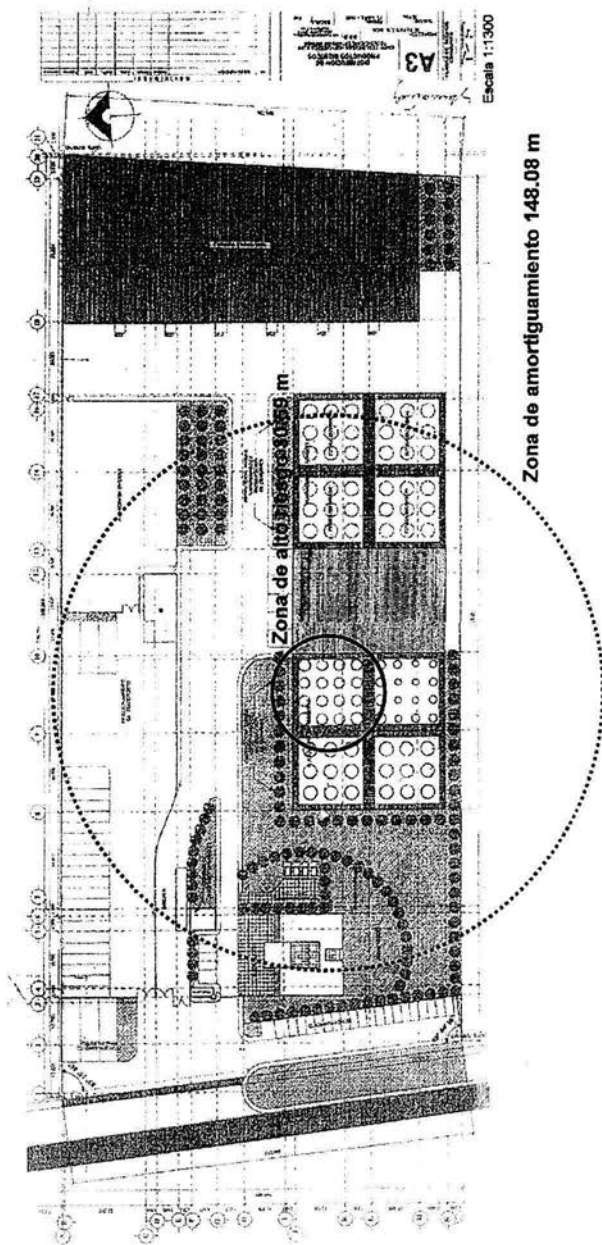
Intensidad (W/m ²)	Radio (m)
37500	0.28770573
25000	0.352366117
12500	0.498320942
4000	0.880915293
1600	1.392849376

Fuga instantánea

$Masa\ fugada = 56320 \text{ Kg}$
 $R_f = 95.31558082 \text{ M}$
 $T_f = 38.94884334 \text{ Seg}$
 $Q = 4.409 \text{ E+08 J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radio (m)
37500	30.59
25000	37.46
12500	52.98
4000	93.66
1600	148.08

RADIOS DE AFECTACIÓN PARA EVENTO MÁXIMO DESTRUCTIVO
Fuga instantánea en tanque de 80,000 litros de Acetato de Butilo



ANEXO B RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Acetato de Etilo

Hoja de Identificación del Proyecto Aplicando el Método de Árbol de Fallas

<i>Fecha del cálculo:</i>	<i>Agosto del 2003</i>
<i>Nombre de la empresa:</i>	<i>Empresa distribuidora de solventes</i>
<i>Nombre del proyecto:</i>	<i>Análisis de riesgo a la salud en un empresa distribuidora de solventes.</i>
<i>Ubicación del proyecto:</i>	<i>Carretera Teoloyucan-Huehuetoca No. 259 Santa María Caliacac Teoloyucan C.P. 54770 Estado de México</i>
<i>Nombre del equipo:</i>	<i>Tanques de almacenamiento</i>
<i>Ubicación del equipo:</i>	<i>Granja de tanques</i>
<i>Capacidad del equipo:</i>	80000 lts.
<i>Porcentaje máximo que se almacena:</i>	80%
<i>Nombre de la sustancia</i>	Acetato de Etilo
<i>Simulación:</i>	<i>Correspondiente al tanque y a la tubería</i>

