



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO EN PLANEACION AMBIENTAL

1997

MODULO IV RIESGO AMBIENTAL

ACTIVIDADES Y ELEMENTOS DE RIESGO

del 13 al 17 de octubre de 1997

Ing. Renato Flores Soto Flores

Palacio de Minería

1997

MÓDULO IV. RIESGO AMBIENTAL

PROGRAMA GENERAL

SESIÓN	TEMA	EXPOSITOR	HORARIO
LUNES 14 DE OCTUBRE DE 1996			
1	Inauguración del módulo	División de Educación Continua Facultad de Ingeniería	09:00-09:30
2	Conferencia magistral "Políticas, estrategias y lineamientos en materia de regulación de riesgo ambiental".	Ing. Sergio Rivapalacio Chang	09:30-11:30
3	Organización del curso y requisitos administrativos	Ing. Carlos M. Menéndez Martínez	11:30-12:00
4	Introducción a los estudios de riesgo	Ing. Carlos M. Menéndez Martínez	12:00-13:00
5	Marco legal y administrativo	Lic. Jorge Mendoza Ruiz	15:00-17:00
6	Actividades y elementos de riesgo ambiental.	Ing. Renato Flores Soto Flores	17:00-19:00
MARTES 15 DE OCTUBRE DE 1996			
7	Identificación de riesgos, primera parte.	Ing. Enrique César Valdez Ing. Miguel Ángel González López	09:00-13:00
8	Identificación de riesgos, segunda parte.	Ing. Enrique César Valdez Ing. Miguel Ángel González López	15:00-19:00
MIÉRCOLES 16 DE OCTUBRE DE 1996			
9	Evaluación de riesgos, primera parte.	Ing. Francisco Mandujano Ortiz	09:00-13:00
10	Evaluación de riesgos, segunda parte.	Ing. Francisco Mandujano Ortiz	13:00-18:00
11	Medidas de prevención	Ing. Francisco Mandujano Ortiz	18:00-19:00
JUEVES 17 DE OCTUBRE DE 1996			
12	Derrame de sustancias peligrosas a terrenos.	Ing. José Rafael Zarco Guzmán	09:00-11:00
13	Programas de atención de emergencias, primera parte.	Ing. Hipólito Pérez Eugenio	11:00-13:00
14	Programas de atención de emergencias, segunda parte.	Ing. Hipólito Pérez Eugenio	15:00-17:00
15	Conferencia "Experiencias de coordinación ante una emergencia".	Ing. Gustavo Garnica	17:00-19:00
VIERNES 18 DE OCTUBRE DE 1996			
16	Estudios de caso, primera parte.	Ing. Guillermo Rivera Salazar Ing. Héctor Ceballos Melgarejo Ing. Hipólito Pérez Eugenio	09:00-13:00
17	Estudios de caso, segunda parte.	Ing. Guillermo Rivera Salazar Ing. Héctor Ceballos Melgarejo Ing. Hipólito Pérez Eugenio	15:00-17:00
18	Mesa redonda.	Ing. Carlos M. Menéndez Martínez Todos los profesores	17:00-18:00
19	Evaluación de conocimientos.	Ing. Carlos M. Menéndez Martínez	18:00-19:00
20	Clausura	División de Educación Continua Facultad de Ingeniería	19:00-19:30

Por sustancia explosiva se entenderá aquella que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía, genera una cantidad de calor y energía de presión en forma casi instantánea.

Por lo expuesto, serán consideradas como peligrosas para este caso, aquellas actividades que manejan las sustancias inflamables y/o explosivas que se consignan en el listado correspondiente (ver anexo) en volúmenes iguales o superiores a las cantidades de reporte que ahí se indican, a saber : a partir de 500 kg, 3 000 kg, 10 000 kg, 20 000 kg, 50 000 kg, 100 000 kg, 200 000 kg, para el caso de sustancias específicas en estado líquido o gaseoso. Se presentan dos casos adicionales, el primero para sustancias no específicas con determinadas características como temperaturas de inflamación, de ebullición, y presión de vapor, cuya cantidad de reporte será a partir de 10 000 kg, y el segundo para algunos combustibles a partir de 10 000 barriles.

1.1.3 Materiales y residuos peligrosos

El riesgo ambiental desde el punto de vista de los materiales que se ocupan y de los residuos que se producen, se aborda en el capítulo V de la LGEPA que trata de los materiales y residuos peligrosos. En el artículo 150 se indica que la Secretaría, en este caso la ex-SEDUE, publicaría los listados de materiales y residuos peligrosos para el efecto. Al presente se ha publicado ya la norma NOM-052-ECOL-1993, en la que se indican los criterios para la determinación de un residuo peligroso y el listado de los mismos.

1.1.3.1 Criterios que hacen a un residuo peligroso

La norma NOM-052-ECOL-1993 fija los criterios que hacen a un residuo peligroso. Siguiendo el mismo criterio de los listados de actividades altamente riesgosas, y establece que en adición a los listados de residuos específicos que por fuente generadora, giro industrial, proceso, así como por fuente no específica se incluyen en la norma, para fines de identificación y control, en tanto que la Secretaría no los incorpore en cualquiera de los listados en cuestión, los residuos se clasificarán como sigue :

- 1) Corrosivos
- 2) Reactivos
- 3) Explosivos
- 4) Tóxicos al ambiente
- 5) Inflamables
- 6) Biológico-infecciosos

El apartado 5.5 de la norma en cuestión fija las condiciones que en cada caso hacen a un residuo peligroso, por cualquiera de las clasificaciones citadas. El detalle de la NOM-052-ECOL-1993 se presenta en el anexo .

Debido a que lo expuesto aplica a residuos no incluidos en los listados mencionados, y que se abordan en el siguiente apartado, y a que su identificación puede no ser precisa con los criterios que se indican en el apartado 5.5 citado, se ha expuesto en la norma NOM-053-ECOL-1993 (antes NOM-CRP-002-1993) la metodología para identificar si un residuo es peligroso por su toxicidad al ambiente. Se espera que en lo inmediato se publiquen las normas respecto a las demás clasificaciones. Asimismo en la norma NOM-ECOL-054-1993 (antes NOM-CRP-003) se exponen los criterios de incompatibilidad de residuos peligrosos.

1.1.3.2 Listado de residuos peligrosos

La norma NOM-052-ECOL-1993 (antes CRP-001-ECOL-1993), establece en la tabla 1 del anexo 2 un primer listado de residuos considerados como peligrosos, clasificados por giro industrial en los grupos siguientes :

- 1) Acabado de metales y galvanoplastia
- 2) Beneficio de metales
- 3) Componentes electrónicos
- 4) Curtiduría
- 5) Explosivos
- 6) Producción de hule
- 7) Materiales plásticos y resinas sintéticas
- 8) Metal mecánica
- 9) Minería
- 10) Petróleo y petroquímica
- 11) Pinturas y productos relacionados
- 12) Plaguicidas
- 13) Preservación de la madera
- 14) Producción de baterías
- 15) Químico-farmacéutica
- 16) Química inorgánica
- 17) Química orgánica

En la tabla 2 del anexo 3 de la norma, se presenta un segundo listado de residuos peligrosos por fuente no específica, y de residuos provenientes de hospitales, laboratorios y consultorios médicos.

En la tabla 3 del anexo 4 de la misma norma, se presenta un listado de residuos de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas. En la tabla 4 del mismo anexo, se presenta una clasificación de residuos y bolsas o envases de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas.

La tabla 5 del anexo 5 de la misma norma, presenta las características de un lixiviado que hacen peligroso a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. La tabla 6 del mismo anexo se refiere a las características de constituyentes orgánicos específicos, y la tabla 7 se enfoca en el mismo sentido a los constituyentes orgánico-volátiles.

Los listados y el detalle de los mismos se presentan en el anexo en el marco de la NOM-052-ECOL-1993.

1.1.3.3 Energías convencionales susceptibles de generar riesgo ambiental

Independientemente de su forma de generación, y debido a que en gran parte ya ha quedado prevista en los apartados anteriores para combustibles fósiles principalmente; las energías que usualmente se encuentran en instalaciones de producción, comercialización, instituciones, y aún en vivienda, son las energías eléctricas y térmicas.

1) Energía eléctrica.- Por su naturaleza la instalación eléctrica es un elemento potencial de riesgo en la medida, que fallas en su diseño, construcción, operación, o mantenimiento, pueden provocar situaciones de riesgo asociadas principalmente con incendio, y en su caso electrocución de seres vivientes.

Para el caso, el diseño, construcción, principalmente, y colateralmente la operación y el mantenimiento, se rigen por la norma NOM-001-SEMP-1994, relativa a las instalaciones de destinadas al suministro y uso de energía eléctrica. Asimismo, y en caso de construcción o ampliación de instalaciones eléctricas industriales, o comerciales de cierto tamaño, tendrán que estar supervisadas por una unidad verificadora registrada ante la SEMIP.

2) Energía calorífica.- Las instalaciones convencionales en este rubro generalmente se refieren a las instalaciones de gas, y a las de generación de vapor.

Instalaciones de gas.- En primer término se tienen las instalaciones de gas, que generalmente se usan para producir calor para diferentes usos. El elemento potencial de riesgo se asocia principalmente con la posibilidad de incendio en la medida, que fallas en su diseño, construcción, operación, o mantenimiento, lo puedan provocar. En su caso, puede también asociarse con intoxicación por inhalación de gases. La normatividad aplicable para estas instalaciones se encuentra contenida principalmente en las normas NOM-021/1 y 2 SCFI-1993 para recipientes de almacenamiento de gas; en las 021/5, 098, y 099 para transporte

*p+1Xde gas; en la 031 para estaciones de servicio; en la 095 para

instalaciones de aprovechamiento; y en la 096 para redes de distribuciμ

Generaciμn de vapor.- Se refiere fundamentalmente a calderas, en las c
se asocia mas a daμos humanos (quemaduras) y fūsicos en las in

circundantes por fugas de vapor que a explosiones. La normatividad estas instalaciones se encuentra en el Reglamento para la Inspección de Vapor y recipientes Sujetos a Presión.

Otras energías.- Existen otras energías de alto riesgo como la energía, sin embargo como ya se expuso en el apartado 6.1.1, no se abordan en gran complejo y especializado del tema, así como por lo restringido de su aplicación su observancia a la SEMIP y a la Comisión Nacional de Seguridad y Salud, cualquier manera puede consignarse que la normatividad al respecto se es NOM-XXX-NUCL-1994/5, destacando para efectos de identificación de radiación 002, 004, 012, 013, y 024, en relación con pruebas de hermeticidad, desechos, monitores de radiación, seguridad para pacientes en tratamiento, calibración de dosímetros.

Efectos secundarios de riesgo-derivados del uso-de la energía.- A las emisiones de ruido, vibraciones, calor, alta luminosidad, y nieblas de trabajo derivados del uso de energía, podrán considerarse como causa de situaciones de riesgo ambiental al provocar condiciones de trabajo accidentales, se considera que deben abordarse como problemas de higiene en ambientes de trabajo.

1.1.3.4 Otras causas de riesgo

El riesgo ambiental puede también provocarse por fenómenos naturales. De estos los más comunes son los sismos y los fenómenos meteorológicos.

1) Sismo.- El colapso de estructuras e instalaciones por movimientos telúricos es también una causa de riesgo, ya que puede provocar no solo poner en peligro la integridad física de los ocupantes de un inmueble, sino que también la fuga de sustancias peligrosas con sus efectos asociados según el caso (corrosividad, explosividad, reactividad, toxicidad, radioactividad, inflamabilidad, efectos biológicos). Por tal razón es importante que las estructuras que albergan instalaciones donde se manejen sustancias peligrosas, y en general donde haya peligro de riesgo ambiental observen la normatividad correspondiente. Al respecto no existe una reglamentación federal, quedando la responsabilidad en los reglamentos de Construcciones de los Municipios. En su ausencia pueden usarse los reglamentos de otras localidades cercanas o de zonas con características físicas similares.

2) Fenómenos meteorológicos.- El daño a estructuras por tormentas, inundaciones, vientos, tormentas eléctricas, puede también provocar el colapso de las mismas, o al menos daños parciales en las instalaciones, con efectos similares a los descritos en el punto anterior. Análogamente la observancia del reglamento de construcciones correspondiente, así como el buen criterio de localización, diseño, construcción, así como

la inclusión de instalaciones de protección, puede coadyuvar a superar el problema en caso de un evento, o al menos a minimizar sus efectos.

Los ejemplos mas claros de instalaciones de protección son los sistemas contra incendio, que se encuentran normados por el reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Secretaría de trabajo y Previsión Social, asicomo en la NOM-002-STPS-1994, relativa a las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendio en los centros de trabajo. Para el caso de edificaciones habitacionales generalmente aplica el reglamento de construcciones correspondiente. En su ausencia pueden usarse las Normas Complementarias del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal

1.2 Elementos de riesgo y su identificación

La identificación de riesgos en general deberá seguir un proceso de conocimiento de la las instalaciones y medio circundante sujetas a riesgo ambiental, que se basará en la recopilación y procesamiento de información relevante, su validación y complementación en sitio, su comparación con la normatividad aplicable, y la conclusión sobre actividades, materiales, residuos, e instalaciones generadoras de riesgo. A continuación se presenta brevemente y en perspectiva la secuencia que puede seguirse para identificar elementos de riesgo.

1.2.1 Obtención de datos generales

1) Identificación de la empresa.- Se referirá al nombre, localización, giro industrial, tipo y nivel de producción, turnos de trabajo, organigrama de la empresa y responsables en las diferentes áreas, antigüedad de las instalaciones, y necesidad de un estudio de riesgo.

2) Normatividad aplicable.- Se solicitarán las licencias y permisos de funcionamiento que correspondan, ya sean municipales, estatales, o federales .(Permiso de uso del suelo, licencias de construcción y de funcionamiento, registro de la empresa como generadora de residuos peligrosos, etc.).

3) Medio físico y urbano.- Se recopilará información sobre las características geológicas, edafológicas, geotécnicas, hidrológicas, climatológicas, y topográficas del sitio de la instalación y del medio circundante. Asimismo se recabará información urbanística en relación con planimetría, urbanización, usos del suelo, servicios y obras de infraestructura, y características socioeconómicas de la zona.

1.2.2 Visita preliminar y revisión documental

A la entidad en cuestión se le visitará con el fin de tener un primer acercamiento tanto con las instalaciones como con el personal que las administra. Se hará un recorrido preliminar por las mismas y se le solicitará información sobre el proceso productivo, instalaciones auxiliares, y su funcionamiento.

1) Proceso productivo.- Se solicitará el diagrama de flujo del proceso, así como un listado de sustancias, materias primas, e insumos ocupados en la producción, referidos a los puntos del diagrama de flujo donde se usan y consumen. De igual manera deberán proporcionar los desechos producidos identificándolos y cuantificándolos en el diagrama de proceso.

Se solicitará también información sobre las unidades de proceso empleadas, así como las instalaciones auxiliares de producción, seguridad, y prevención.

2) Documentos de funcionamiento.- Se solicitará también los programas de producción, los manuales de operación y mantenimiento, las memorias de labores, y las bitácoras de operación y mantenimiento. También será conveniente obtener las actas y registros de la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene, y en su caso registro de incidentes y accidentes.

1.2.3 Indicadores relativos

Debido a que puede presentarse el caso de empresas que carezcan de información en mayor o menor grado, y a efecto de tener un acercamiento a los datos mencionados en el punto anterior, puede procederse de manera relativa o indirecta. En este caso se trataría de obtener información en empresas similares a la estudiada, que contaran con mayor información al respecto. A falta de esta opción, podrían consultarse bancos especializados de datos en relación con el tipo de industria en cuestión, pudiéndose además solicitar adicionalmente, datos relevantes tales como situaciones de riesgo en la rama específica, medidas de prevención, etc.

1.2.4 Inspección

Una vez revisada y asimilada la información proporcionada, es conveniente realizar una segunda visita con el fin de validar la información documental recabada, y en su caso ratificarla o rectificarla. Asimismo y donde sea posible, la visita también servirá para completar la información, y donde no lo sea, para establecer la necesidad de mediciones y muestreos en sitio, y análisis en laboratorio. Especialmente se identificarán los puntos donde por actividades, materiales, residuos, o instalaciones, estarán sujetos a riesgo ambiental.

1.2.5 Medición, muestreo y análisis

//

Con base en la inspección se definirá el tipo de medición, el tipo de muestreo, y los parámetros que habrán de ser analizados en laboratorio, si bien se reconoce que algunos de ellos podrían ser determinados mediante analizadores de campo. Asimismo se definirán las normas que deberán observar estos trabajos. Se preparará en consecuencia un programa previendo las necesidades de personal y equipo, así como de desplazamiento de los mismos.

1.2.6 Procesamiento de información y conclusiones

Se preparan por una parte los listados de sustancias, materiales, y residuos peligrosos, y por la otra los puntos con deficiencias de instalaciones de energía, o los puntos vulnerables de la edificación, que puedan provocar riesgo ambiental. Complementariamente se hará acopio de la normatividad aplicable a cada caso y se confrontará.

Primeramente se confrontarán los listado de actividades peligrosas donde se indican las sustancias que hacen peligrosa a la actividad, con los materiales, sustancias, y residuos encontrados en la planta productiva. En seguida se hará lo propio con los listados de residuos peligrosos, y los residuos encontrados documentalmente. Finalmente se observarán los resultados de pruebas de laboratorio practicadas a sustancias, o residuos que no aparecen en los listados y que están bajo sospecha de ser peligrosos. Lo propio se haría con los elementos de las instalaciones sujetos a algún tipo de prueba.

Los especialistas correspondientes definirán de manera cualitativa los problemas de diseño, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas, de calderas, y de estabilidad estructural incluyendo los efectos por sismo, y fenómenos meteorológicos.

La conclusión será un listado de identificación de los puntos de riesgo ambiental encontrados en la instalación, cuyos efectos deberán ser objeto de una evaluación específica de riesgo del conjunto.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO EN PLANEACION AMBIENTAL

del 14 al 18 de octubre de 1997

MODULO IV RIESGO AMBIENTAL

INTRODUCCION

Ing. Carlos Manuel Menéndez Martínez

Palacio de Minería

1997

INTRODUCCIÓN

Material compilado por: Ing. Carlos Manuel Menéndez Martínez

El riesgo existe siempre que el futuro es desconocido. Debido a que los efectos adversos de los riesgos han plagado a la humanidad desde el principio del tiempo, los individuos, los grupos humanos y las sociedades han desarrollado diversos métodos para manejar los riesgos. Puesto que nadie conoce exactamente lo que sucederá en el futuro, todo el mundo es un administrador de riesgos, no por elección sino por pura necesidad. (RISK MANAGEMENT AND INSURANCE. WILLIAMS HEINS)

1 Definiciones

Algunas definiciones de los términos que se emplean al hablar de riesgo se presentan a continuación:

Riesgo. Peligro, contingencia de un daño (LAROUSSE). Contingencia o proximidad de un daño (REAL ACADEMIA).

Riesgo ambiental. Probabilidad de que se presente un daño a la salud, a los ecosistemas o a los bienes.

Contingencia. Posibilidad de que una cosa suceda o no suceda (REAL ACADEMIA).

Emergencia. Suceso, accidente que sobreviene (REAL ACADEMIA).

Urgencia. Que requiere pronta ejecución o remedio (REAL ACADEMIA).

Accidente. Suceso eventual que altera el orden regular de las cosas (REAL ACADEMIA).

Evento. Hecho imprevisto o que puede acaecer (REAL ACADEMIA).

Estudio de riesgo. Documento mediante el cual se da a conocer, a partir del análisis de las acciones proyectadas para el desarrollo de una obra o actividad, los riesgos que dichas obras o actividades representen para el equilibrio ecológico o el ambiente, así como las medidas técnicas de seguridad, preventivas y correctivas, tendientes a evitar, mitigar, minimizar o controlar los efectos adversos al equilibrio ecológico en caso de un posible accidente, durante la ejecución u operación normal de la obra o actividad de que se trate (REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL).

Substancia peligrosa. Todo aquel elemento, compuesto, material o mezcla de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros; también se consideran bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades.

Material peligroso. Aquellas sustancias peligrosas, sus remanentes, sus envases, embalajes y demás componentes que conformen la carga que será transportada por las unidades.

Residuo peligroso. Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que, por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

2 Riesgos graves

LAS SIGUIENTES NOTAS HAN SIDO EXTRACTADAS FUNDAMENTALMENTE DEL MANUAL "CONTROL DE RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES" DE LA OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO.

En octubre de 1987 hubo que evacuar en Francia a 60,000 personas como resultado de un incendio en que estuvo involucrado nitrato de amonio. En abril de 1987 un incendio de metano causó la muerte de cuatro personas e hirió a otra en Italia. En Bulgaria una explosión de cloruro de vinilo provocó la muerte de 17 personas y 19 heridos en noviembre de 1986. En febrero de 1986 un escape de cloro que se produjo en los Estados Unidos lesionó a 76 personas.

Cabe también citar acontecimientos más desastrosos. Entre ellos, la emisión de isocianato de metilo en Bhopal, India, en 1984, que provocó más de 2,000 muertes y 200,000 lesionados. Dos semanas antes se había producido una explosión de gas en México, D.F. que ocasionó la muerte de 650 personas y lesiones a varios miles. Una explosión de gas propano en Ortuella, España, provocó asimismo 51 muertes y numerosos heridos en 1980. En 1976, 30 personas resultaron heridas y 220,000 tuvieron que ser evacuadas de varias aldeas cuando el mal funcionamiento de un proceso ocasionó un pequeño escape de dioxina en Seveso, Italia. Una explosión de ciclohexano que se produjo en Flixborough, Reino Unido, en 1974 causó la muerte de 25 personas e hirió a 89. Los daños económicos resultantes de todos estos accidentes y de muchos otros son descomunales.

Las causas que produjeron los eventos antes citados y las sustancias químicas que intervinieron en ellos fueron distintas; sin embargo todos comparten una característica común: fueron acontecimientos no controlados, constituidos por incendios, explosiones o escapes de sustancias tóxicas que ocasionaron la muerte o lesiones de un gran número de personas dentro y fuera de las instalaciones que manejaban las sustancias, y causaron amplios daños en los bienes y en el medio ambiente.

El empleo de sustancias químicas peligrosas en la industria, el comercio y en otras actividades humanas ha producido que un número creciente de personas, tanto trabajadores como ciudadanos en general, se encuentren en peligro, en cualquier momento, debido a un accidente ocasionado por esas sustancias. Por ello es necesario que el diseño y los procedimientos de uso y aprovechamiento de las sustancias peligrosas sean correctos desde el principio. Por consiguiente los proyectos que involucran el almacenamiento y uso de sustancias químicas peligrosas, antes de su construcción y puesta en servicio, deben incluir un estudio de riesgo, que tiene por finalidad: identificar y evaluar la posibilidad de un accidente

que pueda ocasionar un daño al ambiente, establecer las medidas para minimizar la probabilidad de ocurrencia de un accidente y los efectos del accidente, y proponer un plan de atención de emergencias.