**Hoja de Captura
Árbol de Fallas**

<i>Coefficiente de descarga</i>	<i>Cd</i>	0.8
<i>Diámetro de la tubería (in)</i>		2.000
<i>Densidad del líquido (Kg/m³)</i>	<i>Dliq</i>	901
<i>Densidad del gas (Kg/m³)</i>	<i>Dgas</i>	3
<i>Presión de operación (Kg/m²)</i>		1.0333
<i>Temperatura de operación (°C)</i>	<i>Tc</i>	25
<i>Temperatura de ebullición (°K)</i>		350
<i>Factor de eficiencia</i>	<i>N</i>	0.35
<i>Factor de emisividad</i>	<i>Xg</i>	0.2
<i>Capacidad del tanque (lt)</i>	<i>Cap</i>	64000
<i>Presión de vapor saturado (MN/m²)</i>	<i>Ps</i>	73
<i>Factor de transmisividad</i>	<i>T</i>	1
<i>Intensidad de radiación (W/m²)</i>	<i>I</i>	37500
		25000
		12500
		4000
		1600
<i>Conversiones</i>		
<i>Diámetro de la tubería (m)</i>	<i>Dt</i>	0.0508
<i>Presión de operación (N/m²)</i>	<i>P1</i>	101332.1145
<i>Temperatura de operación (°K)</i>	<i>T1</i>	298.15

MEMORIA DE CÁLCULO

Fuga no instantánea

a) Velocidad del material fugado

$$Q = CdAr[2Dm(P_1 - P_2)]^{0.5}$$

Donde:

$$Dm = \frac{1}{\left[\frac{F_{vap}}{D_{gas}} \right] + \left[\frac{1 - F_{vap}}{D_{liq}} \right]}$$

$$Dm = \frac{Cp_1(T_1 - T_c)}{H_{vap}}$$

$$Pc = 0.55P_1$$

Ar = Para el cálculo del área de material fugado, se considera al 20% y al 100% del diámetro de la tubería

$$Ar = \frac{Pl(0.2Diam)^2}{4} \text{ al } 20\%$$

$$Ar = \frac{Pl(Diam)^2}{4} \text{ al } 100\%$$

b) Calor radiado a partir del modelo de una dispersión jet

$$Qp = nQHc$$

c) Radios de afectación por incendio en la pluma

$$l = \frac{XgQp}{4PIR^2}$$

Donde R corresponde a la distancia del receptor

Fuga instantánea

a) Radio máximo de la bola

$$Rf = 2.665M^{0.327}$$

b) Tiempo de duración de la bola de fuego

$$tf = 1.089M^{0.327}$$

c) Energía desprendida por la combustión

$$Q = \frac{n_1 HcM}{tf}$$

$$n_1 = 0.27Ps^{0.32}$$

d) Radios de afectación

$$l = \frac{QT}{4PIR^2}$$

TABLA DE RESULTADOS

Fuga no instantánea

Al 20% del diámetro

$P_c = 55732.66295 \text{ N/m}^2$
 $F_{vap} = -0.520880405$
 $D_m = -5.816022572 \text{ Kg/m}^3$
 $A_r = 8.10733 \text{ E-05 m}^2$
 $Q = 0.047236255 \text{ Kg/s}$
 $Q_p = 9449.148883 \text{ J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radios (m)
37500	0.063327248
25000	0.077559722
12500	0.109686011
4000	0.193899306
1600	0.306581721

Al 100% del diámetro

$P_c = 55732.66295 \text{ N/m}^2$
 $F_{vap} = -0.520880405$
 $D_m = -5.816022572 \text{ Kg/m}^3$
 $A_r = 2.0268 \text{ E-03 m}^2$
 $Q = 1.180906373 \text{ Kg/s}$
 $Q_p = 236228.7221 \text{ J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radios (m)
37500	0.31663624
25000	0.387798611
12500	0.548430056
4000	0.969496528
1600	1.532908607

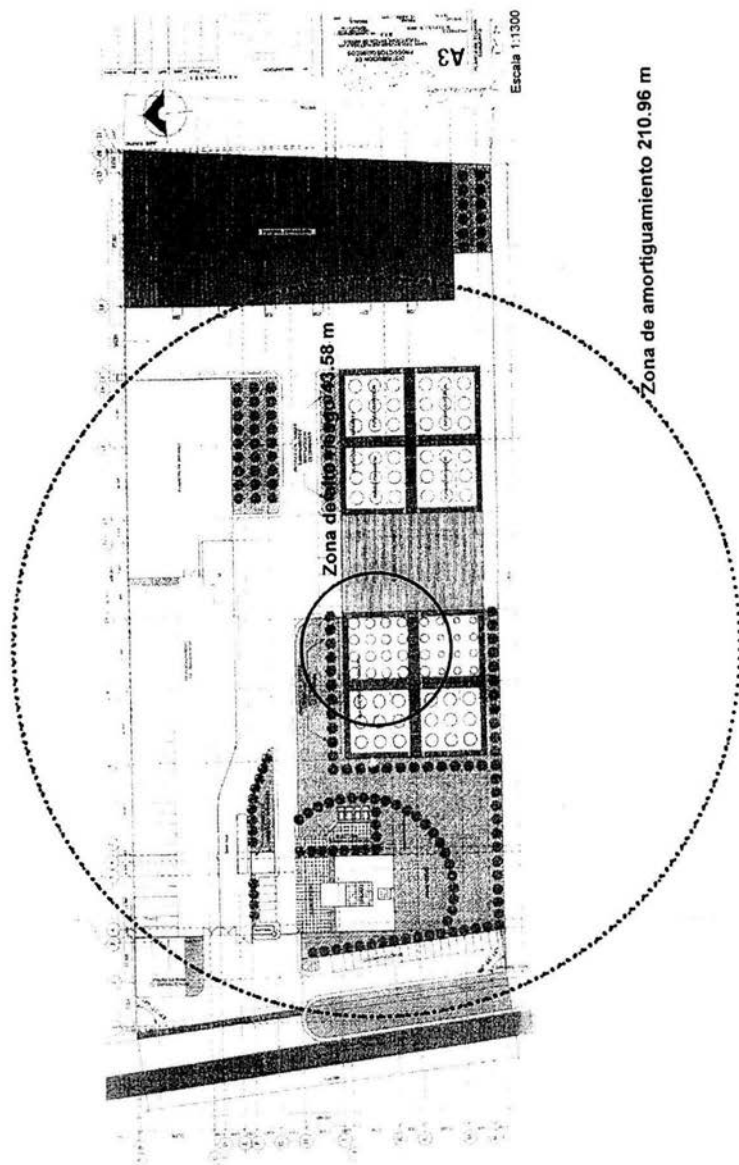
Fuga instantánea

$Masa\ fugada = 57664 \text{ Kg}$
 $R_f = 96.05347284 \text{ m}$
 $T_f = 39.25036845 \text{ seg}$
 $Q = 8.9482 \text{ E+08 J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radios (m)
37500	43.58
25000	53.37
12500	75.48
4000	133.42
1600	210.96

RADIOS DE AFECTACIÓN PARA EVENTO MÁXIMO DESTRUCTIVO

Fuga instantánea en tanque de 80,000 litros de Acetato de Etilo



ANEXO B RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Acetato de Propilo

Hoja de Identificación del Proyecto Aplicando el Método de Árbol de Fallas

<i>Fecha del cálculo:</i>	Agosto del 2003
<i>Nombre de la empresa:</i>	Empresa distribuidora de solventes
<i>Nombre del proyecto:</i>	Análisis de riesgo a la salud en un empresa distribuidora de solventes.
<i>Ubicación del proyecto:</i>	Carretera Teoloyucan-Huehuetoca No. 259 Santa María Caliacac Teoloyucan C.P. 54770 Estado de México
<i>Nombre del equipo:</i>	Tanques de almacenamiento
<i>Ubicación del equipo:</i>	Granja de tanques
<i>Capacidad del equipo:</i>	80000 lts.
<i>Porcentaje máximo que se almacena:</i>	80%
<i>Nombre de la sustancia</i>	Acetato de Propilo
<i>Simulación:</i>	Correspondiente al tanque y a la tubería