3 Tipos y consecuencias de riesgos industriales graves

Los riesgos industriales graves suelen estar relacionados con la posibilidad de incendio, explosión o dispersión de sustancias químicas tóxicas, y por lo general entrañan el escape de material de un recipiente, seguido, en el caso de sustancias volátiles, de su evaporación y dispersión. Entre los accidentes relacionados con los riesgos principales cabe mencionar los siguientes:

- escape de material inflamable, mezcla del material con el aire, formación de un anube de vapor inflamable y arrastre de la nube hasta una fuente de ignición, lo que provocará un incendio o una explosión que afectará al lugar y posiblemente a zonas aledañas;
- escape de material tóxico, formación de una nube de vapor tóxica y arrastre de la nube, lo que afectará directamente al lugar y posiblemente a zonas aledañas.

En el caso de la fuga de materiales inflamables, el mayor peligro proviene del repentino escape masivo de líquidos volátiles o gases que producen una gran nube de vapor inflamable y posiblemente explosivo. Si la nube se llega a inflamar, los efectos de la combustión dependerán de múltiples factores, entre ellos la velocidad del viento y la medida en que la nube estaba diluida con aire. Esos riesgos pueden causar un gran número de víctimas e ingentes daños al lugar donde se producen y más allá de su límite. Sin embargo, incluso en accidentes graves, los efectos se suelen limitar a unos pocos cientos de metros del punto donde se producen.

La fuga repentina de grandes cantidades de materiales tóxicos puede causar muerte y lesiones graves a una distancia mucho mayor. En teoría, esa fuga podría, en ciertas circunstancias climáticas, producir concentraciones letales a varios kilómetros del punto de fuga. El número efectivo de víctimas dependería de la densidad demográfica en el camino que siguiera la nube y de la eficacia de las medidas de emergencia que se tomaran, que podrían incluir la evacuación.

Algunas instalaciones o grupos de instalaciones plantean ambos tipos de amenaza. Además, las ondas de expansión y los proyectiles de una explosión pueden afectar la integridad de otras plantas que contengan materiales inflamables y tóxicos, causando de ese modo una intensificación del desastre, que a veces se designa con la expresión de <<efecto dominó>>.

4 Explosiones

Las explosiones se caracterizan por una onda de choque que puede producir un estallido y causar daños a los edificios, romper ventanas y arrojar materiales a varios cientos de metros de distancia. Las lesiones y los daños son ocasionados primeramente por la onda de choque de la explosión. Hay personas golpeadas, o derribadas, o enterradas bajo edificios

derrumbados, o heridas por cristales volantes. Aunque los efectos de la presión excesiva pueden provocar directamente la muerte, es probable que esto sólo se produzca con las personas que trabajan muy cerca del lugar de la explosión. La historia de las explosiones industriales muestra que los efectos indirectos de los edificios que se derrumban y los cristales y escombros que vuelan por el aire causan muchas más pérdidas de vidas humanas y heridas graves.

Los efectos de la onda de choque varían según las características del material, su cantidad y el grado de restricción de la nube de vapor. Por consiguiente, las presiones máximas en una explosión varían de una ligera sobrepresión a unos cuantos cientos de kilopascales. Las lesiones directas se producen a presiones de 5 a 10 kPa (una sobrepresión mayor origina por lo general la pérdida de la vida), mientras que los edificios se derrumban y las ventanas y las puertas se rompen a presiones tan bajas como de 3 a 10 kPa. La presión de la onda de choque disminuye rápidamente con el aumento de la distancia desde la fuente de la explosión. A título de ejemplo, la explosión de un tanque que contuviera 50 toneladas de propano produciría una presión de 14 kPa a 250 metros y una presión de 5 kPa a 500 metros a partir del tanque. En el Cuadro 1 se resumen los efectos de la sobrepresión causada por una explosión sobre estructuras.

Deflagración y detonación

Las explosiones pueden producirse en forma de una deflagración o de una detonación, en función de la velocidad de combustión durante la explosión. Se produce una deflagración cuando la velocidad de combustión o la velocidad de la llama es relativamente lenta, del orden de 1 m/seg. En una detonación, en cambio, la velocidad de la llama es extremadamente elevada. El frente de la llama se desplaza como una onda de choque, con una velocidad normal de 2,000 a 3,000 m/seg. Una detonación genera mayores presiones y es mucho más destructiva que una deflagración. La presión máxima causada por una deflagración en un recipiente atmosférico cerrado gira en torno a los 70-80 kPa, mientras que una detonación puede alcanzar fácilmente una presión de 200 kPa. El hecho de que se produzca una deflagración o una detonación dependerá del material de que se trate, así como de las condiciones en que ocurre la explosión. Por lo común se acepta que una explosión en fase de vapor requiere cierto grado de limitación para que se produzca una detonación.

Explosiones de gases y de polvos

Es posible hacer una distinción entre las explosiones de gases y las de polvos tomando como base el material de que se trate. Se producen explosiones de gases, que en general son catastróficas, cuando se liberan y dispersan con el aire considerables cantidades de material inflamable para formar una nube de vapor explosivo antes de que tenga lugar la ignición. Las explosiones de polvos se producen cuando materiales sólidos inflamables se mezclan intensamente con el aire. El material sólido dispersado adopta la forma de material pulverizado con partículas de dimensiones muy pequeñas. La explosión resulta de un hecho inicial, como un incendio o una pequeña explosión, que motiva que el polvo depositado sobre las superficies pase a ser transmitido por el aire. Al mezclarse con el aire se produce una

explosión secundaria que a su vez puede originar una explosión terciaria, y así sucesivamente. En el pasado, estas series sucesivas de explosiones han provocado catástrofes y la destrucción de fábricas enteras. Puesto que los cereales, la leche en polvo y la harina son inflamables, las explosiones de polvo han sido más comunes en la industria agrícola. Sin embargo, la historia de las explosiones de polvo, particularmente las de los últimos años, ha mostrado que los efectos nocivos se limitan en general al lugar de trabajo y afectan menos a quienes se encuentran fuera de la fábrica.

Explosiones de nubes de vapor confinado o no confinado

Las explosiones en locales cerrados son las que se producen de algún tipo de contenedor, como un recipiente o una tubería. Las explosiones dentro de los edificios también corresponden a esta categoría. Las explosiones que se producen al aire libre se designan como no limitadas y originan presiones máximas de sólo unos pocos kPa. Las presiones máximas de las explosiones en lugares cerrados o limitadas suelen ser superiores y pueden llegar a cientos de kPa. En el Cuadro 2 figura una lista de algunas explosiones industriales. Todos los ejemplos dados son explosiones de nubes de vapor que, en algunos casos, produjeron detonaciones debido a que la nube de gas estaba encerrada.

5 Incendios

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad del calor y del tiempo de exposición. La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m² durante aproximadamente 5 segundos y de 30 kW/m² durante sólo 0.4 segundos antes de que se sienta dolor. En el Cuadro 3 se presentan los efectos de las radiaciones térmicas sobre la piel no protegida.

Los incendios se producen en la industria con más frecuencia que las explosiones y las emanaciones de sustancias tóxicas, aunque las consecuencias medidas en pérdida de vidas humanas suelen ser menos graves. Por consiguiente, podría considerarse que los incendios constituyen un menor peligro potencial que las explosiones y los escapes de sustancias tóxicas. No obstante, si se retrasa la ignición de un material inflamable que se escapa, puede constituirse una nube de vapor de material inflamable no encerrada, que puede dar lugar a una explosión.

Los incendios pueden adoptar varias formas diferentes, entre ellas los de incendios de chorro, depósitos, los producidos por relámpagos y explosiones provocadas por la ebullición de líquidos que expanden vapor. Un incendio de surtidor o chorro podría surgir cuando una larga llama estrecha procedente, por ejemplo, de una tubería de gas inflamado tiene un escape. Un incendio de depósito se produciría, por ejemplo, si una fuga de petróleo bruto de un depósito situado dentro de un muro de protección se inflamara. Un incendio repentino podría originarse si un escape de gas llegara a una fuente de combustión y se quemara rápidamente regresando a la fuente del escape. Las explosiones provocadas por la ebullición de líquidos

que expanden vapor son comúnmente mucho más graves que los demás incendios y se describen más adelante con mayor detalle.

Otro efecto letal que debe tomarse en consideración al producirse un incendio es la disminución del oxígeno en la atmósfera debido al consumo de oxígeno en el proceso de combustión. En general, este efecto se limita al entorno inmediato del lugar del incendio. Son asimismo importantes los efectos sobre la salud originados por la exposición a los humos generados por el incendio. Esos humos pueden incluir gases tóxicos, como bióxido de azufre, de la combustión de disulfuro de carbono y de óxidos nitrosos de los incendios en los que interviene el nitrato de amonio.

Explosión de un líquido en ebullición con desprendimiento de vapores en expansión

Designada algunas veces como una bola de fuego, una explosión de este tipo es una combinación de incendio y explosión con una emisión de calor radiante intenso en un intervalo relativamente breve de tiempo. Como indica la expresión, el fenómeno puede producirse dentro de un recipiente o depósito en el que se mantenga un gas licuado por encima de su punto de ebullición atmosférico. Si un recipiente a presión se rompe como resultado de un debilitamiento de su estructura, el contenido se escapa al instante como una mezcla turbulenta de líquido y gas que se expande rápidamente y se dispersa por el aire como una nube. Cuando esta nube se inflama, se produce una bola de fuego, que origina una radiación térmica de enorme intensidad en unos pocos segundos. Esta intensidad calorífica basta para causar muertes y graves quemaduras en la piel a varios cientos de metros del recipiente, según la cantidad del gas de que se trate. Este tipo de explosión puede ser causado por un impacto físico sobre un recipiente o depósito que ya esté averiado o sometido a una presión excesiva, debido por ejemplo a un accidente de tráfico con un camión cisterna o al descarrilamiento de un vagón cisterna, o también a un incendio que afecte o que se extienda a un contenedor o depósito y que debilite su estructura. Una explosión provocada por la ebullición de un líquido que expande vapor de una cisterna de 50 toneladas de propano puede ocasionar quemaduras de tercer grado a distancias de aproximadamente 200 metros y ampollas a distancias de unos 400 metros.

En el Cuadro 4 figura una lista de algunos de los principales incendios ocurridos por actividad industrial.

A veces resulta difícil hacer una distinción entre un incendio y una explosión. Muy a menudo una explosión va seguida de un incendio, y ambos fenómenos causan víctimas.

6 Escape de gases tóxicos

Existen numerosas sustancias químicas con las que es preciso actuar con particular meticulosidad para impedir que produzcan efectos nocivos en los trabajadores. La importante disciplina de la higiene en el trabajo existe para elaborar los métodos necesarios de control contra la exposición a esas sustancias químicas de ser posible durante toda la vida laboral de un trabajador industrial. Esto tiene una importancia esencial para la seguridad de los

trabajadores. Por otra parte, los efectos de las sustancias químicas tóxicas son totalmente diferentes cuando se examinan los riesgos de accidentes mayores y guardan relación con una exposición aguda durante e inmediatamente después de un accidente importante, más que con una exposición crónica de larga duración. En otras palabras, aquí se examina el almacenamiento y utilización de sustancias químicas tóxicas frecuentemente en muy grandes cantidades que, si escapan, se dispersarían con el viento y tendrían la posibilidad potencial de matar o lesionar a personas que viven a mucho cientos de metros de la fábrica y que no pueden huir o hallar refugio.

La toxicidad de las sustancias químicas se suele determinar mediante el empleo de cuatro métodos principales, que son los siguientes: el estudio de los incidentes, los estudios epidemiológicos, los experimentos sobre animales y los ensayos con microorganismos. A pesar de su valor evidente, todos esos métodos tienen deficiencias cuyo examen queda fuera de este manual, pero que implican la necesidad de actuar con prudencia al interpretar los resultados. En la toxicidad de las sustancias químicas influyen asimismo otros factores, como la edad, el sexo, los antecedentes genéticos, el grupo étnico al que se pertenece, la nutrición, la fatiga, las enfermedades, la exposición a otras sustancias con efectos sinérgicos, y las horas y modalidades del trabajo.

Aunque los datos al respecto no son abundantes, cabe determinar la toxicidad de ciertas sustancias químicas. Por ejemplo, se sabe que el cloro resulta peligroso para la salud humana en concentraciones de 10 a 20 partes por millón (ppm) con una exposición de 30 minutos. Ese gas resulta letal en concentraciones de 100 a 150 ppm con exposiciones de 5 a 10 minutos de duración. La exposición al cloro por períodos más cortos puede ser letal en concentraciones de 1,000 ppm. En lo que se refiere a las consecuencias de un escape de cloro, se sabe que una fuga instantánea de 10 toneladas de esta sustancia química puede producir una concentración máxima de 140 ppm a una distancia de 2 km a favor del viento a partir de la fuente y de 15 ppm a una distancia de 5 km en condiciones climáticas D5 (condiciones climáticas normales de no inversión). En el Cuadro 5 figuran los efectos del cloro sobre las personas.

En el Cuadro 6 se indican algunos accidentes industriales importantes causados por escapes tóxicos de diferentes sustancias químicas, algunos de los cuales causaron víctimas. El cloro y el amoníaco figuran entre las sustancias químicas tóxicas más comúnmente utilizadas en grandes cantidades y que entrañan riesgos, y ambos tienen un historial de accidentes graves. Del isocianato de metilo y la dioxina, se deben utilizar con particular cuidado dada su mayor toxicidad, aun cuando se pueden manipular en cantidades menores.

7 Causas de los riesgos industriales graves

A continuación se presentan algunos ejemplos de deficiencias típicas que causan riesgos industriales graves:

1. Falla de los componentes
 - Diseño inadecuado en relación con: presión interna, fuerzas externas, corrosión, temperatura;

- Falla mecánica de los recipientes o tuberías por corrosión o impacto;
 - Falla de componentes: bombas, compresores, ventiladores, agitadores;
 - Falla en los sistemas de control (sensores de presión, controladores de nivel, medidores de flujo, ordenadores);
 - Falla en los sistemas de seguridad (válvulas de seguridad, diafragmas protectores, sistemas de alivio de presión, sistemas de neutralización, quemadores);
 - Falla de soldaduras y bridas.
2. Desviación de las condiciones normales de funcionamiento
- Falta de supervisión de los parámetros esenciales de proceso (presión, temperatura, caudal, cantidad y proporción de sustancias);
 - Falla en el suministro manual de compuestos químicos;
 - Falla en los servicios (fluido refrigerante, vapor, electricidad, aire comprimido);
 - Deficiencias en el procedimiento de arranque o paro de un equipo o sistema;
 - Formación de productos secundarios, residuos o impurezas que provoquen reacciones secundarias.
3. Errores humanos y organizativos debidos a falta de conciencia de los riesgos, insuficiente capacitación o exceso de actividades
- Error del operador (botón erróneo, válvula errónea);
 - Sistemas de seguridad desconectados por falsas alarmas;
 - Incorrecta identificación de materiales;
 - Errores de comunicación;
 - Reparación o mantenimiento incorrecto;
 - Soldadura no autorizada;
4. Interferencias externas accidentales
- Plantas vecinas;
 - Impactos mecánicos, como por caída de equipos;
 - Transporte por carretera o ferrocarril;
 - Estaciones de carga de sustancias inflamables o explosivas;
 - Tráfico aéreo.
5. Fuerzas naturales
- Viento;
 - Inundaciones;
 - Terremotos;
 - Asentamiento del terreno;
 - Heladas excepcionales;
 - Relámpagos;
 - Insolación excepcional.
6. Actos de sabotaje

8 Técnicas de identificación y evaluación de riesgos

Para tener conciencia clara de la naturaleza de los riesgos en una instalación, de los acontecimientos que causan accidentes y de las consecuencias potenciales de estos accidentes es necesario llevar a cabo un estudio de riesgo que identificará por qué se pueden presentar los accidente y cómo se pueden evitar o por lo menos atenuar. Con este fin se han establecido varios métodos de trabajo, como son:

- Análisis preliminar de riesgo
- Diagramas matriciales de interacciones
- Listas de verificación
- Análisis de los efectos de las fallas
- Estudio del riesgo y de la capacidad de funcionamiento
- Análisis secuencial del accidente (inductivo)
- Análisis secuencial de loas fallas (deductivo)
- Análisis de las consecuencias del accidente

9 Medidas de prevención

Después de examinar las causas de los accidentes principales es necesario proponer las medidas necesarias para controlar los riesgos.

En vista de que los accidentes se pueden producir como resultado de un diseño inadecuado de los componentes, se ha de tener presente en el diseño que cada componente debe resistir: las cargas estáticas y dinámicas; la presión interna y externa; la corrosión; las cargas accidentales (impactos y fuerzas naturales).

El sistema de control de los procesos debe recurrir a sistemas de control manual y automático, si es necesario con varias redundancias, a sistemas de paro automático, a dispositivos de seguridad y a sistemas de alarmas. Además el personal debe ser suficiente y estar debidamente capacitado.

Los sistemas de seguridad deben incluir: sistemas para prevenir la desviación de condiciones de funcionamiento permisibles (alivio de presión, sensores de parámetros de operación, sistemas de prevención de desbordamientos, sistemas de cierre de seguridad), sistemas que evitan el fallo de los componentes relacionados con la seguridad (componentes diversos que cumplen el mismo objetivo o sistemas redundantes), suministro seguro de servicios relacionados con la seguridad (como fuentes alternas de energía), sistemas de alarma (vigilar parámetros de proceso, detectar deficiencias de los componentes, detección de escapes, detección de humo o fuego, detección de deficiencias en los dispositivos de seguridad).

Adicionalmente se deberán establecer medidas de prevención de errores humanos y de organización (como: empleo de conexiones de diferentes dimensiones en las estaciones de carga, correcto etiquetado de materiales, dispositivos adecuados de comunicación, interconexiones que no funcionen en caso de error, capacitación del personal).

Todo lo anterior sólo puede realizarse si las funciones de mantenimiento y vigilancia se ejecutan correctamente. Por ello debe verificarse las condiciones de funcionamiento relacionadas con la seguridad; inspeccionarse las partes de la planta relacionadas con la seguridad; vigilar los servicios relacionados con la seguridad; preparar los planes de mantenimiento y mantener la documentación que compruebe la ejecución de los trabajos programados (bitácoras).

10 Planificación de emergencias

La evaluación de los riesgos que entraña una actividad en la que se manejen sustancias peligrosas induce a que se introduzcan mejoras en la planta, en forma, por ejemplo, de salvaguardias adicionales, modificaciones de procesos, sustituciones de materiales o de procedimientos perfeccionados, hasta que se decide que el riesgo es suficientemente pequeño como para ser aceptado.

Aun así la posibilidad de un accidente sigue presente, por lo que deberá implantarse un plan de emergencia que incluya:

- evaluación de la magnitud y naturaleza de los accidentes previstos y de la probabilidad de que se produzcan;
- enlace con las autoridades exteriores, con inclusión de los servicios de emergencia;
- mecanismo de alarma y comunicación;
- personal para atención de emergencias y definición de sus deberes y responsabilidades;
- centro de control de la situación de emergencia (con teléfonos, radios, planos, información de sustancias, listas de personal);
- medidas que se han de adoptar (control y contención del accidente, cierres, evacuación, rehabilitación de funcionamiento);
- medidas de coordinación fuera de la planta.

11 Fundamentación legal de los estudios de riesgo

La necesidad de desarrollar los estudios de riesgo queda definida en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su artículo 32. En él se menciona que "En su caso, dicha manifestación deberá ir acompañada de un estudio de riesgo de la obra, de sus modificaciones o de las actividades previstas, consistente en las medidas técnicas preventivas y correctivas para mitigar los efectos adversos al equilibrio ecológico durante su ejecución, operación normal y en caso de accidente".

El Reglamento de la Ley en Materia de Impacto Ambiental no entra en detalle de lo que debe incluir un estudio de riesgo y sólo afirma que: "En el caso de obras o actividades consideradas como altamente riesgosas, además de lo dispuesto en el párrafo anterior, deberá presentarse a la Secretaría un estudio de riesgo en los términos previstos por los ordenamientos que rijan dichas actividades".