**Hoja de Captura
Árbol de Fallas**

<i>Coefficiente de descarga</i>	<i>Cd</i>	0.8
<i>Diámetro de la tubería (in)</i>		2.000
<i>Densidad del líquido (Kg/m³)</i>	<i>Dliq</i>	870
<i>Densidad del gas (Kg/m³)</i>	<i>Dgas</i>	3.5
<i>Presión de operación (Kg/m²)</i>		1.0333
<i>Temperatura de operación (°C)</i>	<i>Tc</i>	25
<i>Temperatura de ebullición (°K)</i>		359
<i>Factor de eficiencia</i>	<i>N</i>	0.35
<i>Factor de emisividad</i>	<i>Xg</i>	0.2
<i>Capacidad del tanque (lt)</i>	<i>Cap</i>	64000
<i>Presión de vapor saturado (MN/m²)</i>	<i>Ps</i>	4.7
<i>Factor de transmisividad</i>	<i>T</i>	1
<i>Intensidad de radiación (W/m²)</i>	<i>I</i>	37500
		25000
		12500
		4000
		1600
<i>Conversiones</i>		
<i>Diámetro de la tubería (m)</i>	<i>Dt</i>	0.0508
<i>Presión de operación (N/m²)</i>	<i>P1</i>	101332.1145
<i>Temperatura de operación (°K)</i>	<i>T1</i>	298.15

MEMORIA DE CÁLCULO

Fuga no instantánea

a) Velocidad del material fugado

$$Q = CdAr[2Dm(P_1 - P_2)]^{0.5}$$

Donde:

$$Dm = \frac{1}{\left[\frac{F_{vap}}{D_{gas}} \right] + \left[\frac{1 - F_{vap}}{D_{liq}} \right]}$$

$$Dm = \frac{Cp_1(T_1 - T_c)}{H_{vap}}$$

$$Pc = 0.55P_1$$

Ar = Para el cálculo del área de material fugado, se considera al 20% y al 100% del diámetro de la tubería

$$Ar = \frac{Pl(0.2Diam)^2}{4} \text{ al } 20\%$$

$$Ar = \frac{Pl(Diam)^2}{4} \text{ al } 100\%$$

b) Calor radiado a partir del modelo de una dispersión jet

$$Qp = nQHc$$

c) Radios de afectación por incendio en la pluma

$$l = \frac{XgQp}{4PIR^2}$$

Donde R corresponde a la distancia del receptor

Fuga instantánea

a) Radio máximo de la bola

$$Rf = 2.665M^{0.327}$$

b) Tiempo de duración de la bola de fuego

$$tf = 1.089M^{0.327}$$

c) Energía desprendida por la combustión

$$Q = \frac{n_1 HcM}{tf}$$

$$n_1 = 0.27Ps^{0.32}$$

d) Radios de afectación

$$l = \frac{QT}{4PIR^2}$$

TABLA DE RESULTADOS

Fuga no instantánea

Al 20% del diámetro

$P_c = 55732.66295 \text{ N/m}^2$
 $F_{vap} = -0.61129359$
 $Dm = -5.786928206 \text{ Kg/m}^3$
 $Ar = 8.10733 \text{ E-05 m}^2$
 $Q = 0.047117958 \text{ Kg/s}$
 $Qp = 9425.4848 \text{ J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radio (m)
37500	0.063247901
25000	0.077462543
12500	0.109548578
4000	0.193656357
1600	0.306197585

Al 100% del diámetro

$P_c = 55732.66295 \text{ N/m}^2$
 $F_{vap} = -0.61129359$
 $Dm = -5.786928206 \text{ Kg/m}^3$
 $Ar = 2.0268 \text{ E-03 m}^2$
 $Q = 1.177948956 \text{ Kg/s}$
 $Qp = 235637.12 \text{ J/s}$

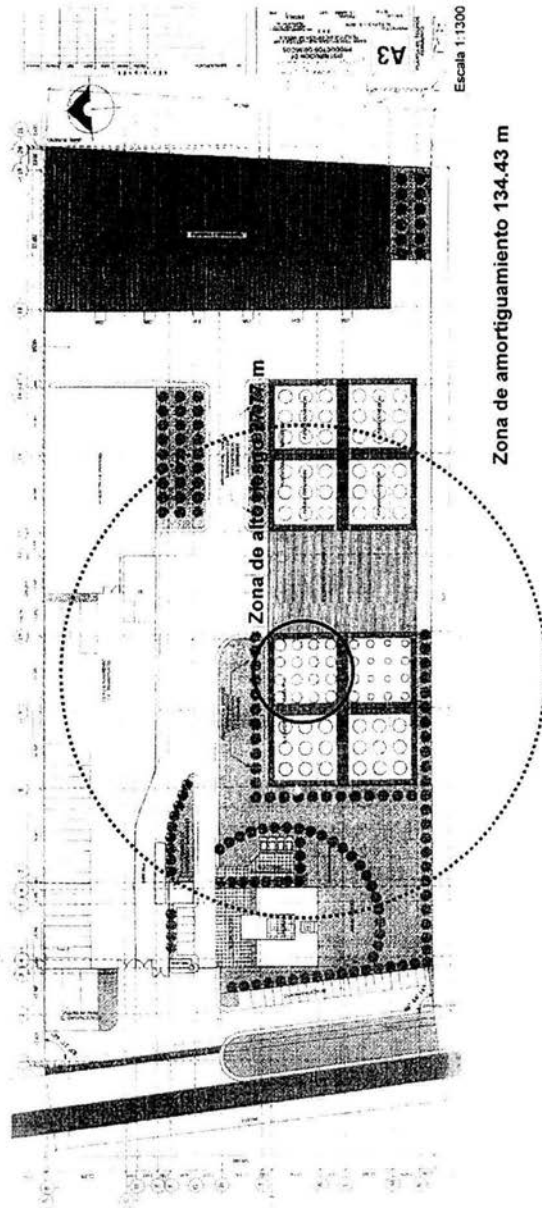
Intensidad (W/m ²)	Radio (m)
37500	0.316239506
25000	0.387312713
12500	0.547742892
4000	0.968281783
1600	1.530987925

Fuga instantánea

$Masa\ fugada = 55680 \text{ Kg}$
 $Rf = 94.96003379 \text{ m}$
 $Tf = 38.80355602 \text{ seg}$
 $Q = 3.6334 \text{ E+08 J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radio (m)
37500	27.77
25000	34.01
12500	48.09
4000	85.02
1600	134.43

RADIOS DE AFECTACIÓN PARA EVENTO MÁXIMO DESTRUCTIVO
Fuga instantánea en tanque de 80,000 litros de Acetato de Propilo



ANEXO B RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Acetato de Vinilo

Hoja de Identificación del Proyecto Aplicando el Método de Árbol de Fallas

<i>Fecha del cálculo:</i>	<i>Agosto del 2003</i>
<i>Nombre de la empresa:</i>	<i>Empresa distribuidora de solventes</i>
<i>Nombre del proyecto:</i>	<i>Análisis de riesgo a la salud en un empresa distribuidora de solventes.</i>
<i>Ubicación del proyecto:</i>	<i>Carretera Teoloyucan-Huehuetoca No. 259 Santa María Caliacac Teoloyucan C.P. 54770 Estado de México</i>
<i>Nombre del equipo:</i>	<i>Tanques de almacenamiento</i>
<i>Ubicación del equipo:</i>	<i>Granja de tanques</i>
<i>Capacidad del equipo:</i>	100000 lts.
<i>Porcentaje máximo que se almacena:</i>	80%
<i>Nombre de la sustancia</i>	Acetato de Vinilo
<i>Simulación:</i>	<i>Correspondiente al tanque y a la tubería</i>

**Hoja de Captura
Árbol de Fallas**

<i>Coefficiente de descarga</i>	<i>Cd</i>	0.8
<i>Diámetro de la tubería (in)</i>		2.000
<i>Densidad del líquido (Kg/m³)</i>	<i>Dliq</i>	934
<i>Densidad del gas (Kg/m³)</i>	<i>Dgas</i>	2.97
<i>Presión de operación (Kg/m²)</i>		1.0333
<i>Temperatura de operación (°C)</i>	<i>Tc</i>	25
<i>Temperatura de ebullición (°K)</i>		345.7
<i>Factor de eficiencia</i>	<i>N</i>	0.35
<i>Factor de emisividad</i>	<i>Xg</i>	0.2
<i>Capacidad del tanque (lt)</i>	<i>Cap</i>	80000
<i>Presión de vapor saturado (MN/m²)</i>	<i>Ps</i>	92
<i>Factor de transmisividad</i>	<i>T</i>	1
<i>Intensidad de radiación (W/m²)</i>	<i>I</i>	37500
		25000
		12500
		4000
		1600
<i>Conversiones</i>		
<i>Diámetro de la tubería (m)</i>	<i>Dt</i>	0.0508
<i>Presión de operación (N/m²)</i>	<i>P1</i>	101332.1145
<i>Temperatura de operación (°K)</i>	<i>T1</i>	298.15