**CUADRO 1
EFECTOS DE LA SOBREPRESIÓN CAUSADA POR UNA EXPLOSIÓN SOBRE
ESTRUCTURAS**

ELEMENTO DE ESTRUCTURA	ROTURA O DAÑO	SOBREPRESIÓN MÁXIMA APROXIMADA DEL LADO PRESENTE	
		psi*	kPa
Cristales de ventanas	5 por ciento rotas	0.1-0.15	0.7-1
	50 por ciento rotas	0.2-0.4	1.4-3
	90 por ciento rotas	0.5-0.9	3-6
Casa	Tejas desplazadas	0.4-0.7	3-5
	Marcos de puertas y ventanas rotos	0.8-1.3	6-9
	Habitables después de la reparación, algunos daños de techos, ventanas y tejas	0.2-0.4	1.4-3
	Daños menores de la estructura, tabiques y marcos arrancados de sus sitios	0.5-0.9	3-6
	Inhabitables: caída parcial o total del techo, demolición parcial de uno o dos muros exteriores, daños importantes de los tabiques que soportan el peso	2-4	14-28
	50-75 por ciento de ladrillos exteriores destruidos o en situación peligrosa	5-12	35-80
	Demolición casi completa	11-37	80-260
Postes de telégrafos	Destruídos	10-25	70-170
Grandes árboles	Destruídos	24-55	170-380
Vagones de ferrocarril	Al límite del descarrilamiento	12-27	80-190

1 bar = 100kPa = 14.7psi

CUADRO 2
EJEMPLOS DE ESCAPES IMPORTANTES DE SUSTANCIAS TÓXICAS

SUSTANCIAS QUÍMICAS CONCENTRADAS	CONSECUENCIAS		LUGAR Y FECHA
	MUERTES	LESIONES	
Fosgeno	10	-	Poza Rica, México, 1950
Cloro	7	-	Wilsun, R. F. Alemania, 1952
Dioxina	-	-	Seveso, Italia, 1976
Amoniaco	30	25	Cartagena, Colombia, 1977
Dióxido de azufre	-	100	Baltimore, Estados Unidos, 1978
Isocianato de metilo	2,000	200,000	Bhopal, India, 1984

CUADRO 3
EFFECTOS DE LAS RADIACIONES TÉRMICAS SOBRE LA PIEL NO PROTEGIDA

NIVEL DE RADIACION (kW/m ²)	PERÍODO DE DURACIÓN, SEGUNDOS ANTES	
	Se siente el dolor	Empiezan a salir ampollas
22	2	3
18	2.5	4.3
11	5	8.5
8	8	13.5
5	16	25
2.5	40	65
Menos de 2.5	Puede ser tolerada una exposición prolongada	

**CUADRO 4
EJEMPLOS DE EXPLOSIONES INDUSTRIALES**

SUSTANCIAS QUÍMICAS CONCENTRADAS	CONSECUENCIAS		LUGAR Y FECHA
	MUERTES	LESIONES	
Eter dimetílico	245	3,800	Ludwigshafen, Alemania, 1948
Queroseno	32	16	Bitburg, Alemania, 1954
Isobutano	7	13	Lake Charles, Luisiana,
Residuos de petróleo	2	85	Pernis, Holanda, 1968
Propileno	-	230	East St. Louis, Estados Unidos, 1972
Propano	7	152	Decatur, Estados Unidos, 1974
Ciclohexano	28	89	Flixborough, Reino Unido, 1974
Propileno	14	107	Beek, Holanda, 1975

**CUADRO 5
EFECTOS DE LAS CONCENTRACIONES DE GAS DE CLORO (ppm)
SOBRE LAS PERSONAS
(1 ppm= 3mg/m³)**

CONCENTRACION (ppm)	DURACION	EFFECTOS
3-6		Causa una sensación de picor o quemazón, pero se tolera, sin que se produzca ningún efecto nocivo indebido durante un máximo de 1 hora
10	1 min	Tos
10-20	30 min	Peligro-irritación inmediata de la nariz, la garganta y los ojos, con tos y lagrimeo
100-150	5-10 min	Puede ser letal para las personas más vulnerables
300-400	30 min	Concentración media letal previsible del 50 por ciento de las personas sanas
1000	Breve (unos pocos instantes)	Probablemente letal

**CUADRO 6
EJEMPLOS DE INCENDIO IMPORTANTES**

SUSTANCIAS QUÍMICAS CONCENTRADAS	CONSECUENCIAS		LUGAR Y FECHA
	MUERTES	LESIONES	
Metano	136	77	Cleveland, Estados Unidos, 1944
Gas LP	18	90	Feysin, Francia, 1966
Gas natural licuado	40	-	Staten Island, Estados Unidos, 1973
Metano	52	-	Santa Cruz, México, 1978
Gas LP	650	2,500	México, D.F., México, 1984



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO EN PLANEACION AMBIENTAL

del 14 al 18 de octubre de 1997

MODULO IV RIESGO AMBIENTAL

**PROCEDIMIENTOS PARA UN "PROGRAMA DE PREVENCION Y ATENCION
DE CONTINGENCIA Y EMERGENCIA AMBIENTAL"**

Ing. Hipólito Pérez Eugenio

Palacio de Minería

1997

PROCEDIMIENTOS PARA UN "PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE CONTINGENCIA Y EMERGENCIA AMBIENTAL"

PREPARADO POR: ING. HIPÓLITO PÉREZ EUGENIO.

SEPTIEMBRE DE 1996

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la actividad industrial en México, representa una serie de retos tanto técnicos como jurídico y administrativos para el establecimiento de acciones de control ambiental que dicho desarrollo plantea. Dentro de estos aspectos, particular relevancia ha tomado el manejo y la evaluación de los efectos que pudieran ocasionar los materiales y sustancias, determinadas como de alto riesgo, de conformidad con los listados publicados, en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 (**Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas**) y el (**Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas**) publicado el 4 de mayo de 1992. El alto riesgo de las sustancias y materiales quedó determinado por los siguientes criterios:

- **Las cantidades de reporte** de las sustancias y materiales, cuyo efecto por su toxicidad, inflamabilidad o explosividad, pudieran tener efectos sobre la salud o sobre la vida de las personas, sus bienes o los ecosistemas, en ese orden de prelación.

Cantidad de reporte (CR), es la cantidad arriba de la cual tendrá que reportarse la existencia de una sustancia peligrosa, de las identificadas en cualquiera de los dos Listados de Actividades Altamente Riesgosas, que se encuentren presentes en cualquier establecimiento de fabricación, distribución o venta.

- Para el caso de las sustancias explosivas, el **distanciamiento de seguridad** lo determina la **onda de sobrepresión de 0.5 psi** (libras sobre pulgadas cuadradas), en cuyo caso de presentarse un evento extraordinario, se tendría rompimiento de ventanas, sin ocasionar

daños irreversibles a la salud de las personas. Ondas de choque mayores a la mencionada representan la zona de riesgo o zona de exclusión donde los efectos del accidente son más severos.

- Para el caso de las **sustancias o materiales tóxicos de seguridad (zona de amortiguamiento)** estará determinada por los límites máximos de concentración TLV8hr, que es el valor al cual puede estar expuesto un trabajador durante una jornada de 8 horas continuas sin menoscabo de su salud. La zona de riesgo, en este caso, se define como el área donde este presente el valor de IDLH (Daño Inmediato a la Vida o la Salud).

El TLV₈, (**Valor Límite Umbral**), es el valor promedio de concentración máxima permisible para exposición en ppm o mg/m³ de un contaminante tóxico que se considera que no tiene ningún efecto en una persona expuesta al mismo en una exposición de 8 horas.

El nivel IDLH (Daño Inmediato a la Vida o la Salud) es un valor establecido por el Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional, (NIOSH), que representa el nivel máximo al que un trabajador saludable puede exponerse por 30 minutos y escapar sin sufrir efectos de salud irreversibles, o escapar sin síntomas de daños. El Instituto Nacional de Ecología adoptó este valor como base de cálculo para cantidades de reporte, debido a que se consideran para tiempos de exposición de 30 minutos que junto con una distancia de 100 metros el Departamento de Transporte de los Estados Unidos considera razonables para casos de evacuación por una emergencia debida a la liberación de sustancias químicas con características de toxicidad.

Una emergencia mayor en un establecimiento es una situación o condición anormal que puede causar un daño a la propiedad y propicia un riesgo excesivo para la salud y la seguridad pública. Conlleva la aplicación de medidas de prevención, protección y control sobre los efectos de una calamidad.

En caso de presentarse una emergencia existe la posibilidad de que se causen lesiones graves o la pérdida de vidas humanas, daños considerables a los bienes y una fuerte perturbación dentro y/o

fuera de la instalación. Para hacer frente con eficiencia a una situación de este tipo, normalmente hace falta la asistencia de servicios de urgencia exteriores.

Aunque la emergencia puede estar provocada por varios factores diferentes, por ejemplo fallos de la actividad, errores humanos, temblores de tierra, choques de vehículos o un sabotaje, suele manifestarse principalmente de tres maneras: un incendio, una explosión o un escape de sustancias tóxicas.

II. OBJETIVOS

En el contexto de este documento el término "seguridad" abarca la salud humana, seguridad y protección ambiental e incluye la protección de las propiedades, en la medida que se relacionan con la prevención de, preparación para, y respuesta a los accidentes que involucran los residuos peligrosos.

Los objetivos generales de un plan de atención a emergencia son los siguientes:

- A). Localizar la emergencia y, de ser posible, eliminarla, y
- B). Reducir al mínimo los efectos del accidente sobre las personas y los bienes.

La temprana localización de la emergencia es un aspecto que reviste suma importancia en un plan de prevención y atención a emergencias ya que de este factor depende la rápida activación del programa.

La eliminación de la emergencia requerirá la pronta actuación de los operarios y del personal encargado de la situación de emergencia en la fabrica o establecimiento que habrá de utilizar, por ejemplo, equipo contra incendios, interruptores de emergencias y vaporizadores de agua.

La reducción al mínimo de los efectos del accidente puede incluir actividades de rescate, primeros

auxilios, evacuación, rehabilitación y rápida información a la población que vive en los alrededores del emplazamiento.

III. MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL.

- A. **Marco jurídico:** la constitución política de los estados unidos mexicanos establece las bases sobre las que se estructura el sistema jurídico de gestión (prevención, respuesta, remediación) de los accidentes tecnológicos que involucran sustancias químicas peligrosas. Estas disposiciones se encuentran dispersas en toda la constitución y son referidas a aspectos ambientales, a determinadas actividades que puedan generar efectos negativos en el ambiente, los recursos naturales, la salud humana, y al patrimonio cultural, entre otros.

- B. **Marco institucional:** la constitución prevé y define los órganos administrativos encargados de ejercer y vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales que de ella emanan; la ley orgánica de la administración pública federal establece las responsabilidades de los organismos del ejecutivo federal que, desde su particular área de competencia, regulan y actúan en las diferentes fases y aspectos de los accidentes químicos, incluyendo los relativos a la prevención y la preparación de la respuesta a emergencias.

Artículos de la constitución que enmarcan la gestión de los accidentes químicos.

Art. 4: "toda persona tiene derecho a la protección de la salud"

Art. 25: "bajo criterios de equidad social y productividad, se apoyara e impulsara a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolas a las modalidades que dicte el interés publico y al uso, en beneficio general de los recursos productivos; cuidando su conservación y el medio ambiente"

Art. 27: párrafo tercero

"...el aprovechamiento de los elementos naturales de apropiación con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza publica, cuidar su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana..."

"...y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población para preservar y restaurar el equilibrio ecológico..."

Art. 73: Fracción XXIX g)

"para expedir leyes que establezcan la concurrencia del gobierno federal de los gobiernos de los estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico".

Fracción XVI.

"... para dictar leyes sobre salubridad general de la república.

Art. 123: Fracción XIII.

"las empresas, cualquiera que sea su actividad, estarán obligadas a proporcionar a sus trabajadores capacitación o adiestramiento para el trabajo"...

Fracción XV.

"el patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y adoptar medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las maquinas, instrumentos y materiales de trabajo.

IV. TIPO DE ACCIDENTES.

La mayor parte de los accidentes originados por sustancias consideradas como residuos peligrosos y que podrían producir un riesgo importante corresponden a alguna de las categorías siguientes:

A. Accidentes que entrañan materiales tóxicos.

- a. Escape lento o intermitente de sustancias tóxicas
- b. Escape rápido de duración limitada, riesgo de nube tóxica de dimensión limitada que se puede dispersar rápidamente.
- c. Escape masivo, debido a falla de un gran recipiente de almacenamiento o de procesamiento o a una reacción química incontrolable y falla de los sistemas de seguridad.

B. Accidentes que entrañan materiales inflamables y/o explosivos.

- a) incendios importantes sin peligro de explosión; riesgo de niveles elevados de radiación térmica y humo.

- b) incendios que amenazan a partes de la planta donde hay sustancias peligrosas; riesgo de que se extienda el incendio, explosión o escape de sustancias tóxicas.
- c) explosión con escaso aviso previo o sin aviso previo; riesgo de afectaciones por la formación de una onda de choque, desplazamiento de desechos por el aire y altos niveles de radiación térmica.

V. AMPLITUD DEL DAÑO CAUSADO POR UN ACCIDENTE

El primer problema al que nos enfrentamos en la elaboración de un plan para la prevención y atención de emergencias es el de determinar el grado de peligrosidad que representa la realización de actividades donde se involucren los residuos peligrosos, para la salud del hombre y los ecosistemas, de donde se hace necesario identificar y cuantificar los posibles eventos generadores de un accidente mayor.

Pueden tomarse como accidentes mayores los siguientes:

- a. Cualquier liberación real o potencial de una sustancia peligrosa, en la que la cantidad total liberada sea mayor a la que se haya fijado como segura (cantidad de reporte).
- a. Cualquier fuego mayor que de lugar a elevación de radiación térmica en el lugar o límite de la planta que exceda de 5 kw/m² por varios segundos.
- b. Cualquier explosión de vapor o gas que pueda ocasionar una sobrepresión mayor de 0.5 lb/pulg².
- c. Cualquier explosión de una sustancia reactiva o explosiva que pueda causar daños a edificios o plantas, fuera de la vecindad inmediata, suficiente para dañarlos o volverlos inoperantes por un tiempo.

- d. Cualquier liberación de sustancia tóxica, en la que la cantidad liberada pueda ser suficiente para alcanzar una concentración igual o arriba de su valor IDLH en áreas aledañas a su desprendimiento, por más de 30 minutos.

1. Identificación de riesgos:

Un aspecto importante en la preparación de un programa para la prevención de accidentes es la identificación de riesgos. Al respecto, la Legislación Mexicana ha instrumentado el Procedimiento de Evaluación de Riesgo Ambiental en donde el primer paso consiste en determinar que el responsable de la obra o actividad de que se trate o el generador de los residuos peligrosos debe elaborar un estudio de riesgo de dicha obra o actividad.

El estudio de riesgo es un documento mediante el cual el promovente da a conocer a la autoridad competente los aspectos relativos a la obra o actividad de que se trate. El documento considera , entre otros aspectos, los siguientes: un apartado con los datos de identificación del responsable de la obra y los aspectos jurídicos; un apartado donde se describe el medio natural y socioeconómico del sitio de ubicación; la descripción de las actividades que involucra la construcción y la infraestructura proyectada; un capítulo con la descripción de las sustancias involucradas, la identificación y jerarquización de riesgos y un capítulo con las conclusiones sobre la situación en materia de seguridad de la obra y las recomendaciones para mejorar sus aspectos de seguridad.

El estudio de riesgo puede ser elaborado en cualquiera de tres modalidades que maneja la autoridad ambiental: Informe Preliminar de Riesgo (IPR), Análisis de Riesgo (AR) y Análisis Detallado de Riesgo (ADR), las cuales van en orden de complejidad de acuerdo de las actividades o procesos que se van a analizar. Para la elaboración de cada modalidad se cuenta con una guía correspondiente. Es conveniente mencionar que además de las tres guías referidas de manera adicional se cuenta con una Guía Específica para la Elaboración de Estudios de Riesgo de Ductos Terrestres.

A. Informe Preliminar de Riesgo: tiene como objetivo el contar con la información suficiente para

identificar y evaluar las actividades riesgosas en cada una de las fases que comprende la obra o proyecto que, dadas sus características que se pueden catalogar como de bajo riesgo, y con esto para poder incorporar las medidas de seguridad tendientes a evitar o minimizar los efectos potenciales a su entorno en caso de accidente.

B. **Análisis de Riesgo:** representa el nivel donde se requiere de una información más precisa y extensa para el análisis y evaluación de obras o proyectos que se pueden catalogar como de riesgo moderado.

C. **Análisis Detallado de Riesgo:** es el nivel en el cual se requiere de toda la información detallada y con el apoyo de metodologías sofisticadas de análisis de riesgo ambiental para evaluar las posibles repercusiones que tendría una instalación de alto riesgo sobre su entorno.

Los alcances de un estudio de riesgo para ductos terrestres son equivalentes a los de un informe preliminar de riesgo.

Un apartado relevante en el desarrollo del estudio de riesgo es que se refiere a la identificación y jerarquización de riesgos. En este sentido es importante mencionar que el riesgo total que representa una instalación conjuga dos aspectos importantes:

A. El riesgo de la instalación: se deberá contar con una justificación y delimitaron del área de influencia, así como los alcances, argumentos y criterios utilizados para la delimitación del área de influencia.

Los factores físicos y geográficos que definen las características de riesgo de una zona dada, que son los siguientes:

- Climatología: trayectoria de ciclones, vientos de alta intensidad, precipitación de alta intensidad.
- Geología: características de sismicidad, tectónica, vulcanismo, mecánica de suelos.

- Topografía hidrológicas y oceanográficas: inundabilidad, erosión, cuerpos receptores/drenajes natural.

- Factores demográficos: distribución de población, grupos críticos de la población.

B. El riesgo intrínseco de la actividad. Un accidente ambiental puede originarse por alguna de las nueve causas que se presentan a continuación o por la combinación de varias de ellas, por lo cual se deberán analizar y determinar sus diferentes aspectos:

A. Problemas del sitio de ubicación: entre estos problemas destacan la exposición excesiva a riesgos naturales tales como tormentas eléctricas, huracanes, sismos, inundaciones; la exposición a riesgos severos de las plantas vecinas; deficiencias de servicios contra incendios y otras eventualidades en la localidad; clima severo con condiciones extremas de temperatura; problemas de viabilidad que impiden la adecuada atención de la emergencia.

B. Escaso espaciamiento interno y arreglo general inadecuado: congestionamiento de áreas de proceso y almacenamiento; falta de aislamiento en procesos de alta peligrosidad; falta de vialidades internas; falta de espacio para mantenimiento y operaciones de emergencia; fuentes de ignición muy cercanas a materiales inflamables o explosivos; inadecuada clasificación de las áreas de la planta o establecimiento.

C. Estructuras fuera de especificaciones: falta de cumplimiento de los códigos y normas de construcción, instalaciones eléctricas, drenajes, etc.; Falta de elementos estructurales a prueba de fuego en zonas críticas; falta de muros de aislamiento a prueba de explosión en áreas de alto riesgo; inadecuado diseño del venteo de explosión.

D. Evaluación inadecuada de materiales: insuficiente evaluación de las características de los materiales involucrados; falta de control en la cantidad de los materiales en existencia; empaque y etiquetado impropio de los materiales; inventario incompleto o no actualizado de los materiales peligrosos.

E. Problemas del proceso químico: falta de información sobre variaciones de la presión y temperatura del proceso; reacciones laterales o subproductos peligrosos; inadecuada evaluación de las reacciones del proceso; falta de identificación de procesos sujetos a reacciones explosivas.

F. Problemas por movimiento de materiales: falta de controles para polvos peligrosos; problemas con tuberías, identificación inadecuada de productos peligrosos durante su transportación; problemas de carga y descarga en la planta o establecimiento.

G. Fallas operacionales: falta de descripciones detalladas y procedimientos de operación; programa de entrenamiento inadecuado; falta de supervisión; programas inadecuados de arranque y paro; programas de inspección y mantenimiento inadecuados; falta de planes de emergencia; inadecuado control de riesgos.

H. Fallas del equipo: errores de diseño; fallas por corrosión o erosión, fatiga de los materiales; fabricación defectuosa, inadecuados controles, excedencia por el proceso de las condiciones de diseño; programa de mantenimiento inadecuado; falta de instrumentos de seguridad en falla.

I. Falta de programas eficientes de seguridad: falta de soporte adecuado; falta de definición en la asignación de responsabilidades; plan de atención a emergencias inadecuado; insuficiente soporte material humano y contra incendios, falta de planes de emergencia; falta de coordinación entre los grupos involucrados en seguridad.

3. Metodología para la identificación de riesgos.

Para detectar los puntos críticos de riesgo se requiere utilizar procedimientos de análisis tales como listas de comprobaciones, árbol de fallas, what if...?, Hazard and operability (hazop), indice dow, indice mond, etc.

A. Listas de comprobaciones: se utilizan en instalaciones pequeñas de bajo riesgo o instalaciones con tecnología de reciente adquisición y muy conocida.

B. Arbol de fallas: es una metodología desarrollada originalmente en la industria nuclear y aeronáutica, cuya aplicación se ha extendido a la evaluación de los riesgos involucrados en las industrias de proceso.

Es un proceso de estimación basado en la ocurrencia de eventos que pueden causar daños al personal y las instalaciones de la fabrica o establecimiento, así como a la comunidad (fuera de los limites de propiedad). Parte de definiciones matemáticas de riesgo en función de su frecuencia probabilística, magnitud y costo, en términos de sus consecuencias económicas, a la salud, e incluso a los ecosistemas.

C. What if...? (que pasa si...?): Esta técnica no requiere de métodos cuantitativos especiales ni una planeación extensiva; utiliza información específica de un proceso o actividad para generar una serie de preguntas que son pertinentes durante el tiempo de vida de una instalación, así como cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación.

Consiste en definir tendencias, formular preguntas, desarrollar respuestas y evaluarlas, incluyendo la mas amplia gama de consecuencias posibles.

D. Hazard and operability (hazop): consiste en la identificación de eventos indeseables a través del análisis de los mecanismos operativos de cada empresa, estimando la extensión, magnitud y probabilidad de los efectos. Implica la implementación de métodos cuantitativos sofisticados, aunque puede arrojar una incertidumbre considerable. Es un concepto de seguridad de procesos para protección de personal, instalaciones y comunidades.

Se usa en instalaciones de tecnología nueva o poco conocida, aunque tiene un gran flexibilidad para poder aplicarse tanto en operaciones técnicas como administrativas.

E. Indice dow: esta técnica intenta cuantificar anticipadamente daños potenciales por incendios y explosiones, identificando las causas y a los generadores, y traduciendo los riesgos potenciales a

una valoración económica que permita jerarquizar decisiones.

Este sistema separa a los procesos industriales en sectores específicos identificando materiales, procesos y propiedades termodinámicas relevantes, requiriendo un diseño preciso de la unidad industrial analizada, diagramas de flujo del proceso, información económica de costos y beneficios, formatos sistematizados de reporte.

F. Índice mond: este método se basa en la peligrosidad de los productos y en el carácter crítico de los procesos en función de sus antecedentes de operación en instalaciones similares. Permite obtener índices numéricos de riesgo para cada sección de la instalación industrial, en función de las características de las sustancias manejadas, de su cantidad, del tipo de proceso y de las condiciones específicas de operación.

La magnitud de los riesgos identificados mediante la aplicación de cualquiera de las metodologías de análisis de riesgos antes mencionadas, se determina mediante el uso de modelos matemáticos computarizados de simulación de riesgos a partir de cuyos valores podemos predecir las posibles afectaciones por la ocurrencia de un accidente.

De esta manera puede llegar a determinarse la amplitud del daño posible que puede causar un accidente en una actividad que maneje sustancias peligrosas con propiedades intrínsecas de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, radiactividad y de acción biológica, las cuales se almacenan, transportan o procesan, en las actividades industriales, comerciales y de servicios, ya sea como materias primas, productos, subproductos o residuos.

4. MODELOS COMPUTARIZADOS DE SIMULACION DE RIESGOS

Una vez que se cuenta con la identificación de todos los riesgos más probables de ocurrencia, se jerarquizan haciendo uso de modelos matemáticos computarizados, de los cuales existe una gran diversidad en el mercado. Estos modelos toman en cuenta las propiedades fisicoquímicas de las sustancias, la cantidad de material fugado o derramado y los valores

siguientes:

Nubes Tóxicas:

IDLH (Daño Inmediato a la vida o la Salud)

TLV (Límite permisibles para jornadas de trabajo, 15 minutos, 8 horas)

Nubes Inflamables o Explosivas:

LEL (Límite Superior de Inflamabilidad/Explosividad)

UEL (Límite Inferior de Inflamabilidad/Explosividad)

De acuerdo con los resultados obtenidos de la simulación de riesgos la autoridad ambiental podrá determinar la zona de riesgo y la zona de amortiguamiento de la obra o actividad:

La zona de amortiguamiento se conoce como aquella área que queda comprendida dentro de la onda de sobrepresión de 0.5 lb/pulg^2 para el caso de la formación de nubes explosivas, o bien la zona donde se alcanzarían valores de 5 kw/m^2 para el caso de nubes inflamables; mientras que para el caso de nubes tóxicas representará el valor de TLV

La zona de riesgo es aquella en que la onda de sobrepresión es mayor de 0.5 lb/pulg^2 el valor de radiación es mayor que 5 kw/m^2 para nubes explosivas e inflamables respectivamente, o bien la zona donde se presente el valor de IDLH para el caso de nubes tóxicas.

VI. CRITERIOS GENERALES DE UN PLAN DE ATENCION A EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS.

El plan de prevención y atención de contingencias debe ser elaborado e implementado para activarse de acuerdo al alcance y características de una emergencia, la cual puede circunscribirse dentro de los límites de la planta o establecimiento sin representar ningún riesgo para el exterior, o bien puede ser de tal magnitud que pudiera rebasarlo, afectando a la población aledaña, sus bienes y los ecosistemas de la región.

Con base en lo anterior se deben de considerar dos niveles de atención: el nivel interno y el externo. Ambos niveles deben ser elaborados y estructurados detalladamente, para activarlos en el momento oportuno y en el lugar preciso, considerando las etapas de prevención (antes de), de atención (durante), y de retorno/recuperación (después de), tomando como criterios de referencia los posibles efectos de un accidente causado por las actividades de producción, almacenamiento,

carga, descarga, transporte, uso, procesamiento o disposición final de los residuos peligrosos

La etapa de prevención se relaciona con todas las medidas, procedimientos, planes, acciones y recursos necesarios, encaminados a evitar que ocurran accidentes, y en caso de que estos se produzcan, controlar sus efectos y evitar que adquieran proporciones de un accidente mayor.

La etapa de atención se relaciona con todas las medidas, procedimientos, planes, acciones y recursos necesarios para el auxilio y rescate de las personas (trabajadores y población aledaña), la conservación de la vida y la salud así como la protección del ambiente, una vez que se ha producido una emergencia. También incluye todos los aspectos relacionados con el combate y control de la contingencia, así como la mitigación de sus efectos.

La etapa de retorno/recuperación se relaciona con todos los aspectos de inspección, vigilancia y difusión que sean necesarios para la reanudación de actividades, bajo condiciones confiables de seguridad tanto para los trabajadores como para la población e industrias aledañas, así como los de reparación de la infraestructura interna y/o externa y de saneamiento ambiental.

La evaluación de los accidentes debe dar origen a un informe en el que se indiquen:

- a. los riesgos que pueden conducir a los peores acontecimientos eventuales
- B. La ruta de esos acontecimientos peores
- C. El tiempo necesario para reducir la importancia de los acontecimientos
- D. La magnitud de los acontecimientos de menor importancia
- E. La probabilidad relativa de los acontecimientos
- F. Las posibles consecuencias de cada acontecimiento.

El plan de prevención y atención a emergencias es aplicable a los establecimientos (industriales comerciales y de servicio), en los que existan residuos peligrosos que puedan poner en peligro la vida o la salud del hombre o afectar los ecosistemas en su zona de influencia.

La planta o establecimiento es la responsable de elaborar el plan de emergencias considerando los niveles interno y externo. En dicho plan se deberán considerar los aspectos de prevención, mitigación y atención de la emergencia, así como los requisitos de normatividad aplicable y los relativos a información al público. El informe debe incluir toda la información que sirvió de sustento para la elaboración del estudio.

Los datos de información que deberán incluirse en los planes de emergencia son los siguientes:

I. Plan de emergencia nivel interno

Este plan debe ser concebido específicamente para el emplazamiento. En emplazamientos muy sencillos, el plan puede consistir simplemente en tener en estado de disponibilidad permanente a todo el personal y recurrir a él en casos de que se presente la emergencia.

En los emplazamientos grandes y dedicados a múltiples procesos, el plan puede resultar un documento esencial que ha de incluir los siguientes elementos:

1. Nombramiento del personal y definición de sus deberes: nombres o puestos de personas autorizadas para poner en marcha procedimientos de emergencia y persona responsable de coordinar las medidas de evacuación del establecimiento.

Es conveniente definir el nombre o puesto de la persona responsable de la coordinación con la autoridad responsable del plan de emergencia externo, quien puede llevar a cabo entre otras las siguientes actividades:

- Decidir si es necesario aplicar el plan de emergencia

nivel externo.

- Dirigir todas las operaciones fuera de la instalación.
- Dirigir el cierre de la instalación y su evacuación.
- Vigilar que las víctimas reciban atención.
- Otros.

Asimismo, resulta practico nombrar un responsable de supervisar las actividades destinadas a controlar el accidente, al cual se le asignaran las siguientes funciones:

- a. Evaluar la magnitud del accidente, con respecto a los servicios de emergencia.
- b. Iniciar los procedimientos de atención a la emergencia.
- c. Dirigir las operaciones de rescate y lucha contra incendios, de ser necesario hasta que lleguen los bomberos.
- d. Coordinar la búsqueda de las víctimas.
- e. Establecer un centro de comunicaciones con el centro de control de la situación de emergencia.
- f. Prestar asesoramiento y facilitar la información necesaria a los servicios de urgencia.
- c. Describir las medidas que deberán adoptarse para controlar la eventualidad y limitar sus consecuencias, incluyendo una descripción del equipo de seguridad y de los recursos disponibles.
- d. Las medidas para limitar los riesgos in situ para las personas, incluyendo el modo de dar la

alarma y las medidas que se espera que adopten las personas una vez que se reciba la advertencia.

2. Mecanismo de alarma y comunicación: la comunicación es un elemento fundamental para hacer frente a una situación de emergencia.

Los sistemas de alarma varían y dependen de la dimensión de los lugares de trabajo. Debe haber un número adecuado de puntos desde los que sea posible dar la alarma de modo directo, activando una señal audible, o indirecto, por medio de una señal o mensaje enviado a un emplazamiento permanentemente dotado de personal.

Se debe disponer de un sistema seguro para informar a los servicios de urgencia tan pronto como se de la alarma en el lugar. En algunos casos es aconsejable disponer de una línea directa con los bomberos.

3. Establecer un centro de control de la emergencia: este centro de control de la emergencia es el lugar desde el que se dirigen y coordinan las operaciones para hacer frente a la emergencia. En instalaciones sencillas, el centro de control puede ser una oficina designada para el caso de que se produzca una emergencia. El centro debe estar equipado para recibir y transmitir información tanto al interior como al exterior de las instalaciones.

Es recomendable que un centro de control cuente con el siguiente equipo:

_ Un número suficiente de teléfonos (externos e internos).

- Equipo de radio

- Material de oficina.

- Una lista de los empleados nominales.

- Una lista del personal esencial de atención a la emergencia.
- Un plano de la instalación que muestre: zonas de depósito de materiales peligrosos, las fuentes del equipo de seguridad, sistemas contra incendio y fuentes de agua, accesos al lugar, puntos de reunión en el emplazamiento con respecto al entorno.

4. Medidas que se han de adoptar en el lugar:

- Medidas de formación del personal en las tareas asignadas y, en su caso, de coordinación con los servicios de emergencias exteriores.
- Medidas para prestar asistencia a las operaciones fuera del emplazamiento.
- Evacuación: el personal no esencial deberá evacuarse del lugar del accidente y de las zonas adyacentes. La evacuación debe dirigirse a un punto predeterminado de reunión. Los puntos de reunión deben de tomar en cuenta la dirección del viento y los cambios de dirección posibles. Deberá haber un encargado de anotar a todas las personas evacuadas y de transmitir la lista al centro de control de la emergencia.
- Rehabilitación: la situación de la emergencia continuara hasta que se hayan extinguido todos los posibles incendios y no haya riesgo de nueva inflamación o, en cuanto a los escapes de gas se refiere, cuando el escape se haya detenido y la nube de gas se haya dispersado sin peligro.

5. Simulacros de emergencia: una vez que ha quedado terminado el plan de prevención y atención de emergencias, se debe dar a conocer a todo el personal para que cada empleado sepa su función en caso de que se produjera una emergencia. Es esencial poner a prueba el plan con regularidad, porque solo por medio de esos ensayos se advertirán sus efectos.

II. Plan de emergencia nivel externo: la elaboración de este plan deberá basarse en los accidentes que puedan tener repercusiones fuera de los límites de propiedad de la negociación.

El plan detallado de nivel externo debe fundarse en los accidentes con mayor probabilidad de ocurrencia, pero también deben tomarse en consideración otros acontecimientos menos probables que podrían tener consecuencias graves. Los accidentes con consecuencias muy graves pero muy poco probables entrarán en esta categoría, aunque existen algunos accidentes que son tan improbables que no sería razonable examinarlos en detalle en el plan.

En las siguientes líneas se describirán las funciones de las diversas personas que participan en un plan de prevención y atención a emergencias en su nivel externo. Como en el caso de nivel interno, hará falta un centro de control de emergencia desde el cual se tendrá la coordinación del evento.

1. Aspectos de un plan de emergencias nivel externo

A. Organización: es necesario hacer una descripción de la organización para la prevención y atención de accidentes en la que participara la empresa como coordinadora de todas las actividades relacionadas con el nivel externo.

Se requerirá detallar la estructura del órgano de dirección, sistemas de alarma, procedimientos de aplicación, centros de control de emergencia. Nombres de los organismos e instituciones y representantes de la comunidad involucrados, convenios establecidos con empresas vecinas.

B. Comunicación y alarma: sistema de comunicación y alarma para situaciones de emergencia, incluyendo los correspondientes canales de comunicación, claves, señales y mensajes estandarizados.

Determinación del personal responsable, centro de comunicaciones, señales de llamada, red, listas de números de teléfonos.

C. Equipo de emergencia especializado: descripción de manera general el alcance y uso del equipo para su posible aplicación en el exterior de la planta.

Detalles de la disponibilidad y ubicación de los aparatos elevadores de cargas pesadas, tractores

niveladores, equipo contra incendios especificado.

D. De las empresas circunvecinas y el comité de ayuda mutua: inventario de empresas circunvecinas señalando cuales participan en un programa de ayuda mutua; los equipos y servicios con que cuentan para su posible uso en el exterior.

Indicar los procedimientos de respuesta a emergencias, incluyendo el equipo utilizado; las acciones de alarma, comunicación, control y retomo/recuperación.

E. Conocimientos especializados: detalles de los órganos, empresas y personas especializados a quienes podrá resultar necesario llamar, por ejemplo entidades o expertos con conocimientos químicos especiales, laboratorios para analizar muestras, etc.

F. Información química: detalles sobre las sustancias peligrosas y resumen de los riesgos que entrañan.

G. Información meteorológica: dispositivos para obtener detalles de las condiciones climatológicas imperantes en el momento y previsiones meteorológicas.

H. Información publica: disposiciones adoptadas para tratar con los medios de comunicación y para proporcionar información a los familiares.

I. Evaluación: disposiciones relativas a: 1) la recopilación de información sobre las causas de la emergencia y, 2) el examen de la eficiencia y la eficacia de todos los aspectos del plan de emergencias.

2. Evacuación: en numerosos casos hará falta adoptar una rápida decisión sobre la necesidad de evacuar a las personas que viven dentro de la zona a que se extiende el accidente. El examen de la conveniencia de la evacuación debe incluir los factores siguientes:

A. Si se trata de un incendio grave, pero sin riesgo de explosión probablemente bastara con

evacuar las casas que están cerca del incendio, aun cuando el riesgo por el humo puede exigir que esta decisión se revise con periodicidad.

B. Si un incendio se extiende y llega a amenazar un almacén de materiales peligrosos, podría resultar necesario evacuar a las personas que viven cerca, pero solo si hay tiempo para ello; si no se cuenta con tiempo suficiente, debe aconsejarse a las personas que permanezcan en su casa y que se pongan al abrigo del incendio. Este ultimo caso se aplica en particular si la instalación que corre peligro puede producir una bola de fuego con efecto de radiación térmica muy grave (por ejemplo, almacenamiento de gas licuado de petróleo).

C. Con respecto a los escapes o escapes potenciales de materiales tóxicos, puede resultar oportuna una evacuación limitada a favor del viento, si hay tiempo para ello. La decisión dependerá en parte del tipo de viviendas en peligro. Las viviendas tradicionales o las construcciones sólidas con ventanas cerradas ofrecen una protección considerable contra los efectos de una nube tóxica. Las casas precarias ofrecen una protección escasa o nula.

D. Deberá detallarse el procedimiento de evacuación indicando los medios de notificación a la población y el personal, transporte disponible, control de tráfico, control de accesos, rutas de evacuación, centros de contención y refugio, voceros, entre la información mas relevante a considerar.

3. Coordinación de emergencia: todos los servicios de emergencia deberán ser conducidos por un coordinador el cual puede ser un funcionario de la policía o bien un funcionario superior del cuerpo de bomberos de acuerdo con las circunstancias.

Entre las funciones del coordinador se cuenta el establecer un enlace estrecho con el supervisor del establecimiento. Dependiendo de las disposiciones locales el control externo puede pasar a manos de las autoridades locales o incluso de un administrador nombrado por el gobierno central o estatal.

4. Funciones y responsabilidades de la administración de las instalaciones peligrosas: identificar y jerarquizar los peligros en sus instalaciones desde su instalación o su readecuación, para establecer medidas para evitarlos, reducirlos o minimizarlos.

Establecer un vínculo con quienes están preparando la planificación de la emergencia y proporcionar la información apropiada para elaborar los planes.

Las direcciones de las fabricas deben proporcionar asesoramiento a todas las organizaciones externas que puedan participar en el manejo de la situación de emergencia fuera de las instalaciones y que tendrán necesidad de haberse familiarizado previamente con algunos de los aspectos técnicos de las actividades, por ejemplo los servicios de urgencia, los departamentos médicos y otros.

5. Funciones de las autoridades locales: generalmente se asigna a un funcionario superior de la policía el control total de la emergencia. Entre los deberes oficiales de la policía durante una situación de emergencia, se pueden mencionar el control de la vida y los bienes y el control del tráfico. Otras funciones incluyen el control de los espectadores, la evaluación del público, la identificación de los muertos y el tratamiento de los heridos, así como la información a los familiares de las personas fallecidas o lesionadas.

El combate contra incendios se asigna a un funcionario superior del cuerpo de bomberos, aunque la mayoría de las veces también es el encargado de combatir otro tipo de accidentes como las explosiones o los escapes de sustancias tóxicas. Es aconsejable que las brigadas de bomberos estén familiarizados con aspectos tales como el emplazamiento de la actividad, los almacenes de materiales peligrosos, los puntos de abastecimiento de agua y espuma y el equipo de lucha contra incendios.

Las autoridades sanitarias tienen una función esencial que desempeñar en el combate a una emergencia: por una parte, se deberá atender las lesiones que sean provocadas por efectos de la radiación térmica en diversos grados. En cuanto a los escapes importantes de sustancias tóxicas se refiere, sus efectos variarían según la sustancia química de que se trate, por lo que es

conveniente conocer el tratamiento adecuado de las posibles lesiones.

6. Ensayos y ejercicios en la planificación de la emergencia. La experiencia acumulada en la industria de productos químicos con la planificación de emergencias muestra la necesidad y el valor de los ensayos de procedimientos de emergencia.

En esta etapa se deberá poner a prueba todas las disposiciones para la emergencia en los niveles interno y externo de manera conjunta.

Un componente esencial de cualquier ensayo es que ponga plenamente a prueba los diversos vínculos de comunicación necesarios para reunir la información requerida en una coordinación general, por ejemplo entre la fabrica o establecimiento y los servicios de emergencia y entre el centro de supervisión de la emergencia de la fabrica o establecimiento y el lugar del accidente.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO EN PLANEACION AMBIENTAL

del 14 al 18 de octubre de 1997

MODULO IV RIESGO AMBIENTAL

**MARCO CONSTITUCIONAL, LEGAL Y
REGLAMENTARIO EN MATERIA DE RIESGO
AMBIENTAL**

Palacio de Minería

1997

FUNDAMENTO CONSTITUCIONAL.

1. Artículo 4o., párrafo cuarto.

"Toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de esta Constitución."

2. Artículo 25, párrafo sexto.

"Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente."

3. Artículo 27, párrafo tercero.

"La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana."

FUNDAMENTO CONSTITUCIONAL.

(Continuación)

3. Artículo 27, párrafo tercero (continuación).

"En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico;..."

"... y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad."

FUNDAMENTO CONSTITUCIONAL **(CONTINUACIÓN)**

4. Artículo 73, fracción XVI.

El Congreso tiene facultad:

Para dictar leyes sobre nacionalidad, condición jurídica de los extranjeros, ciudadanía, naturalización, colonización, emigración e inmigración y salubridad general de la república

1a. El Consejo de Salubridad General dependerá directamente del Presidente de la República, sin intervención de ninguna Secretaría de Estado, y sus disposiciones generales serán obligatorias en el país.

2a. En caso de epidemias de carácter grave o peligro de invasión de enfermedades exóticas en el país, el Departamento de Salubridad tendrá obligación de dictar inmediatamente las medidas preventivas indispensables, a reserva de ser después sancionadas por el Presidente de la República.

3a. La autoridad sanitaria será ejecutiva y sus disposiciones serán obedecidas por las autoridades administrativas del país.

4a. Las medidas que el Consejo haya puesto en vigor en la campaña contra el alcoholismo y la venta de sustancias que envenenan al individuo o degeneran la especie humana, así como las adoptadas para prevenir y combatir la contaminación ambiental, serán después revisadas por el Congreso de la de la Unión, en los casos que le competan.

FUNDAMENTO CONSTITUCIONAL

(CONTINUACIÓN)

5. Artículo 73, fracción XXIX-G.

"Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico;"

6. Artículo 115, fracción V.

"Los Municipios, en los términos de las leyes federales y estatales relativas, estarán facultados para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal; participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; controlar y vigilar la utilización del suelo en sus jurisdicciones territoriales; intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana; otorgar licencias y permisos para construcciones, y participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas. Para tal efecto y de conformidad a los fines señalados en el párrafo tercero del artículo 27 de esta Constitución, expedirán los reglamentos y disposiciones administrativas que fueren necesarios;"

7. Artículo 122, Apartado C, Base Primera, frac. V.

La Asamblea Legislativa, en los términos del Estatuto de Gobierno, tendrá las siguientes facultades:

inciso y) Normar la protección civil;... ..la salud y asistencia social; ...

inciso j) Legislar en materia de... ..preservación del medio ambiente y protección ecológica;...

JERARQUÍA DE LAS LEYES.

Jerarquía de la leyes.I. (Art. 133 constitucional).

Son Ley Suprema de toda la Unión.

- a) La Constitución;
- b) Las leyes constitucionales, generales o reglamentarias dictadas por el Congreso de la Unión que emanen de la Constitución, es decir, reglamentarias de ella, y
- c) Los tratados "internacionales" que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado.

Jerarquía de las leyes.II.

La Constitución

Las leyes.generales

Los Tratados Int.

Fuero federal

Fuero estatal

- a) leyes federales ordinarias
- b) reglamentos de las leyes federales, expedidos por el Presidente, y
- c) otras.

- a) constitución local;
- b) leyes reglamentarias de la C. local;
- c) leyes locales ordinarias;
- d) reglamentos de las leyes locales,
- e) otras.

y

CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

“... **Preservación**: El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales;...”(art. 3o. frac. XXI. de la Ley).

“... **Prevención**: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente;...” (art. 3o. frac. XXII. de la Ley).

“... **Protección**: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y prevenir y controlar su deterioro;...” (art. 3o. frac. XXIII. de la Ley).

Manifestación de impacto ambiental: documento mediante el cual se dá a conocer, con base en estudios el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo. (art. 3o. frac. XVII, Ley).

Estudio de riesgo: documento que contiene los riesgos que las obras o actividades representan para el equilibrio ecológico o el ambiente, así como, las medidas técnicas de seguridad, preventivas y correctivas, tendientes a evitar, mitigar, minimizar o controlar los efectos adversos al equilibrio ecológico en caso de un posible accidente, durante la ejecución u operación normal de la obra o actividad de que se trate. (art. 3o. frac II. del Regl. Imp. Amb.).

COMPETENCIA, SUSTENTO Y PROCEDIMIENTO LEGAL Y REGLAMENTARIO.

En cuanto a la Autoridad Competente:

Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

Art. 32 Bis. A la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca corresponde el despacho de los siguientes asuntos:

frac. XI. “ Evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de desarrollo que le presenten los sectores público, social y privado; resolver sobre los estudios de riesgo ambiental, así como sobre los programas para la prevención de accidentes con incidencia ecológica;...”

Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Del Instituto Nacional de Ecología.

Art. 54. “...El Instituto Nacional de Ecología tendrá las siguientes atribuciones:...”

frac. VIII. “...Formular y conducir la política general en materia de residuos peligrosos y riesgo ambiental, así como promover ante las autoridades competentes el establecimiento de políticas generales aplicables en materia de residuos urbanos, municipales, e industriales no peligrosos;...”

frac. XII. “Evaluar, dictaminar y resolver sobre los estudios de riesgos ambientales que presenten los responsables de la realización de actividades altamente riesgosas en establecimientos de operación, así como dictaminar los programas de contingencia ambiental;...”

COMPETENCIA, SUSTENTO Y PROCEDIMIENTO LEGAL Y REGLAMENTARIO (CONTINUACIÓN)

Art. 59. “...La Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas tendrá las siguientes atribuciones:

frac. I. “...Elaborar, conjuntamente con las dependencias y entidades competentes de la Administración Pública Federal, los listados de actividades altamente riesgosas;...”

frac. III. “ Evaluar, dictaminar y resolver sobre los estudios de riesgo ambiental que presenten los responsables de la realización de actividades altamente riesgosas;...”

Art. 60. “...La Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental tendrá las siguientes atribuciones:

frac. IV. “...Evaluar y resolver, con el dictamen técnico que formulen las unidades administrativas competentes del Instituto, los informes preventivos y las manifestaciones de impacto ambiental que se presenten sobre la realización de obras o actividades públicas o privadas que sean de su competencia, de acuerdo con la normatividad aplicable;...”

COMPETENCIA, SUSTENTO Y PROCEDIMIENTO LEGAL Y REGLAMENTARIO (CONTINUACIÓN)

En cuanto al Sustento de contenido.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El Riesgo Ambiental puede presentarse:

Art. 28. Por "...La realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar **desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones** señalados en los reglamentos o normas técnicas ecológicas..."
(normas oficiales mexicanas).

Art. 145. Por el establecimiento de industrias, comercios o servicios **considerados riesgosos** por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente, y en estos casos; la Secretaría promoverá que en la **determinación de los usos del suelo,** se especifiquen las zonas en las que se permitan. (fracciones I a VI).