MEMORIA DE CÁLCULO

Fuga no instantánea

a) Velocidad del material fugado

$$Q = CdAr[2Dm(P_1 - P_2)]^{0.5}$$

Donde:

$$Dm = \frac{1}{\left[\frac{F_{vap}}{D_{gas}} \right] + \left[\frac{1 - F_{vap}}{D_{liq}} \right]}$$

$$Dm = \frac{Cp_1(T_1 - T_c)}{H_{vap}}$$

$$Pc = 0.55P_1$$

Ar = Para el cálculo del área de material fugado, se considera al 20% y al 100% del diámetro de la tubería

$$Ar = \frac{Pl(0.2Diam)^2}{4} \text{ al 20\%}$$

$$Ar = \frac{Pl(Diam)^2}{4} \text{ al 100\%}$$

d) Calor radiado a partir del modelo de una dispersión jet

$$Qp = nQHc$$

e) Radios de afectación por incendio en la pluma

$$l = \frac{XgQp}{4PIR^2}$$

Donde R corresponde a la distancia del receptor

Fuga instantánea

a) Radio máximo de la bola

$$Rf = 2.665M^{0.327}$$

b) Tiempo de duración de la bola de fuego

$$tf = 1.089M^{0.327}$$

c) Energía desprendida por la combustión

$$Q = \frac{n_1 HcM}{tf}$$

$$n_1 = 0.27Ps^{0.32}$$

d) Radios de afectación

$$l = \frac{QT}{4PIR^2}$$

TABLA DE RESULTADOS

Fuga no instantánea

Al 20% del diámetro

$P_c = 55732.66295 \text{ N/m}^2$
 $F_{vap} = -0.477682994$
 $D_m = -6.279280156 \text{ Kg/m}^3$
 $A_r = 8.10733 \text{ E-05 m}^2$
 $Q = 0.049081446 \text{ Kg/s}$
 $Q_p = 9818.261166 \text{ J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radios (m)
37500	0.064552276
25000	0.079060069
12500	0.111807822
4000	0.197650173
1600	0.312512363

Al 100% del diámetro

$P_c = 55732.66295 \text{ N/m}^2$
 $F_{vap} = -0.477682994$
 $D_m = -6279280156 \text{ Kg/m}^3$
 $A_r = 2.0268 \text{ E-03 m}^2$
 $Q = 1.227036141 \text{ Kg/s}$
 $Q_p = 245456.5292 \text{ J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radios (m)
37500	0.32276138
25000	0.395300345
12500	0.55903911
4000	0.988250863
1600	1.562561814

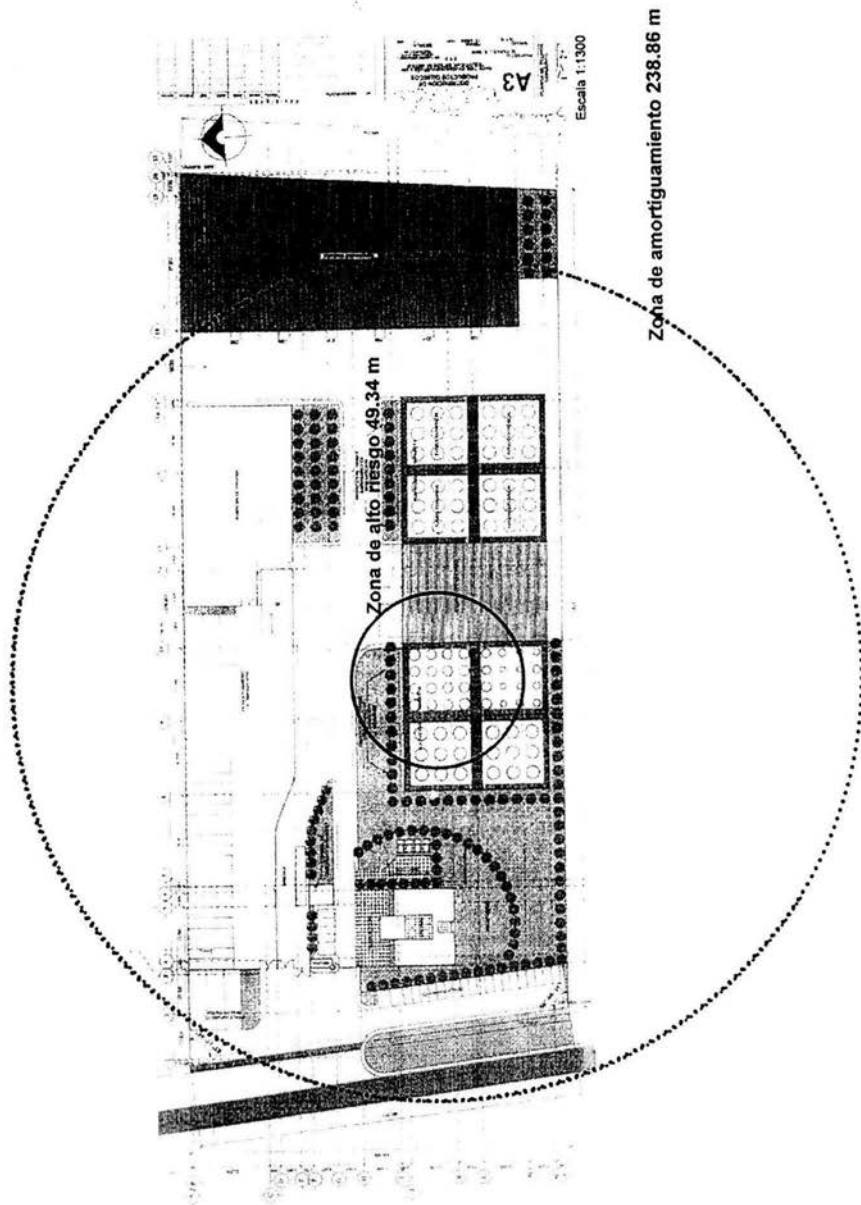
Fuga instantánea

Masa fugada = 74720 Kg
 $R_f = 104.5468778 \text{ m}$
 $T_f = 42.72103188 \text{ seg}$
 $Q = 1.1471 \text{ E+09 J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radios (m)
37500	49.34
25000	60.43
12500	85.46
4000	151.07
1600	238.86

RADIOS DE AFECTACIÓN PARA EVENTO MÁXIMO DESTRUCTIVO

Fuga instantánea en tanque de 100,000 litros de Acetato de Vinilo



ANEXO B RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Acetona

Hoja de Identificación del Proyecto Aplicando el Método de Árbol de Fallas

<i>Fecha del cálculo:</i>	<i>Agosto del 2003</i>
<i>Nombre de la empresa:</i>	<i>Empresa distribuidora de solventes</i>
<i>Nombre del proyecto:</i>	<i>Análisis de riesgo a la salud en un empresa distribuidora de solventes.</i>
<i>Ubicación del proyecto:</i>	<i>Carretera Teoloyucan-Huehuetoca No. 259 Santa María Caliacac Teoloyucan C.P. 54770 Estado de México</i>
<i>Nombre del equipo:</i>	<i>Tanques de almacenamiento</i>
<i>Ubicación del equipo:</i>	<i>Granja de tanques</i>
<i>Capacidad del equipo:</i>	80000 lts.
<i>Porcentaje máximo que se almacena:</i>	80%
<i>Nombre de la sustancia</i>	Acetona
<i>Simulación:</i>	<i>Correspondiente al tanque y a la tubería</i>