Art. 147. Por la existencia, de establecimientos en los que se realicen actividades consideradas altamente riesgosas. (art. 147 de la Ley).

COMPETENCIA, SUSTENTO Y PROCEDIMIENTO LEGAL Y REGLAMENTARIO (CONTINUACIÓN)

Qué contienen los Estudios de Riesgo.

Los riesgos que las obras o actividades representan para el equilibrio ecológico o el ambiente, y

Las medidas técnicas de seguridad, preventivas y correctivas, tendientes a evitar, mitigar, minimizar o controlar los efectos adversos al equilibrio ecológico en caso de un posible accidente, durante la ejecución u operación normal de la obra o actividad de que se trate. (art. 3o. frac II. del Regl. Imp. Amb.).

Distribución de competencias.

Competencia federal: Art. 5o., fracs. II. y X.

II. "...La formulación de los criterios ecológicos generales que deberán observarse en la aplicación de los instrumentos de la política ecológica,... para la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo;..."

X. "... La regulación de actividades que deban considerarse altamente riesgosas, según ésta y otras leyes y sus disposiciones reglamentarias, por la magnitud o gravedad de los efectos que puedan generar en el equilibrio ecológico o el ambiente;..."

COMPETENCIA, SUSTENTO Y PROCEDIMIENTO LEGAL Y REGLAMENTARIO (CONTINUACIÓN)

Art. 8o., frac. IX.

“...Evaluar el **impacto ambiental** en las actividades a que se refieren los artículos 28 y 29 de esta Ley;...”

Art. 29. compete a la Semarnap, evaluar el impacto ambiental, en las siguientes materias:

frac. I. Obra pública federal;

fracs, II. a VII

Competencia estatal y municipal.

Art. 6o.

frac. IV. “... La regulación de las actividades que no sean consideradas **altamente riesgosas**, cuando por los efectos que puedan generar, se afecten ecosistemas o el ambiente de una entidad federativa o del municipio correspondiente;...”

Art. 32. “...Corresponde a las entidades federativas y a los municipios evaluar el **impacto ambiental** en materias no comprendidas en el artículo 29 de este ordenamiento, ni reservadas a la Federación en ésta u otras leyes.”

Art. 148. “...Las entidades federativas y los municipios regularán la realización de actividades que nosean consideradas altamente riesgosas, cuando éstas afecten al equilibrio de los ecosistemas o al ambiente de la antidad federativa en general, o del municipio correspondiente.”

Competencia municipal.

COMPETENCIA, SUSTENTO Y PROCEDIMIENTO LEGAL Y REGLAMENTARIO (CONTINUACIÓN)

Art. 149. "...corresponderá a los municipios, cuando en la realización de las actividades no consideradas altamente riesgosas se generen residuos que sean vertidos a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población o integrados a la basura; así como cuando se trate de actividades relacionadas con residuos no peligrosos generados en servicios públicos cuya regulación o manejo correspondan a los propios municipios o se relacionen con dichos servicios."

En el territorio del Distrito Federal:

Art. 9o., A) Corresponde a la Semarnap:

frac. XII "...Evaluar el **impacto ambiental** en la realización de obras o actividades públicas o privadas a que se refieren los artículos 28 y 29 de esta Ley, que pueden afectar o deteriorar significativamente el equilibrio ecológico, de conformidad con las disposiciones de esta Ley, y vigilar su observancia.

Art. 9o., B) Corresponde al Distrito Federal:

frac. XV "...Evaluar el **impacto ambiental** en la realización de obras o actividades públicas o privadas, que pueden afectar o deteriorar significativamente el equilibrio ecológico, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 28 de esta Ley, en las materias no comprendidas en el artículo 29 del presente ordenamiento y vigilar su observancia.

COMPETENCIA, SUSTENTO Y PROCEDIMIENTO LEGAL Y REGLAMENTARIO (CONTINUACIÓN)

El riesgo ambiental, en cuanto a la manifestación.

Además de reunir todos los requisitos del estudio de riesgo, deberá satisfacer los requisitos que imponga la autoridad para la ejecución de la obra o la realización de la actividad. (arts. 28, 32 33 y 34 de la Ley).

El riesgo ambiental, en cuanto a los usos de suelo

Deberán especificarse las zonas en que puedan establecerse industrias, comercios o servicios considerados riesgosos, por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente. (art. 145 de la Ley).

El riesgo ambiental en cuanto a establecimientos que ya estén funcionando y que realicen actividades consideradas altamente riesgosas.

Deberán incorporarse los equipos y las instalaciones respectivos, con arreglo a las normas.(art. 147 de la Ley).

Elaborarán, actualizarán y someterán a la aprobación de la autoridad (Semarnap, Energía, Salud y Trabajo), los programas para la prevención de accidentes.(art. 147 de la Ley).

COMPETENCIA, SUSTENTO Y PROCEDIMIENTO LEGAL Y REGLAMENTARIO. (CONTINUACIÓN)

En cuanto al Procedimiento.

La Constitución Política.

Art. 14. "...Nadie podrá ser privado de la vida, de la libertad o de sus propiedades, posesiones o derechos, sino mediante juicio seguido ante los tribunales previamente establecidos, en el que se cumplan las formalidades esenciales del **procedimiento** y conforme a las leyes expedidas con anterioridad al hecho."

Art. 16, párrafo primero.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 16, párrafo primero, establece que "...Nadie puede ser molestado en su persona, familia, domicilio, papeles o pesesiones, sino en virtud de **mandamiento escrito de la autoridad competente, que funde y motive** la causa legal del procedimiento."

Por tanto, el acto de la administración pública, debe:

- a) adoptar la forma **escrita**;
- b) emanar o ser dictado por **autoridad competente** o con facultades para ello;
- c) contener en el propio escrito, la cita de los **artículos** de la Constitución, de las leyes o de los reglamentos que sirven de fundamento para dictar el acto.
- d) la **motivación**, o sea, el conjunto de razonamientos que, en relación a las circunstancias, hechos, pruebas, conceptos y fundamentos de derecho existentes, sustentan el acto.

COMPETENCIA, SUSTENTO Y PROCEDIMIENTO, LEGAL Y REGLAMENETARIO (CONTINUACIÓN)

Ley Federal de Procedimiento Administrativo

Campo y materias en que se aplica.

Art. 1. "...Las disposiciones de esta Ley son de orden e interés públicos, y se aplicarán a los actos, procedimientos y resoluciones de la Administración Pública Federal centralizada, sin perjuicio de lo dispuesto en los Tratados Internacionales de los que México sea parte."

Nota: este artículo, establece excepciones o materias en las que no se aplica la Ley, pero en materia de derecho ambiental, sí se aplica.

Supletoriedad.

Art. 2. "...Esta Ley se aplicará supletoriamente a las diversas leyes administrativas reguladas por la misma. El Código Federal de Procedimientos Civiles se aplicará, a su vez, supletoriamente a esta Ley en lo conducente."

Iniciación de un trámite.(arts 42 a 56 de la Ley).

El escrito podrá presentarse en las oficinas, en las oficinas de correos, mediante mensajería o por telefax, con excepción del escrito inical de impugnación.

COMPETENCIA, SUSTENTO Y PROCEDIMIENTO, LEGAL Y REGLAMANETARIO (CONTINUACIÓN)

Características:

- * aclaración de actos en cualquier momento.
- * adopción de medidas provicionales, si están previstas.
- * disponer la acumulación.
- * respeto del orden de presentación.
- * los incidentes no suspenden trámites, pero se resuelven antes que el principal.
- * la autoridad puede actuar de oficio en relación al acto, allegarse pruebas o solicitar informes u opiniones.
- * se admiten toda clase de pruebas, excepto la confesional de las autoridades.
- * el desahogo de pruebas en un plazo máximo de quince días.
- * formulación de alegatos
- * resolución.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO EN PLANEACION AMBIENTAL

del 14 al 18 de octubre de 1997

MODULO IV RIESGO AMBIENTAL

MITIGACION DE ACCIDENTES

Ingg. Francisco Mandujano Ortíz

Palacio de Minería

1997

MITIGACIÓN DE ACCIDENTES

1. Introducción.

Es significativo que muchos de los accidentes químicos que han ocurrido en la década pasada han involucrado la emisión y transporte de vapores tóxicos inflamables hacia áreas pobladas o ambientalmente sensibles.

En esta sección del curso se presentan una variedad de métodos y mediciones que pueden emplearse para controlar el riesgo de las emisiones de vapores peligrosos.

El diagrama que a continuación se presenta implica la descarga de un material tóxico e inflamable desde un carro tanque de ferrocarril a un sitio de almacenamiento mediante una línea de descarga que tiene una conexión flexible y un sistema de bombeo del material hacia un reactor de fase líquida. En este ejemplo se asume que la sustancia trasvasada se convierte en otra menos peligrosa la cual se purifica a través del proceso corriente abajo.

1.2.- Peligros de las Emisiones Accidentales de Vapores Tóxicos

Normalmente, la integridad del equipo de proceso y de los materiales de proceso contenidos nos son un problema en las plantas químicas. Ocasionalmente, sin embargo, como resultado del uso y del desgaste, se fugan del equipo fluidos de proceso a lo que el personal de la planta responde mediante ajustes, mantenimiento o reparación. Los incidentes mayores ocurren con menor frecuencia. En estos casos la

respuesta es realizar una acción rápida para evitar la exposición del personal y del público. Se investiga el incidente y en algunos casos se modifican tanto el equipo como los procesos conforme sea necesario para evitar una recurrencia.

Los accidentes recientes han demostrado que las fugas mayores de fluidos inflamables o tóxicos pueden en algunos casos producir el daño o la pérdida a propiedades que en algunos casos son mayores que los costos de diseño, operación y prueba de los equipos.

1.3. Tipos de Nubes de Vapor

Tanto los gases y vapores emitidos desde un equipo como los vapores resultantes de la evaporación de nieblas o líquidos derramados pueden formar nubes de vapor conteniendo diversas propiedades tales como la inflamabilidad, toxicidad, visibilidad y olor. El término "vapor" se emplea en el consenso general para cualquier sustancia en el estado gaseoso. el término "nube" indica que los vapores están esencialmente confinados en la atmósfera, no dentro de un edificio o recinto.

1.3.1 Nubes de Vapores inflamables

son aquellas que involucran vapores de un material inflamable o combustible. Para poseer un peligro de inflamabilidad, la concentración de vapor deberá encontrarse cuando menos arriba del límite inferior de inflamabilidad. (Aunque en la teoría las concentraciones arriba del límite superior de inflamación no son técnicamente inflamables, en la práctica si se les considera debido a que la turbulencia del aire puede introducir suficiente cantidad de oxígeno y hacer la mezcla inflamable).

1.3.2. Nubes de Vapores Tóxicos

Son aquellas que involucran vapores de un material con propiedades tóxicas agudas, generalmente por inhalación.

1.3.3. Nubes de Vapores Tóxico-Inflamables

Diversas sustancias como el sulfuro de hidrógeno, el cianuro de hidrógeno, el metil isocianato y la acroleína son tanto inflamables como tóxicos. Esta combinación combina el peligro pero puede permitir una oportunidad para usar métodos únicos de mitigación, tales como la ignición deliberada del material liberado.

1.3.4 Otros Tipos de Nubes de Vapor

Además de las características antes mencionadas de toxicidad por inhalación e inflamabilidad, las nubes de vapores pueden tener otras características como el olor y la visibilidad que, aunque no siempre resultan de peligro per se, estas características pueden generar quejas de las áreas circundantes y convertir el lugar de trabajo en poco o nada agradable. La deriva de nubes densas de gases sobre las carreteras ha dado como resultado muchos percances con daños asociados. Las nubes de vapores de fluoruro de hidrógeno puede dar como resultado quemaduras en la piel; la absorción de algunas sustancias a través de la piel puede dar como resultado daños sistémicos. Algunos vapores pueden producir daños a propiedades como a la pintura de algunas superficies.

1.4. Formas de Emisión de Vapores.

La emisión de un material peligroso puede crear una nube cercana a la fuente y extenderse viento abajo (o pendiente abajo, para vapores densos y velocidades de viento bajas). La fracción de la sustancia emitida que forma una nube de vapor varía de acuerdo a las propiedades de la sustancia:

- Vapor No Condensable. Si una sustancia que tiene un punto de ebullición por debajo de la temperatura ambiental se emite en forma de vapor, la nube contendrá todo el material, diluido con aire.
- Vapor Condensable. Si una sustancia que tiene un punto de ebullición arriba de la temperatura ambiente se emite como un vapor, algo del vapor puede condensar. Algo del condensado puede caer de la nube (y evaporarse después) y el remanente puede permanecer en la nube como un aerosol o niebla.
- Flujo de dos Fases. Si un líquido destellante (p.e., un líquido almacenado o procesado arriba de su punto de ebullición) o una mezcla de dos fases, líquido-vapor se emite, la nube podrá contener gotas de líquido, aerosol o niebla además del vapor.
- Líquido No Destellante. Si un líquido se emite por debajo de la temperatura de su punto de ebullición, formando un derrame en el piso, la nube contendrá los vapores emitidos por el derrame, los cuales serán solamente una pequeña fracción de el total del derrame. Puede darse la formación de un aerosol si se trata de una liberación presurizada.

1.5. Causas de la Emisión

Casi todas las emisiones de vapores son causadas por la pérdida de su contención. Sin embargo, las nubes tóxicas pueden resultar de la emisión de materiales menos tóxicos (1) por la incineración de algunas sustancias o mezclas que den como resultado la generación de productos tóxicos de la combustión como la quema de sustancias orgánicas cloradas, produciendo cloruro de hidrógeno; y (2) por la reacción química de un material derramado con agua o cualquier otra sustancia común presente como la reacción del ácido clorosulfónico con la humedad del aire para producir una niebla de ácido sulfúrico/ácido clorhídrico. Las nubes tóxicas pueden formarse también por la evaporación de líquidos de baja volatilidad durante un incendio involucrando una mezcla de sustancias tóxicas con sustancias combustibles como la quema de una mezcla de PCB/aceite (con la posible formación de dioxinas).

Diversas fallas de los sistemas pueden dar como resultado la pérdida de contención de los materiales de proceso. Algunas pueden ser:

- sobrepresurización de un proceso o recipiente de almacenamiento debido a la pérdida del control de las sustancias reaccionantes o al calor externo adicionado;
- sobrellenado de un recipiente;
- apertura de una conexión durante la operación;
- fuga mayor en las juntas de las bombas, empaquetamiento de los vástagos de las válvulas, juntas de las bridas, etc;

- flujo de vapor en exceso dentro de un venteo o sistema de dispensa de vapor;
- ruptura del tubo en un intercambiador de calor;
- fractura de un reactor causando la repentina emisión de su contenido;
- ruptura de una tubería;
- drene inadvertido de una válvula o venteo.

Las causa de estos tipos de eventos de pérdida de contención pueden dividirse generalmente en cuatro categorías: (1) rutas abiertas a la atmósfera, (2) imperfecciones en o deterioro de, integridad del equipo, (3) impacto externo, (4) desviaciones de las condiciones de diseño.

1.6 Posibles Consecuencias de la Emisión de Nubes de Vapor

Las consecuencias de la emisión accidental de nubes de vapor conteniendo gran severidad en términos de peligros agudos para la salud son: emisiones tóxicas, incendio y explosiones. Las consecuencias de cualquier situación particular dependerán de un número de factores entre los que se incluye la naturaleza y extensión de la nube, la situación física y ambiental durante la emisión y la ubicación de la gente con respecto a la emisión o al incendio.

1.6.1. Efectos Tóxicos

La consecuencia de la emisión de vapores tóxicos resulta de la concentración dispersada de los vapores, la toxicidad del material, la

duración de la exposición, la vulnerabilidad de la población expuesta y de la efectividad de las medidas de protección.

La severidad de las consecuencias de la emisión de un vapor tóxico es altamente dependiente de la dispersión de los vapores antes de alcanzar a las personas. La dispersión es una función de muchas variables: distancia, velocidad y dirección del viento, altura de la emisión, turbulencia atmosférica, radiación solar, rugosidad del terreno, densidad de vapor e interacción con , por ejemplo, humedad en el aire. Como ejemplos de los métodos para mitigar los efectos de una nube de vapores tóxicos se incluye la limitación de la cantidad de vapor liberada y/o la velocidad de liberación, reduciendo la evaporación de los derrames de líquidos mediante cubiertas, favoreciendo la dispersión del vapor liberado, dotando al personal de equipo de protección adecuado, realizando evacuaciones y dotando de tratamiento médico necesario.

1.6.2 Incendios

Las nubes de sustancias inflamables pueden dar como resultado incendios, flamazos o explosiones. La intensidad del incendio dependerá de la cantidad y velocidad de la emisión, del calor de combustión y de la luminosidad de la flama. La ignición inmediata de un "puf" o de un BLEVE dará como resultado una bola de fuego cuyo tamaño dependerá de la cantidad total de vapor inflamable liberado y del calor de combustión. La ignición retrasada producirá un flamazo. Estos peligros pueden mitigarse limitando la cantidad de material emitido (cantidad, duración), limitando la velocidad de la emisión, dispersando el vapor liberado y controlando las fuentes de ignición.

1.6.3 Explosiones

La ignición retrasada de una emisión continua o instantánea puede dar como resultado la explosión de una nube de vapor (UVCE). La magnitud de la explosión es función de la masa o cantidad de vapor inflamable en la nube, la extensión de la dilución, el grado de turbulencia y confinamiento y posiblemente la naturaleza y fuerza de la fuente de ignición.

Históricamente parece haber un límite inferior para cantidades de vapor que den como resultado una explosión. Para hidrocarburos ligeros por ejemplo el límite es 4630 kilogramos. Para etileno el tamaño mínimo de la nube puede ser tan pequeña como una tonelada. Mientras se debate si el confinamiento o la turbulencia son esenciales para el desarrollo de una nube de vapor explosiva, el trabajo experimental ha demostrado que el confinamiento parcial y la presencia de obstáculos incrementa la velocidad de la flama en la nube. La velocidad de la flama es una variable importante para determinar la velocidad del proceso de combustión, el cual deberá ser lo suficientemente rápido para el desarrollo de las ondas de sobrepresión en la nube explosiva.

Las mismas medidas de mitigación que se recomiendan para el caso de incendios se recomendarían para el caso de nubes explosivas. Deberá notarse que el centro de la explosión puede estar a distancia considerable de la ubicación de la fuente si los vapores viajan viento abajo antes de la ignición.

1.7 Medidas de Mitigación

Jerárquicamente, existen cuatro medias:

Seguridad inherente. Eliminar el peligro mediante la reducción de el inventario de sustancias peligrosas a niveles no peligrosos.

Reducción de Inventarios

Eliminar almacenamiento intermedio

Generando sustancias peligrosas solo en casos necesarios.

IDLH (Concentración mas alta a la cual un obrero sano puede exponerse durante 30 minutos y salir del área sin que existan daños permanentes a su salud.)

Sustitución Química

Sustitución de sustancias químicas por otras menos peligrosas ; Hipoclorito de Sodio en vez de Cloro gaseoso para clorar agua, Urea líquida en lugar de amoniaco gaseoso.

Modificación de Procesos

Consideraciones de la Ubicación

Diseños ingenieriles. Proveen tanto integridad de la planta como integridad del proceso (químico).

Integridad Física de la Planta

Prácticas de diseño

Doble Contención

Tubería de doble Pared

Efectos Sísmicos

Carga del Viento

Subsidiencia

Materiales de Construcción

Pruebas de los materiales durante la construcción

Integridad en el Proceso

Identificación de Reactivos y Solventes

Límites de las Condiciones de Operación

Sistemas de Control de Proceso

Válvulas de alivio de Sobre Presión

Detalles de Diseño del Proceso para Control de Emergencias

Sistemas de Tratamiento de Emergencias

Lavadores Activos

Lavadores Pasivos

Chimeneas

Post Quemadores

Tanques para Retención de dos Fases

Incineradores

Absorbedores

Adsorbedores

Condensadores

Sistemas de Aborto del Proceso

Aislamiento de Emergencia para Derrame/Ruptura

Elementos de Aislamiento

Aislamiento Remoto

Inspección y Prueba de los Elementos de Aislamiento

Transferencia de Emergencia de las Sustancias

Contención de Derrames

Doble Contenedor

Encapsulamiento y Paredes

Diques

Operación de los procesos. La mejora en las operaciones de los procesos redundará en oportunidades adicionales para evitar las emisiones de nubes de vapores peligrosos.

Políticas de operación y Procedimientos

Entrenamiento para la Prevención y Control de Fugas

Auditorías e Inspecciones

Pruebas de Equipos

Programas de Mantenimiento

Modificaciones y Cambios

Métodos para Detener un Derrame

Seguridad

Acciones de emergencia. Señalización, activación de contramedidas y los planes de contingencia para emergencias son parte de un acercamiento a la mitigación.

Detección Temprana de Vapores y Alertamiento

Tipos de Sensores

De Combustión

Catalíticos

Eléctricos

Por Reacción Química

Visuales

Absorción/Dispersión

Tiempos de Respuesta

Ubicación de los Sensores

Detección por el Personal

Propiedades Odoríferas

Color o Niebla

Sistemas de Alarma

Mitigación a Traves de Contramedidas

Fugas de Líquido/Vapor

Rociadores
Cortinas de Agua
Cortinas de Vapor
Cortinas de Aire
Ignición Deliberada
Control de la Fuente de Ignición

Contra medidas de Fuga de Líquidos

Dilución
Neutralización
Cubiertas
 Líquidas
 Espumas
 Sólidas

Evitar Factores que Agraven la Evaporación

Respuesta a Emergencias

Comunicaciones en el Lugar
Equipos de Corte ante Emergencias y sus Procedimientos
Evacuación del Lugar
Hermetismo
Escape de la Nube de Vapor
Equipo de Protección Especial
Tratamiento Médico

Planes, Procedimientos, Entrenamiento y Acciones en el Lugar

Alertamiento de las Autoridades y del Público

Sistemas de Alerta

Información que debe comunicarse

constante sino que decrece con respecto al tiempo. En muchos casos, el área directamente debajo de la esfera de fuego estará sujeta a un contacto suficiente en sus primeras etapas (flamazo) para causar la ignición de los combustibles comunes. El daño estructural a objetos no combustibles puede considerarse mínimo debido a que su efecto dura unos pocos segundos.

Una liberación continua de vapor con dispersión e ignición retardada puede dar como resultado un UVCE. La información histórica muestra que, para que ocurra una explosión, la nube debe ser grande (cuando menos 4536 kg de hidrocarburo deberá liberarse), la liberación del gas deberá ser de 15 kg/s o mayor y el retraso de la ignición, mayor a 30 segundos.

CATEGORIAS DE EVENTOS PROBABILISTICOS

Categoría	Evento	Años entre fallas	Probabilidad	Definición
1	raro	100 a 320	0.01 a 0.003	no esperado que ocurra durante el tiempo de vida
2	escaso	32 a 100	0.03 a 0.01	posibilidad remota de que ocurra durante el tiempo de vida de la planta
3	probable	10 a 32	0.1 a 0.03	esperado a que ocurra una vez durante el tiempo de vida de la planta
4	posible	3 a 10	0.3 a 0.1	esperado a que ocurra más de una vez durante el tiempo de vida de la planta
5	frecuente	1 a 3	1 a 0.3	esperado que ocurra más de una vez al año durante el tiempo de vida de la planta.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO EN PLANEACION AMBIENTAL

del 14 al 18 de octubre de 1997

MODULO IV RIESGO AMBIENTAL

PRESENTACION DE CASOS DE ESTUDIOS

Palacio de Minería

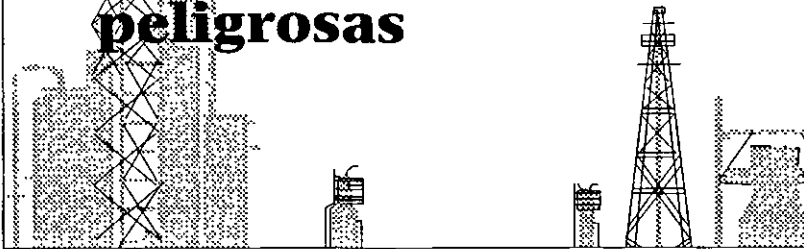
1997

TALLER DE RIESGO AMBIENTAL. PRESENTACIÓN DE CASOS ESTUDIO

Material compilado por: Ing. Guillermo Javier Rivera Salazar

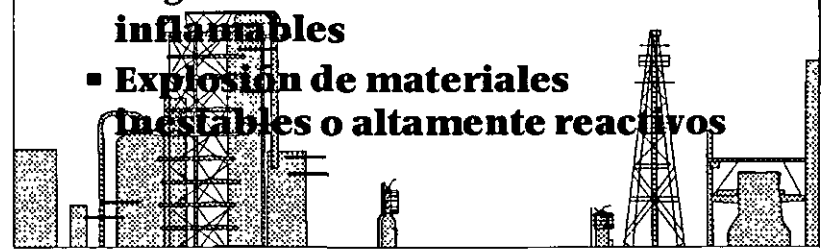
- 1 Introducción**
- 2 HAZOP o estudio del riesgo y la capacidad de funcionamiento**
- 3 Índice DOW**
- 4 Cálculo de nubes explosivas**

Riesgo asociado con el manejo y contención de sustancias peligrosas



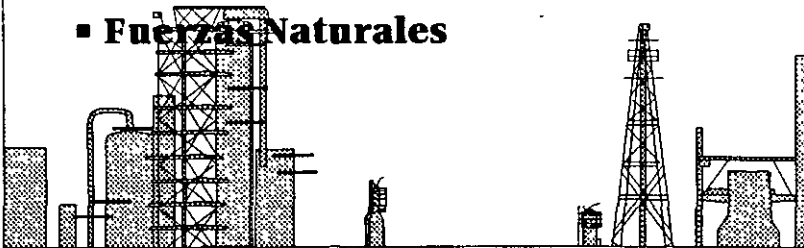
Tipos de accidentes más comunes

- Escape de gases tóxicos con formación de nube
- Fuga o derrame de materiales tóxicos
- Fuga o derrame de materiales inflamables
- Explosión de materiales inestables o altamente reactivos



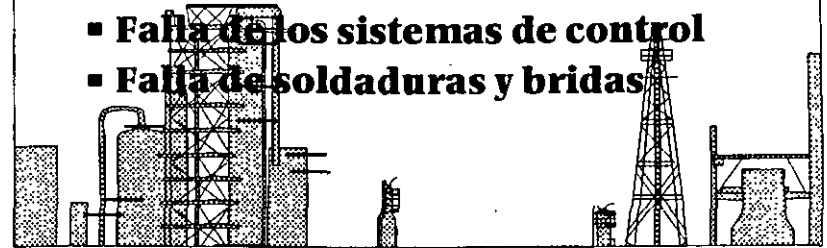
Causas de los riesgos industriales graves

- Falla de los componentes
- Desviación de las condiciones normales de funcionamiento
- Interferencias externas accidentales
- Fuerzas Naturales



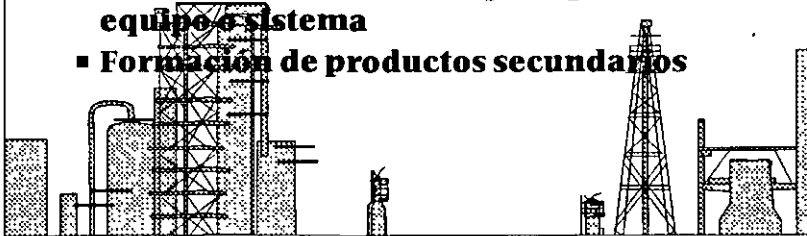
Falla de los componentes

- Diseño inadecuado
- Falla mecánica de recipientes o tuberías
- Falla de componentes, bombas, válvulas, etc
- Falla de los sistemas de control
- Falla de soldaduras y bridas



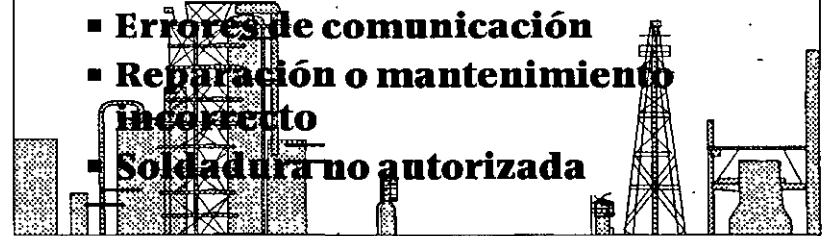
Desviación de las condiciones normales de operación

- Falta de supervisión de los parámetros esenciales de proceso
- Falla en el suministro manual de compuestos químicos
- Falla en los servicios
- Deficiencias en el arranque o paro de un equipo o sistema
- Formación de productos secundarios



Errores humanos y organizativos

- Error del operario
- Sistemas de seguridad desconectados
- Incorrecta identificación de materiales
- Errores de comunicación
- Reparación o mantenimiento incorrecto
- Soldadura no autorizada



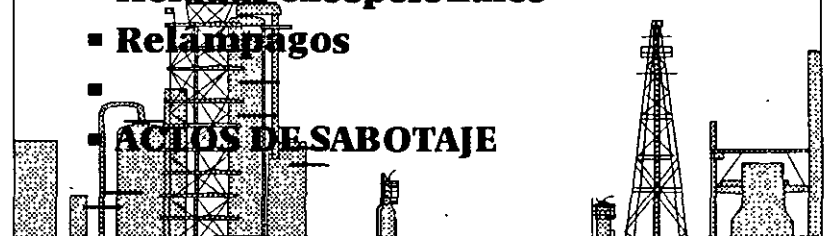
Interferencias externas accidentales

- Plantas vecinas
- impactos mecánicos
- Transporte por carretera o ferrocarril
- Estaciones de carga de sustancias inflamables o explosivas
- Tráfico aéreo



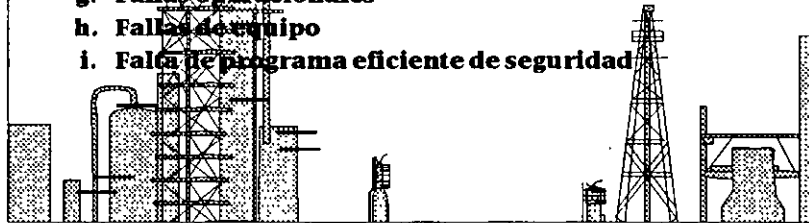
Fuerzas naturales

- Viento
- Inundaciones
- Terremotos
- Asentamiento de terreno
- Heladas excepcionales
- Relámpagos
- ACTOS DE SABOTAJE



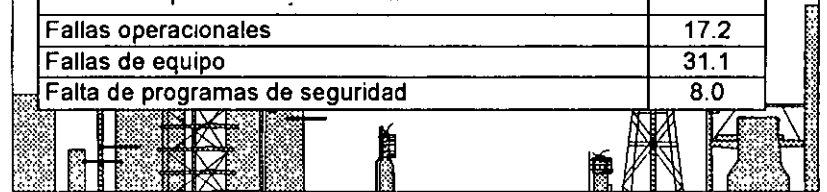
Causas del accidente ambiental en base a los factores de riesgo

- a. Problemas del sitio de ubicación de la planta
- b. Escaso espaciamiento interno y arreglo general inadecuado
- c. Estructuras fuera de especificaciones
- d. Evaluación inadecuada de los materiales
- e. Problemas del proceso químico
- f. Problemas por movimiento de materiales
- g. Fallas operacionales
- h. Fallas de equipo
- i. Falta de programa eficiente de seguridad



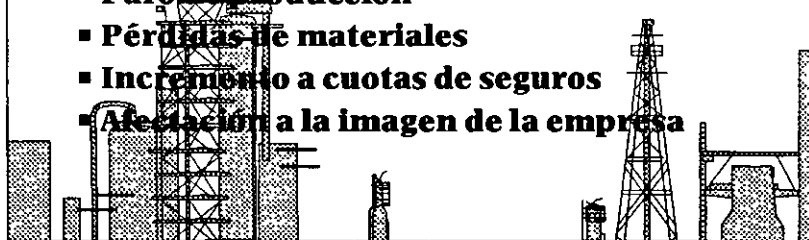
CAUSAS DE LOS ACCIDENTES AMBIENTALES

CAUSA	%
Problemas del sitio de ubicación	3.5
Inadecuado arreglo general	2.0
Estructuras fuera de especificaciones	3.0
Inadecuada evaluación de materiales	20.2
Problemas del proceso químico	10.6
Problemas por movimiento de materiales	4.4
Fallas operacionales	17.2
Fallas de equipo	31.1
Falta de programas de seguridad	8.0



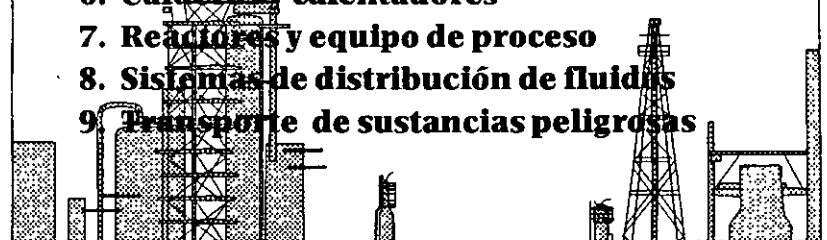
Consecuencias del accidente

- Daños y perjuicios al personal de planta
- Daños y perjuicios al personal externo
- Daños al equipo de proceso y estructuras
- Daños a los bienes de propiedad pública
- Impacto al medio ambiente
- Paro de producción
- Pérdidas de materiales
- Incremento a cuotas de seguros
- Afectación a la imagen de la empresa



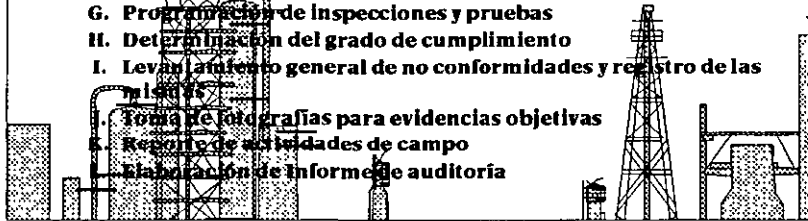
INSTALACIONES A AUDITAR EN MATERIA DE RIESGO

1. Almacenes
2. Laboratorios y Talleres
3. Tanques de almacenamiento
4. Recipientes sujetos a presión
5. Tanques y tubería bajo tierra
6. Calderas y calentadores
7. Reactores y equipo de proceso
8. Sistemas de distribución de fluidos
9. Transporte de sustancias peligrosas



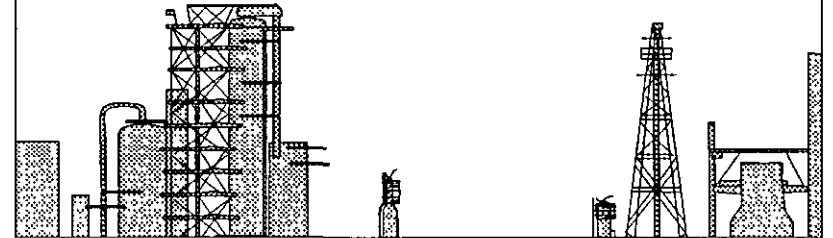
Procedimientos de ejecución

- A. Planeación de actividades
- B. Revisión de archivos y registros técnicos de diseño, construcción y operación
- C. Entrevistas adicionales con el personal de operación
- D. Revisión e Inspección de áreas y procesos para verificación de condiciones de operación
- E. Detección, localización y descripción de puntos o áreas de riesgo
- F. Revisión de nuevos proyectos
- G. Programación de Inspecciones y pruebas
- H. Determinación del grado de cumplimiento
- I. Levantamiento general de no conformidades y registro de las mismas
- J. Toma de fotografías para evidencias objetivas
- K. Resumen de actividades de campo
- L. Elaboración de Informe de auditoría



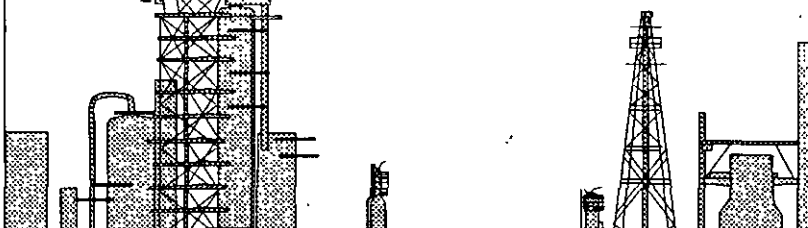
Lista de fallas típicas en equipo de proceso

- Rupturas
- Fugas
- Taponamientos
- Falla al abrir/cerrar
- Falla para activarse/parar
- Pérdida de calor/enfriamiento
- líneas y recipientes
- Bombas, válvulas
- Válvulas
- Válvulas
- Bombas
- Intercambiadores, reactores



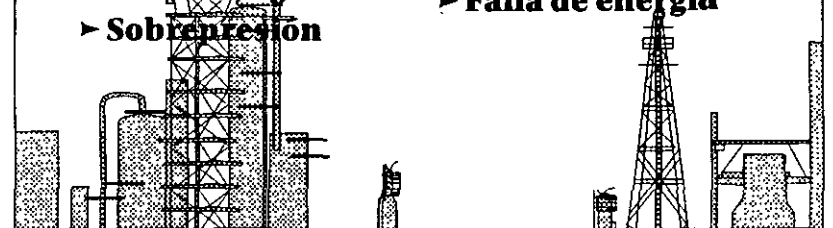
Ejemplos de fallas típicas en tuberías

- Corrosión interna
- Corrosión externa
- Erosión
- Ataque químico
- Fisura
- Impacto externo
- Vibración
- Sobrepresión
- Soldadura pobre
- Ensuciamiento
- Golpe de ariete
- Incrustación



Fallas típicas en equipo de proceso

- Válvulas
- ▶ Fisura
- ▶ Falla de Sello
- ▶ Fuga en brida (conexiones)
- ▶ Falla del agitador
- ▶ Sobrepresión
- ▶ Fuga en brida
- ▶ Fuga en empaque
- ▶ Ensuciamiento
- ▶ Daño en el vástago
- ▶ Falla de energía



Fallas típicas en equipo de proceso

▪ BOMBAS

- ▶ Fuga en el sello
- ▶ Fuga en prensaestopas
- ▶ Falla en el cojinete
- ▶ Cavitación
- ▶ Falla en las juntas
- ▶ Impulsor desbalanceado
- ▶ Congelamiento
- ▶ Desbocamiento

▪ COMPRESORES

- ▶ Fuga en el sello
- ▶ Sobrepresión
- ▶ Pérdida de energía
- ▶ Explosión
- ▶ Sobrevelocidad
- ▶ Sobrecalentamiento
- ▶ Congelamiento
- ▶ Desbocamiento

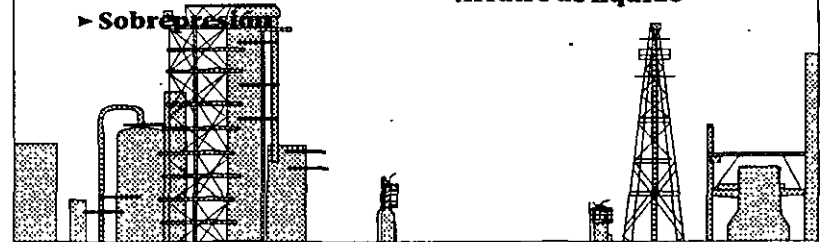
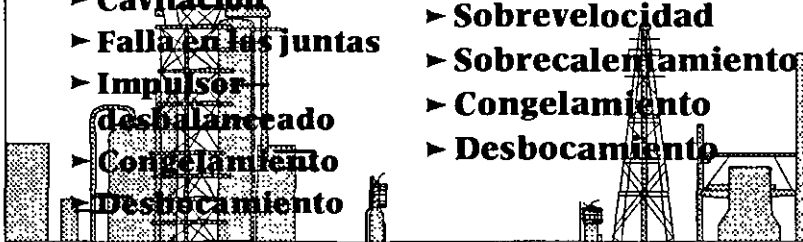
Fallas típicas en equipo de proceso

▪ INTERCAMBIADORES

- ▶ Ensuciamiento
- ▶ Taponamiento
- ▶ Pérdida de medio de enfriamiento
- ▶ Pérdida de producto
- ▶ Fugas
- ▶ Sobrepresión

▪ QUEMADORES

- ▶ Pérdida de flama de piloto
- ▶ Falla del encendedor
- ▶ Taponamiento
- ▶ Subdimensionado
- ▶ Arrastre de líquido



POLIMEROS ESPECIALIZADOS, S. A. de C. V.

El diagrama de flujo adjunto, representa un ejemplo típico de un reactor batch que normalmente se encuentra en una planta de procesos en una industria química.

El control de la operación del proceso recae en gran parte en el operador de la planta, debido a la experiencia adquirida en el proceso.

Sin embargo, cuando en una reacción donde se utilizan líquidos altamente inflamables, el desarrollo y control de la reacción requiere de la implementación de medidas de seguridad adicionales.

Desarrolle un HAZOP del proceso descrito líneas adelante, relativo al diagrama de flujo de proceso y determine los riesgos potenciales a efecto de definir las medidas adicionales de seguridad que se requieren para llevar a cabo la reacción de manera segura.

DESCRIPCION

La empresa Polímeros Especializados, S. A. e C. V. ha realizado exitosas pruebas a nivel laboratorio para lanzar un nuevo polímero al mercado, el polímero será utilizado en la industria automotriz para sustituir partes de acero y hacer las carrocerías más ligeras. La demanda de este material es fuerte y debido a esto se realizó la escalación de la reacción a nivel industrial y para tal efecto se utilizará uno de los reactores Batch con que se cuenta en las instalaciones.

Este nuevo proceso es una polimerización simple que se lleva a cabo en una sola etapa a una temperatura de 25 °C utilizando como solvente HEXANO.

La polimerización es altamente exotérmica y la velocidad de la reacción depende de la temperatura, por debajo de 25 °C la velocidad de reacción es muy lenta pero arriba de 40 °C el desarrollo de la reacción se acelera y el calor desprendido se incrementará debido a la menor capacidad de enfriamiento de la chaqueta por la cual fluye agua como fluido de enfriamiento.

Las condiciones anteriores son típicas para las reacciones de polimerización lo mismo ocurre para numerosas reacciones, tal como, para las reacciones de Nitración.

ETAPAS DEL PROCESO

Paso No. 1: Carga de Hexano

- a) Abrir el venteo
- b) Cargar 2000 litros de Hexano al reactor, a través del totalizador
- c) Arrancar el agitador y fijar el "set point" de control de Temp. en 20 °C

Nota: El Hexano es un solvente altamente inflamable.

Paso No. 2: Carga de monómero.

- a) Cargar 3000 litros de monómero a través del totalizador.
- b) Asegure que la temperatura no rebase los 20 °C.

Paso No. 3: Polimerización

- a) Cargar 200 litros de catalizador (peróxido orgánico) a través del tanque de catalizador
- b) Lavar el tanque con 200 litros de Hexano
- c) Ajuste el control de temperatura a 25 °C
- d) Verificar que la temperatura en el reactor sea de 25 °C y manténgase la temperatura de reacción durante todo el ciclo (normalmente 3horas)
- e) Muestrar el lote cada 30 minutos hasta verificar que la reacción se ha completado.
- f) Continúe hasta que la reacción termine totalmente.

Paso No. 4: Remoción de solvente

- a) Corte el suministro de agua de enfriamiento y alimente vapor a la chaqueta del reactor para destilar el hexano
- b) Termine la destilación cuando el lote alcance la temperatura de 90 °C.