**Hoja de Captura
Árbol de Fallas**

<i>Coeficiente de descarga</i>	<i>Cd</i>	0.8
<i>Diámetro de la tubería (in)</i>		2.000
<i>Densidad del líquido (Kg/m³)</i>	<i>Dliq</i>	789.9
<i>Densidad del gas (Kg/m³)</i>	<i>Dgas</i>	2
<i>Presión de operación (Kg/m²)</i>		1.0333
<i>Temperatura de operación (°C)</i>	<i>Tc</i>	25
<i>Temperatura de ebullición (°K)</i>		329.2
<i>Factor de eficiencia</i>	<i>N</i>	0.35
<i>Factor de emisividad</i>	<i>Xg</i>	0.2
<i>Capacidad del tanque (lt)</i>	<i>Cap</i>	64000
<i>Presión de vapor saturado (MN/m²)</i>	<i>Ps</i>	180
<i>Factor de transmisividad</i>	<i>T</i>	1
<i>Intensidad de radiación (W/m²)</i>	<i>I</i>	37500
		25000
		12500
		4000
		1600
<i>Conversiones</i>		
<i>Diámetro de la tubería (m)</i>	<i>Dt</i>	0.0508
<i>Presión de operación (N/m²)</i>	<i>P1</i>	101332.1145
<i>Temperatura de operación (°K)</i>	<i>T1</i>	298.15

MEMORIA DE CÁLCULO

Fuga no instantánea

a) Velocidad del material fugado

$$Q = CdAr[2Dm(P_1 - P_2)]^{0.5}$$

Donde:

$$Dm = \frac{1}{\left[\frac{F_{vap}}{D_{gas}} \right] + \left[\frac{1 - F_{vap}}{D_{liq}} \right]}$$

$$Dm = \frac{Cp_1(T_1 - T_c)}{H_{vap}}$$

$$Pc = 0.55P_1$$

Ar = Para el cálculo del área de material fugado, se considera al 20% y al 100% del diámetro de la tubería

$$Ar = \frac{Pl(0.2Diam)^2}{4} \text{ al 20\%}$$

$$Ar = \frac{Pl(Diam)^2}{4} \text{ al 100\%}$$

b) Calor radiado a partir del modelo de una dispersión jet

$$Qp = nQHc$$

c) Radios de afectación por incendio en la pluma

$$l = \frac{XgQp}{4PIR^2}$$

Donde R corresponde a la distancia del receptor

Fuga instantánea

a) Radio máximo de la bola

$$Rf = 2.665M^{0.327}$$

b) Tiempo de duración de la bola de fuego

$$tf = 1.089M^{0.327}$$

c) Energía desprendida por la combustión

$$Q = \frac{n_1 HcM}{tf}$$

$$n_1 = 0.27Ps^{0.32}$$

d) Radios de afectación

$$l = \frac{QT}{4PIR^2}$$

TABLA DE RESULTADOS

Fuga no instantánea

Al 20% del diámetro

$P_c = 55732.66295 \text{ N/m}^2$
 $F_{vap} = -0.311925488$
 $D_m = -6.480802912 \text{ Kg/m}^3$
 $A_r = 8.10733 \text{ E-05 m}^2$
 $Q = 0.049862818 \text{ Kg/s}$
 $Q_p = 9974.567125 \text{ J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radios (m)
37500	0.065064081
25000	0.079686899
12500	0.112694294
4000	0.199217248
1600	0.314990127

Al 100% del diámetro

$P_c = 55732.66295 \text{ N/m}^2$
 $F_{vap} = -0.311925488$
 $D_m = -6.480802912 \text{ Kg/m}^3$
 $A_r = 2.0268 \text{ E-03 m}^2$
 $Q = 1.246570461 \text{ Kg/s}$
 $Q_p = 249364.1781 \text{ J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radios (m)
37500	0.325320404
25000	0.398434496
12500	0.563471468
4000	0.99608624
1600	1.574950633

Fuga instantánea

$Masa\ fugada = 50553.6 \text{ Kg}$
 $R_f = 92.007694 \text{ m}$
 $T_f = 37.59714025 \text{ seg}$
 $Q = 1.0932 \text{ E+08 J/s}$

Intensidad (W/m ²)	Radios (m)
37500	48.16
25000	58.99
12500	83.42
4000	147.47
1600	233.18

RADIOS DE AFECTACIÓN PARA EVENTO MÁXIMO DESTRUCTIVO

Fuga instantánea en tanque de 80,000 litros de Acetona