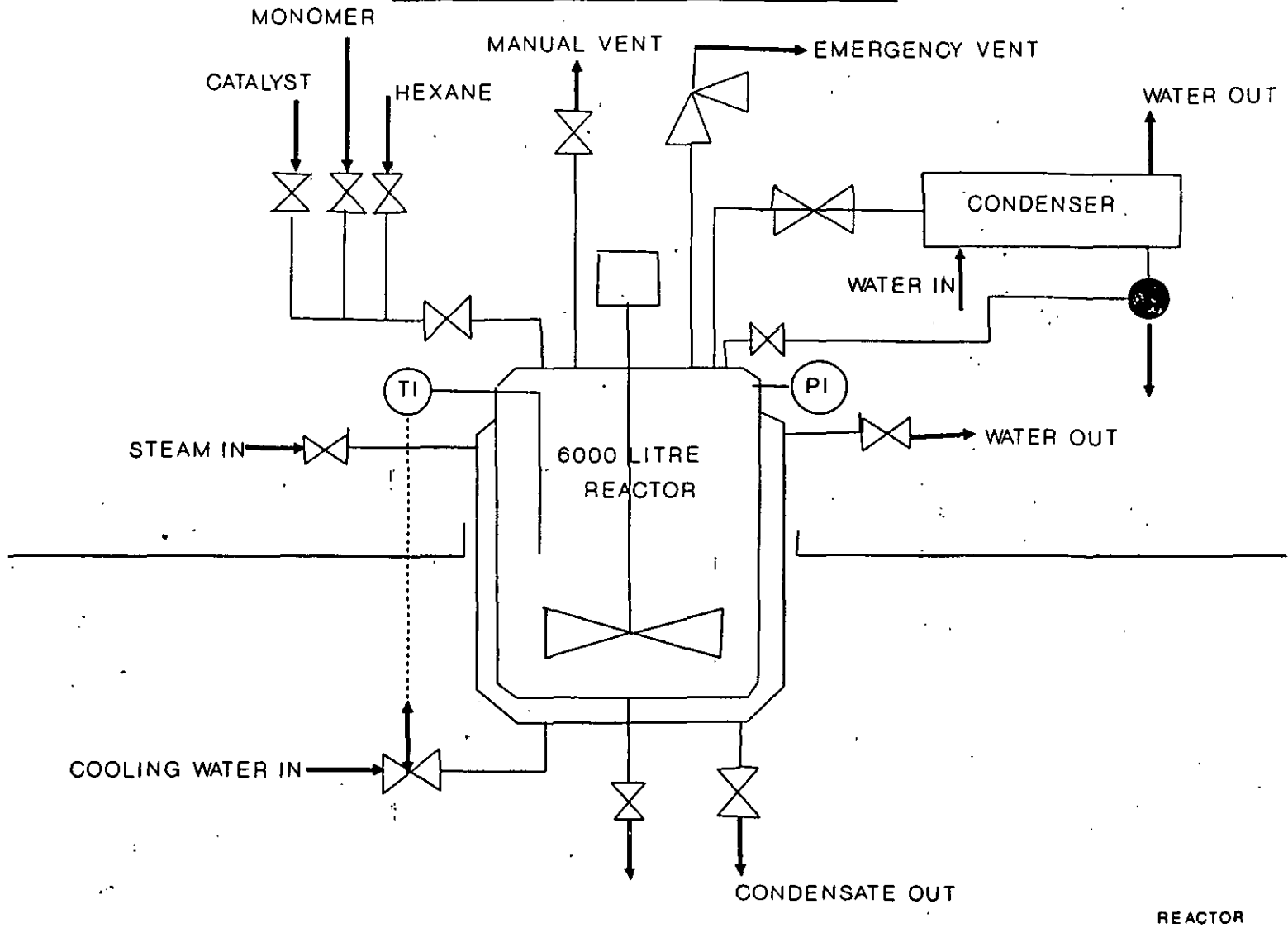
Paso No. 5: Llenado de tambores

- a) Llène los tambores de 200 litros por la válvula de purga del reactor

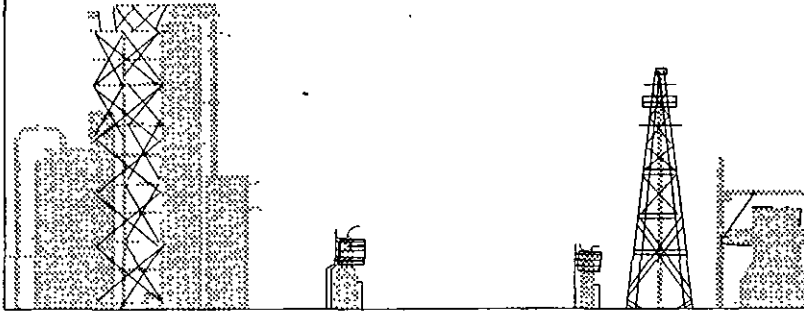
Paso No. 6: Limpieza

- a) Limpie el reactor por medio de enjuague con 2000 litros de Hexano
- b) drene el hexano y retómelo al tanque de recuperación de Hexano.

BATCH REACTOR HAZOP

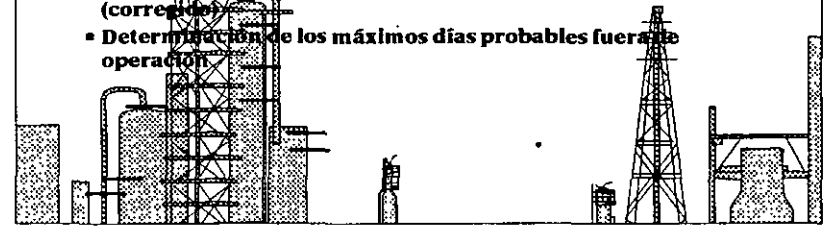


INDICE DOW PARA RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSION



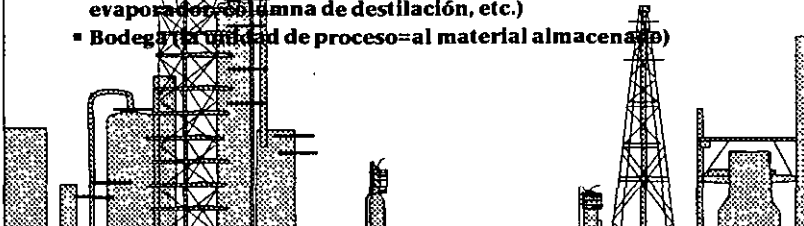
METODOLOGIA

- Selección de las Unidades de proceso
- Factor material (FM)
- Riesgos Generales de Proceso
- Riesgos Especiales de proceso
- Determinación de factor de riesgo de la unidad
- Determinación del Índice Dow de Fuego y Explosión
- Determinación del daño máximo probable a la propiedad
- Factores de corrección por medidas de control de pérdidas
- Determinación del daño máximo probable a la propiedad (correctivo)
- Determinación de los máximos días probables fuera de operación



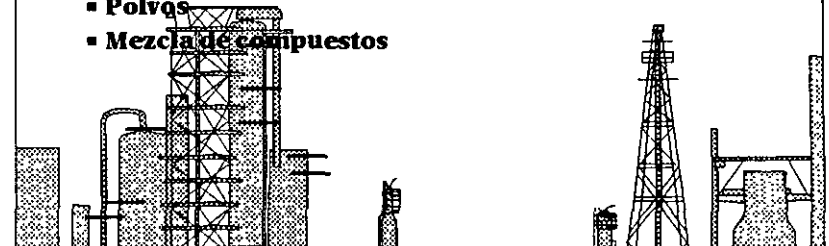
Unidades de proceso

- Unidad de alimentación
- Almacenamiento
- Pre calentamiento
- Reacción
- Adsorción
- Purificación
- Mezclado
- Destilación
- Equipos específicos (Bombas, tubería, tanques, reactor, evaporador, columna de destilación, etc.)
- Bodega (la unidad de proceso=al material almacenado)



FACTOR MATERIAL (FM)

- El FM es una medida de la intensidad de Energía liberada por un compuesto químico, mezcla o sustancia.
- Se determina considerando los riesgos de inflamabilidad y reactividad del material
- FM para:
- Gases, Líquidos o Sólidos
- Polvos
- Mezcla de compuestos



10

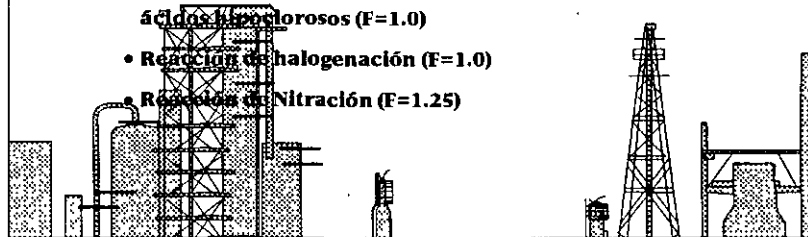
FACTOR MATERIAL (FM)

- El FM es una medida de la intensidad de Energía liberada por un compuesto químico, mezcla o sustancia.
- Se determina considerando los riesgos de inflamabilidad y reactividad del material
- FM para:
 - Gases, Líquidos o Sólidos
 - Polvos
 - Mezcla de compuestos



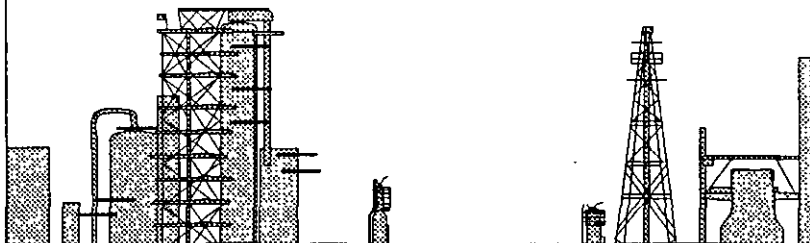
Riesgos Generales de proceso

- Reacciones exotérmicas
 - Hidrogenación, Hidrólisis, Isomerización, Sulfonación, Neutralización (F=0.50)
 - Alquilación, esterificación, oxidación, polimerización, condensación (F=0.50)
 - Oxidación con oxidantes fuertes como cloratos, HNO₃, ácidos fluorosulfóricos (F=1.0)
 - Reacción de halogenación (F=1.0)
 - Reacción de Nitración (F=1.25)



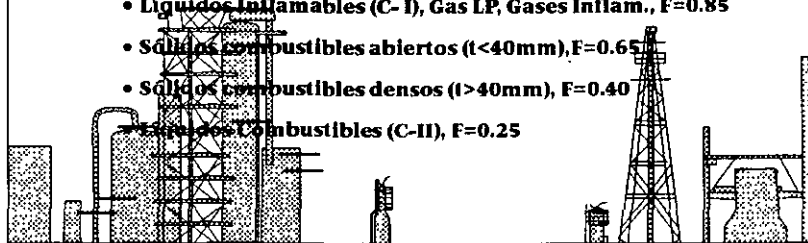
Riesgos Generales de Proceso

- Reacciones Endotérmicas
 - Todas las reacciones endotérmicas tienen un valor de F=0.20
 - Si requieren fuente externa de calor para sostener la reacción F=0.40



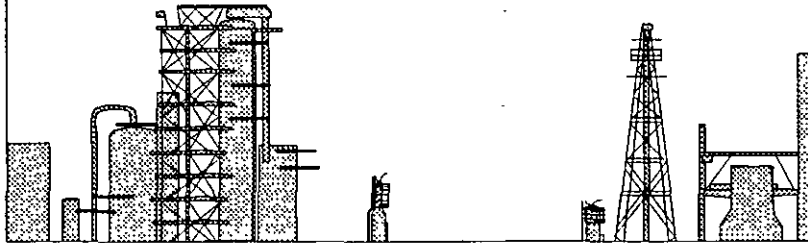
Manejo y transferencia de materiales

- Carga y descarga de líquidos inflamables o gas LP, F=0.50
- Centrifugas, reacciones Batch, mezclado en recipientes semlabiertos, F=0.50
- Bodegas y patios de almacenamiento
 - Líquidos inflamables (C-I), Gas LP, Gases inflam., F=0.85
 - Sólidos combustibles abiertos (t<40mm), F=0.65
 - Sólidos combustibles densos (t>40mm), F=0.40
 - Líquidos combustibles (C-II), F=0.25



▪ **D. Unidades de Proceso Cerradas**

- Colectores o filtros de polvos explosivos, $F=0.50$
- LI calentados, $T > T_f$ y $T < T_e$, $F=0.30$
- LI o Gas LP calentados, $T > T_e$, $F=0.60$
- Cantidad $> 10,000$ lb, $F=F_x 1.5$

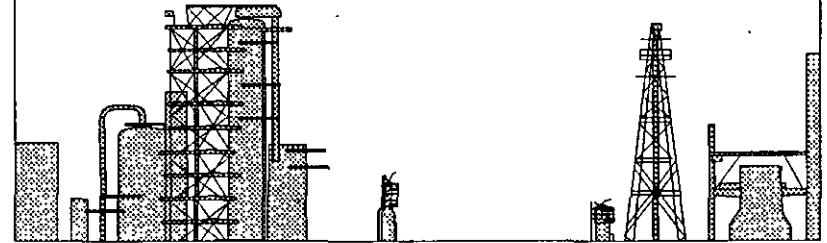


▪ **E. Acceso con Equipo de Emergencia al área de proceso**

- Acceso Inadecuado, $F=0.35$

▪ **F. Drenaje**

- Líquido rodeando la unidad, $F=0.50$
- Drenaje directo a contenedor, $F=0.25$



Riesgos Especiales de Proceso

▪ **A. Temperatura de proceso**

- $T > T_f$, $F=0.30$
- $T > T_e$, $F=0.60$
- Baja temperatura de autoignición o pirofóricos (CS₂ o Hexano), $F=0.75$

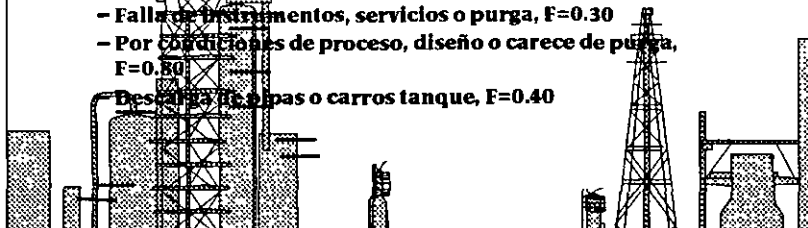
▪ **B. Baja Presión (Subatmosférica)**

- La entrada de aire puede ser condición de riesgo, $F=0.50$

▪ **C. Operación en o cerca del Rango Inflamable**

- Tanques de Almacenamiento LI (C-I), $F=0.50$
- Fallas de instrumentos, servicios o purga, $F=0.30$
- Por condiciones de proceso, diseño o carece de purga, $F=0.80$

Des-2025 (C-I) o pas o carros tanque, $F=0.40$



▪ **E. Presión**

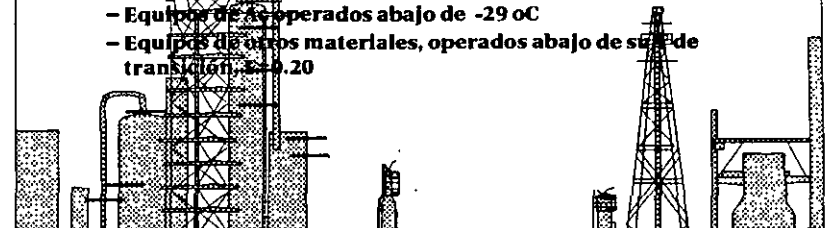
- Procesos que operan a altas presiones con dispositivos de alivio

- materiales altamente viscosos, $F=F_x 0.70$
- Gases comprimidos, $F=F_x 1.2$
- Gases licuados inflamables o $P_v > 40$ psig, $F=F_x 1.3$

▪ **F. Baja Temperatura**

- Estima posibles daños al material de construcción

- Equipos de Ac operados entre 10 y -29 oC, $F=0.30$
- Equipos de Ac operados abajo de -29 oC
- Equipos de otros materiales, operados abajo de su T_c de transición, $F=0.20$

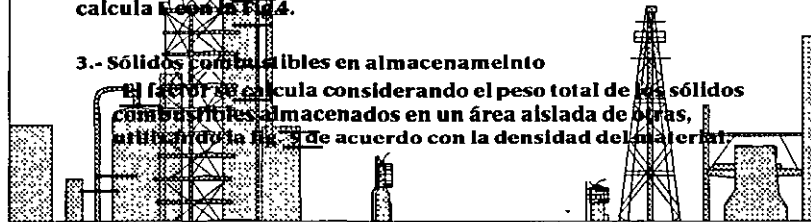


G. Cantidad de Material Inflamable

1.- LI o LC, gases licuados, o gases en varis etapas del proceso
 Se calculan los BTUx10 exp9 totales: $W \times AHC$
 Con este dato y la fig 3, se determina el valor del factor

2.- líquidos o gases en almacenamiento en tambores, tanques o recipientes portátiles.
 Se calculan los BTU totales para el almacenamiento y se calcula F con la FIG 4.

3.- Sólidos combustibles en almacenamiento
 El factor F se calcula considerando el peso total de los sólidos combustibles almacenados en un área aislada de obras, utilizando la fig. 3 de acuerdo con la densidad del material



II. Corrosión y Erosión

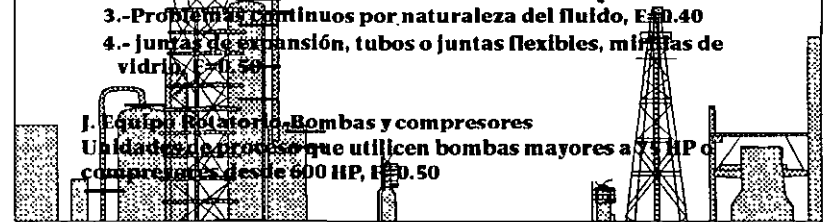
Se considera tanto la corrosión exterior como la interior

- 1.- Velocidad de corrosión (V_c) < a 0.5mm/año, $F=0.10$
- 2.- 0.5mm/año < V_c < 1.0 mm/año, $F=0.20$
- 3.- V_c > 1.0 mm/año, $F=0.50$

I. Fugas en juntas y empaques

- 1.- Fugas menores en Bombas y prensaestopas, $F=0.10$
- 2.- Fugas regulares bombas, compresores, $F=0.30$
- 3.- Problemas continuos por naturaleza del fluido, $F=0.40$
- 4.- juntas de expansión, tubos o juntas flexibles, mifijas de vidrio, $F=1.50$

J. Equipo Rotatorio, Bombas y compresores
 Unidades o procesos que utilicen bombas mayores a 75 HP o compresores desde 600 HP, $F=0.50$

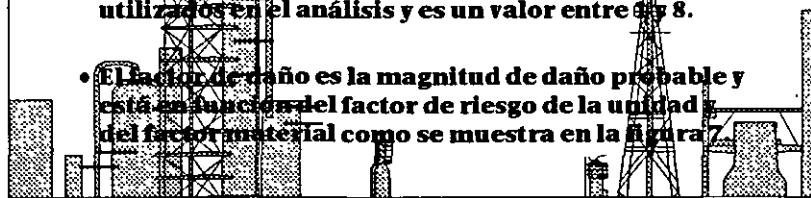


VI.- Determinación del factor de Riesgo de la Unidad, (F_3)

• El factor de riesgo de la unidad es el producto del factor de riesgos generales del proceso (F_1) y el factor de riesgos especiales del proceso (F_2), siendo cada uno la suma de los factores considerados más 1.00 que es la base del factor.

• El factor de riesgo de la unidad (F_3), es la medida de la magnitud del daño probable relativo a la exposición a la combinación de los factores utilizados en el análisis y es un valor entre 8.

• El factor de daño es la magnitud de daño probable y está en función del factor de riesgo de la unidad y del factor material como se muestra en la figura 7

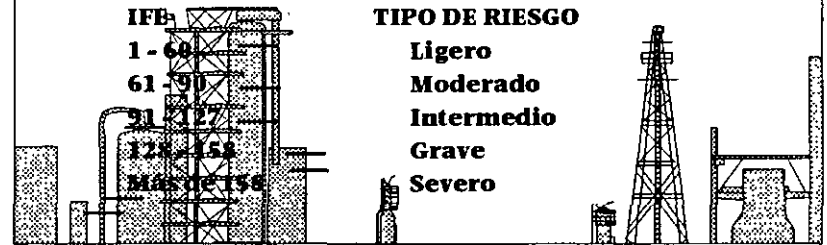


VII.- Determinación del Índice Dow de Fuego y Explosión (IFE)

El IFE es la probabilidad de daño por fuego o explosión al área, determinada por el radio de exposición y se calcula multiplicando el factor material por el factor de riesgo de la unidad.

CLASIFICACION DE RIESGO

IFE	TIPO DE RIESGO
1 - 60	Ligero
61 - 90	Moderado
91 - 120	Intermedio
121 - 150	Grave
Más de 150	Severo



13

VIII Determinación del Daño Máximo Probable a la Propiedad Base

El DMPP base, se obtiene del valor de reemplazo del equipo dentro del área de exposición

Valor de reposición = Costo original x Factor de escalación

0.82, es la corrección estadística por partes no sujetas a reemplazo, tal como, preparación del lugar, cimentación, líneas subterráneas, ingeniería, etc.

En el cálculo de DMPP base, debe incluirse el valor de los inventarios de productos, MP y materiales, considerando el 80% de capacidad para tanques de almacenamiento, 70% de la capacidad de las bodegas y la capacidad de diseño de los recipientes y líneas de proceso.

La suma de estos costos y del valor de reposición multiplicada por el factor de daño nos da el DMPP base.

IX.- Factores de corrección por Medidas de control de pérdidas

Estos factores se utilizan para reducir el DMPP y se dividen en tres grupos.

- a) C1: Referente a control de proceso
- b) C2: Aislamiento del material
- c) C3: Protección contra incendios

El producto de los factores de grupo determina el factor global ($C = C1 \times C2 \times C3$) de corrección actual o definitivo y al referirse a la figura 9, obtenemos el factor de corrección actual o definitivo.

C1: Control de Proceso

- 1.- Energía de Emergencia, Factor=0.97
- 2.- Sistema de enfriamiento (10 min), F=0.98
- 3.- Control de explosiones
 - Sistemas de supresión de explosiones, F=0.75
 - Dispositivos de alivio de presión o venteo, F=0.96
- 4.- Paro de emergencia, Sistema redundante, F=0.96
- 5.- Control por computadora, F=0.98
- 6.- Gas Inerte, F=0.90
- 7.- Análisis de Reactivos Químicos
 - Programa continuo, F=0.85
 - Análisis ocasional, F=0.96

C1: Control de Proceso

8.- Instrucciones de operación: $F = 1.0 - \text{SUM } Y/100$

- a) Arranque, Y=0.50
- b) Rutina de paro, Y=0.50
- c) Operación Normal, Y=0.50
- d) Cambio de Condiciones de Operación, Y=0.50
- e) Cond. de espera en corrida o recirculación, Y=0.50
- f) Cond. sobre capacidad de operación, Y=1.0
- g) Arranque por paro por mtto, Y=1.00
- h) Proced. mtto. permisos, candaeo, Y=1.50
- i) Paro de emergencia, Y=1.5
- j) Modificaciones o adiciones a equipo y tubería, Y=2.00
- k) Retención de situaciones anormales de falla, F=2.00

C2: Aislamiento del material

1.- Válvulas de control remoto, Factor=0.94

2.- Descarga a vertederos

Interior del área de proceso, F=0.96

Exterior del área de proceso, F=0.94

Venteos a Flair o receptor, F=0.94

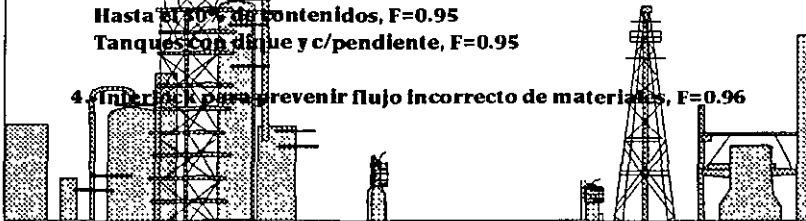
3.- Drenaje

m=2% y capacidad del 75% del contenido de proc., F=0.85

Hasta el 30% de contenidos, F=0.95

Tanques con dique y c/pendiente, F=0.95

4.- Interlocks para prevenir flujo incorrecto de materiales, F=0.96



C3: Protección contra incendio

1.- Detección de fugas, Factor=0.97

2.- Acero estructural recubierto, F=0.97

3.- Tanques recubiertos, F=0.85

4.- Suministro de agua; P>=100psi, F=0.90; P<100psi, F=0.95

5.- Sistemas especiales, PQS, CO2, detectores, F=0.85

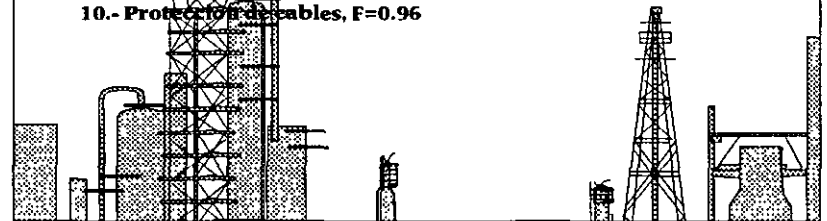
6.- Sistema de rociadores, F=0.96

7.- Cortinas de agua, F=0.97

8.- Espuma, F=0.90

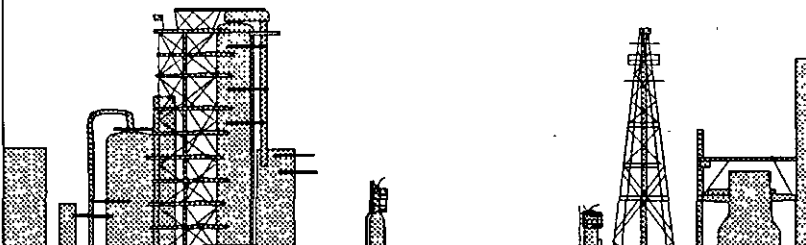
9.- Extintidores portátiles, F=0.97

10.- Protección de cables, F=0.96



X. Determinación del Daño Máximo Probable a la Propiedad Actual

El valor de corrección actual de la figura No. 9, multiplica al DMPP base, para obtener el DMPP actual o definitivo.



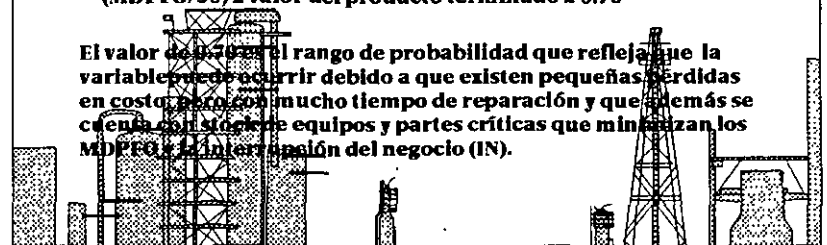
XI.- Determinación de los Máximos Días Probables Fuera de Operación

Los MDPFO, es el tiempo en que la unidad estará fuera de operación debido a reparaciones y reemplazo de equipo, más la pérdida de capacidad de producción.

La interrupción de negocios es la consecuencia final y puede estimarse con la siguiente relación:

$$(\text{MDPFO}/30) \times \text{valor del producto terminado} \times 0.70$$

El valor de 0.70 es el rango de probabilidad que refleja que la variable puede ocurrir debido a que existen pequeñas pérdidas en costo, pero con mucho tiempo de reparación y que además se cuenta con stocks de equipos y partes críticas que minimizan los MDPFO y la interrupción del negocio (IN).



15

**EJEMPLO DE CALCULO PARA INDICE DOW
"SABROSITAS, S. A. de C. V."**

Sabrositas, S. A. de C. V. es una empresa del ramo alimenticio que se encuentra ubicada en la ciudad de Querétaro. El giro de la empresa es la fabricación de frituras, papas fritas, churritos, cacahuates fritos, etc.

Para la realización de sus actividades utilizan gas LPG para calentamiento de las máquinas freidoras.

Para tal efecto cuentan con dos tanques de almacenamiento de gas de 180,000 litros c/u, los tanques se encuentran ubicados en la parte posterior de la empresa. Estos tanques se llenan por medio de pipas de 45,000 litros.

Los tanques cuentan con válvulas de alivio, arrestadores de flama e indicadores de nivel. La protección contra incendio se proporciona a través de dos monitores, los cuales en caso de incendio permiten enfriar a los tanques, adicionalmente cuentan con anillos rociadores distribuidos estratégicamente a lo largo del cuerpo de cada tanque.

La empresa cuenta con brigada de emergencia la cual está capacitada para la atención de un incendio.

Así mismo cuentan con detectores y alarma para caso de incendio, (turno nocturno).

Calcular el índice DOW de fuego y explosión en el más crítico de los casos, cuando ambos tanques se encuentran llenos al 90% de capacidad y la pipa (a un 50% de su capacidad) se encuentra realizando el llenado de uno de los tanques.

El valor de los tanques, pipa e instalaciones asociadas es de \$ 1,200,000.00 pesos.

LA CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE ACUERDO AL ÍNDICE DOW, ES LA SIGUIENTE:

1-60 (LIGERO)

1-96 (MODERADO)

97-127 (INTERMEDIO)

128-158 (GRAVE)

más de 158 (SEVERO)

Considere que el gas LPG está constituido por 50% Propano y 50 % Butano

SABROSITAS, S.A. DE C.V.		
UNIDAD DE PROCESO	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GAS LP, CAP. AL 90% 180,000 (INCLUYENDO PIPA)	
FACTOR MATERIAL : (FM)	21	GAS LP (21)
RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	FACTOR DE PENALIZACIÓN	
1. Reacciones exotérmicas	0.30-1.25	
2. Reacciones endotérmicas	0.20-0.40	
3. Manejo y transferencia de materiales	0.25-0.85	
4. Unidades de proceso cerradas	0.30-0.90	
5. Acceso con equipo de emergencia al área de proceso	0.35	
6. Drenajes	0.25-0.50	
FACTOR BASE	1.00	
FACTOR RIESGOS GENERALES DEL PROCESO : (F1)	F1	
RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO		
1. Temperatura de proceso		
a) Sobre punto de flama	0.30	
b).- Sobre punto de ebullición	0.60	
c)- Sobre punto de autoignición	0.75	
2. Baja Presión (subatmosférica)	0.50	
3. Operaciones en o cerca del rango inflamable		
a) Patio de tanques de almacenamiento	0.50	
b) Derrames y/o falla de purga	0.30	
c) Operación en rango inflamable	0.80	
4. Polvos explosivos	0.25-2.00	
5. Presión		
6. Baja temperatura	0.20-0.50	
7. Cantidad de material inflamable		
a) Líquidos o gases en proceso		
b) Líquidos o gases en almacenamiento		
c) Sólidos almacenados		
8. Corrosión y erosión	0.10-0.75	
9. Fugas en juntas y empaques	0.10-1.50	
10. Equipo calentado con fuego directo		
11. Intercambio de calor con aceite	0.05-1.15	
12. Equipo rotatorio bombas y compresores	0.50	
FACTOR BASE	1.00	
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DE PROCESO : (F2)	F2	
FACTOR DE RIESGO DE UNIDAD : F3 = (F1 X F2)	F3	
INDICE DOW : F3 X FM	IFE	

CORRECCION POR MEDIDAS DE SEGURIDAD		
1.- CONTROL DE PROCESO		
A) Energía de emergencia	0.97	
B) Enfriamiento	0.95-0.98	
C) Control de explosiones	0.75-0.96	
D) Paro de Emergencia	0.94-0.98	
E) Control por computadora	0.89-0.98	
F) Gas inerte	0.90-0.94	
G) Procedimientos de operación	0.86-0.99	
H) Revisión de reactivos Químicos	0.85-0.96	
PRODUCTO FACTORES POR CONTROL DE PROC. C1=	C1	
2.- AISLAMIENTO DE MATERIALES		
A) Válvulas de control remoto	0.94	
B) Descargas a vertederos	0.94-0.96	
C) Sistemas de drenajes	0.85-0.95	
D) Interlock	0.96	
PRODUCTO FACTORES POR AISLAM. MATLS, C2=	C2	
3.- PROTECCION CONTRA INCENDIOS		
A) Detección de fugas	0.90-0.97	
B) Acero Estructural	0.92-0.97	
C) Tanques subterráneos	0.75-0.85	
D) Suministro de agua	0.90-0.95	
E) Sistemas Especiales	0.85	
F) Sistemas de rociadores	0.60-0.96	
G) Cortinas de agua	0.95-0.97	
H) Espuma	0.87-0.98	
I) Extinguidores	0.92-0.97	
J) Protección a líneas eléctricas	0.90-0.96	
PRODUCTO FACTORES POR PROT. INCENDIO, C3=	C3	
PRODUCTO FACTORES DE SEGURIDAD C1XC2XC3=C	C	
FACTOR DE SEGURIDAD DEFINITIVO, (FIG-9), Cc=	Cc	
SUMARIO DE ANALISIS DE RIESGO		
A1: INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION (IFE)		
A2: RADIO DE EXPOSICION		
A3. VALOR DEL AREA DE EXPOSICION, \$		
B) FACTOR DE DAÑO		
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD		
C) DMPP BASE (A3 X B)		
D) FACTOR DE SEGURIDAD DEFINITIVO		
E) DMPP CORREGIDO (C XD), \$		
F) MDPFO, Dias		
FACTOR MATERIAL		

GUIA DE CALCULO DE POTENCIAL DE DAÑO DE NUBES EXPLOSIVAS

SUPOSICIONES

1. La fuga es instantánea
2. El material fugado se vaporiza instantáneamente y la nube se forma inmediatamente
3. La nube adquiere una forma cilíndrica cuya altura es el eje vertical
4. La nube tiene una composición uniforme y su concentración esta entre los límites de explosividad
5. Se tomará el calor de combustión de la TNT (2000 btu/lb) para convertir el AHc del material a su equivalente en TNT
6. La Temperatura ambiente es constante 70F (21.1 C)

Factores que determinan la formación de nubes explosivas

1. Gases en Estado Líquido por enfriamiento
2. Gases en Estado Líquido por efecto de alta presión
3. Gases sujetos a presiones de 500 psi o mayores
4. Líquidos inflamables o combustibles a una temperatura mayor a su punto de ebullición y mantenidos en estado líquido por efecto de presión

METODO DE CALCULO

- A. Determinación de la fuga probable
 - Daño Máximo Probable (DM)
 - Daño Catastrófico Probable (DC)
- B. Cálculo del peso del material en el sistema
- C. Cálculo de la cantidad vaporizada
- D. Cálculo de la magnitud de la nube
- E. Cálculo de la energía desprendida
- F. Cálculo del diámetro de las ondas expansivas
- G. Determinación del daño

A. Determinación de la fuga probable

1. DAÑO MAXIMO PROBABLE (DM)

- ▶ a) El tamaño de la fuga estará determinada por el contenido del mayor recipiente o serie de recipientes de proceso conectados entre sí, sin estar aislados uno del otro.
- ▶ b) La existencia de fuentes de ignición en las cercanías de una posible fuga no se considerará como limitante de la formación de una nube.

A. Determinación de la fuga probable

2. DAÑO CATASTROFICO PROBABLE (DC)

- ▶ a) El tamaño de la fuga estará determinada por el contenido del mayor recipiente o serie de recipientes de proceso conectados entre sí, sin estar aislados uno del otro.
- ▶ b) Destrucción o daño grave a tanques mayores de almacenamiento como formadores de nubes explosivas
- ▶ c) Fugas en tuberías de gran capacidad, suponiendo que la tubería es dañada seriamente y que el material fugará por 30 min
- ▶ d) La existencia de fuentes de ignición en las cercanías de una posible fuga no se considerará como limitante de la formación de una nube.
- ▶ e) Se tomarán en cuenta gases o líquidos usados como combustibles.

B. Cálculo del peso del material en el sistema

1.- GASES

Gas a $P > 500$ psig

$$W_g = 0.002785 M V_g$$

W_g = Peso del gas descargado, lb

M = Peso molecular del gas

V_g = Volumen del gas corregido a condiciones normales (273oK, 1 atm), ft³.

Debe tomarse en cuenta el factor de compresibilidad del gas.

B. Cálculo del peso del material en el sistema

LIQUIDOS

Si el material en el sistema se encuentra en estado líquido se usará:

$$W_L = 8.35 \times \text{Dens.} \times V_L$$

W_L = Peso del líquido fugado

Dens = Densidad del material a la temperatura del proceso T1, (g/ml)

V_L = Volumen del líquido contenido

C. Cálculo de la cantidad vaporizada

1 Para líquidos o gases licuados con punto de ebullición menor a 70 F (21.1 C), se supone que el 100 % se vaporizará, por lo que:

$$W_G = W_G \quad \text{y} \quad W_L = W_L$$

C. Cálculo de la cantidad vaporizada

2. Para líquidos con punto de ebullición menor a 70 F (21.1C), la cantidad vaporizada será:

$$W = (W_L \times C_p \times (T_1 - T_2)) / AH_v$$

Donde: W=Peso del material vaporizado, (Kg)

C_p=Capacidad calorífica promedio, (cal/g-°C)

T₁=Temperatura del líquido en el proceso, (°C)

T₂=Punto de ebullición, (°C)

AH_v=Calor de vaporización a T₂, (cal/g)

D. Cálculo de la magnitud de la nube

Se considera únicamente para gases o vapores más pesados que el aire

$$D = 22.19 \times \text{SQRT} (W/h \times MV)$$

D=Diámetro de la nube, ft,
M=peso Molecular,

h =Altura de la nube, ft
V=(LEL + UEL)/2 x 100

Si se considera la altura standard de la nube como 10 pies, se tiene:

$$D = 7.017 \times \text{SQRT} (W/MV)$$

E. Cálculo de la energía desprendida

La energía desprendida estará expresada por su equivalente en TNT y estará dada por:

$$W_e = (W \times AH_c \times f) / (4 \times 10^6)$$

W_e=Peso de TNT que produce una fuerza equivalente a la explosividad de la nube, (Ton TNT)

AH_c=Calor de combustión del material (Btu/lb)

f=factor de explosividad

El factor de explosividad de materiales varía de 0.02<f<0.10,

Para el cálculo de DM se usará: f=0.02,

Para el cálculo de DC se tomará: f=0.10

F. Cálculo del diámetro de las ondas expansivas

Las ondas expansivas producto de una explosión varían de 0.5 a 30 psi.

Las ondas de mayor presión estarán en una circunferencia cerca del centro de la nube expansiva, las de menor presión estarán más alejadas.

La determinación de diámetros de estas circunferencias de ondas expansivas se lleva a cabo por medio de la fig. No. 1.

Se determinarán los diámetros para los valores de W_e obtenidos tanto para DM como para DC.

G. Determinación del daño

Para determinar la extensión del daño producido por una nube explosiva se usan las tablas I y II, basadas en los efectos de las diversas presiones de onda expansiva, aunque a estos, deberán adicionarse los posibles incendios y/o explosiones subsecuentes.

Este riesgo es importante ya que dentro de la circunferencia de la onda expansiva de 5 psi existe la certeza de destrucción de tuberías y si existe riesgo de incendio por esta causa, puede considerarse un daño total (desastre) dentro de esta circunferencia.

22

ANALISIS DE NUBES EXPLOSIVAS

Caso No. 1:

En el área de productos químicos de la empresa Polímeros especializados, S. A. de C. V., se tienen cuatro reactores en serie. El volumen de cada reactor es de 12,000 galones.

En este proceso se realiza una reacción en serie dónde se tiene como materia prima el CICLOHEXANO (líquido).

La empresa inicio operaciones en la ciudad de México en 1950 por lo que a la fecha se encuentra rodeada por una zona habitacional (ubicada en Iztapalapa). La distancia tomando como centro el área de proceso hacia otras instalaciones es la siguiente:

a) Oficinas	50 m
b) Cuarto de control	10 m
c) Edificio de mantenimiento	30m
d) Torres de enfriamiento	150 m
e) Cuarto de fuerza (servicios)	200 m
e) Zona habitacional	500 m

La estructura del edificio de reacción es de columnas, pisos y traveses de concreto

El 24 de Diciembre de 1995 faltó al trabajo el operador del 3er turno, por lo que el operador del segundo turno continuó con la operación del proceso. A las 4 de la mañana debido al cansancio, se quedó dormido, y en ese momento ocurrió una falla en el control de nivel de uno de los reactores. Al hacerse la transferencia de ciclohexano no cerró la válvula de flujo, por lo que ocurrió el rebosamiento del tanque y derrame del material. Para empeorar las cosas el líquido cayó sobre uno de los motores de las bombas de transferencia, el cual no era a prueba de explosión, ni estaba aterrizado.

¿Tuvo consecuencias la dormitada?

- Calcular el daño máximo probable
- Calcular el daño catastrófico probable
- Calcular la extensión del daño para cada uno de los anteriores, para: 1, 2, 3, 5, 7 y 10 psi

d) ¿Que instalaciones resultarían afectadas dentro del predio?

e) ¿habría afectación hacia la población vecina?

La temperatura de operación del proceso en los cuatro reactores es de 121 °C.

Datos:

Material		Ciclohexano	
Peso Molecular	PM	84.16	
Presión del sistema	P	250 psig	
Presión de vapor a T1	Pv		psi
Temperatura del proceso	T1	121	°C
Punto de ebullición a 1 atm	T2	80.8	°C
Densidad	ρ	0.675	g/ml
Capacidad calorífica promedio	Cp	0.527	cal/g-°C
Factor de compresibilidad	C		
Volumen en condiciones normales (gases)	Vg		ft ³
Volumen en proceso (líquidos)	VL	40,000	gal
Calor de vaporización líquido a T2	ΔH_v	85	cal/g
Límite inferior de explosividad	LEL	1.3	%
Límite superior de explosividad	UEL	8.0	%
Altura de la nube	h		ft
Calor de combustión	ΔH_c	18,846	BTU/lb

Caso No 2:

En el cuarto de fuerza de la misma empresa utilizan como medio de calentamiento de los reactores de polimerización secundarios, un reboiler que tiene como fluido térmico DIFIL (Dowtherm A).

Evaluar los daños (mismos incisos que para el caso 1) en caso de fuga y explosión del DIFIL.

Los datos son los siguientes:

Material		Dowtherm A	
Peso Molecular	PM	165.76	
Presión del sistema	P		
Presión de vapor a T1	Pv		psi
Temperatura del proceso	T1	350	°C
Punto de ebullición a 1 atm	T2	257	°C
Densidad	ρ	0.75	g/ml
Capacidad calorífica promedio	Cp	0.550	cal/g-°C
Factor de compresibilidad	C		
Volumen en condiciones normales (gases)	Vg		ft ³
Volumen en proceso (líquidos)	VL	2500	gal
Calor de vaporización líquido a T2	ΔH_v	68.9	cal/g
Límite inferior de explosividad	LEL	0.65	%
Límite superior de explosividad	UEL	3.7	%
Altura de la nube	h		ft
Calor de combustión	ΔH_c	14,000	BTU/lb

EFFECTOS DE NUBES EXPLOSIVAS EN REFINERIAS.

1. Cuartos de control: construcción de concreto y estructura de fierro.
 onda expansiva 0.5 psi - rotura de ventanas.
 1.0 psi - deformación de la estructura
 1.5 psi - derrumbe del techo
 3.5 psi - derrumbe de muros de concreto
 10.0 psi - derrumbe de estructura de fierro

2. Torre rectangular: estructura de concreto.
 5.5 psi - fractura de la estructura de concreto
 7.0 psi - derrumbe de la estructura y la torre

3. Torre de vació octagonal: estructura de concreto.
 7.0 psi - fractura de la estructura
 7.5 psi - ruptura de anclaje de la torre y caída de ella

4. Torre fraccionadora: montada sobre pedestal de concreto.
 4.5 psi - aflojamiento de tuercas de anclaje
 7.0 psi - caída de la torre

5. Torre de regeneración: estructura de acero.
 5.0 psi - deformación de la columna
 7.0 psi - caída de la torre

6. Torre de regeneración: estructura de concreto.
 8.5 psi - fractura de la estructura
 16.0 psi - derrumbe de la estructura y la torre

7. Reactor rectangular de cracking catalítico: estructura de concreto.
 8.0 psi - fractura de la estructura
 12.0 psi - derrumbe de la estructura y la torre.

8. Desisobutanizador: montado sobre pedestal y zapatas.
9.5 psi - caída del reactor
9. Unidad de recuperación de vapor: con estructura rectangular de acero.
6.0 psi - derrumbe de la estructura
10. Horno de tubos fijos.
1.5 psi - desplazamiento ligero de su posición original
6.0 psi - caída de chimenea
6.5 psi - derrumbe del horno
11. Edificio de mantenimiento.
0.3 psi - caída de techo de asbesto corrugado
3.0 psi - deformación de la estructura
5.0 psi - derrumbe de muros de tabique, deformación seria de la estructura
6.0 psi - derrumbe de la estructura
12. Torre de enfriamiento de agua.
0.3 psi - caída de lumbres de asbesto corrugado
3.5 psi - derrumbe de la torre
13. Tuberías: soportadas por estructura de acero
3.5 psi - deformación de la estructura
6.0 psi - derrumbe de la estructura y rompimiento de la tubería
14. Tuberías: soportadas por estructura de concreto.
3.5 psi - fracturas en la estructura
5.0 psi - derrumbe de la estructura y rompimiento de líneas.
15. Tanques de almacenamiento: techo cónico y techo flotante.
1.5 psi - levantamiento de tanques vacíos
3.5 a 6.5 psi - levantamiento de tanques llenos o medio llenos, dependiendo de su capacidad.
16. Tanques de almacenamiento esféricos.
7.0 psi - deformación de la estructura en tanques llenos
7.5 psi - deformación de estructura en tanques vacíos
9.0 psi - derrumbe de tanques llenos
9.5 psi - derrumbe de tanques vacíos

TABLA II EFECTOS DESTRUCTIVOS DE LA SOBREPRESION EN COMPONENTES VULNERABLES DE PLANTAS

EQUIPO	SOBREPRESION Psi																										
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10	12	14	16	18	20	>20	
CUARTO DE CONTROL (Techo metálico)	a	c	d																								
CUARTO DE CONTROL (Techo concreto)	a	a	d																								
TORRE DE ENFRIAMIENTO	b		f																								
TANQUE: TECHO CONICO		d				k																					
CUBO DE INSTRUMENTOS																											
CALENTADOR A FUEGO						s																					
REACTOR QUIMICO						a			f																		
FILTRO																											
REGENERADOR																											
TANQUE: TECHO FLOTANTE																											
REACTOR CRACKING																											
SOPORTES DE TUBERIA																											
SERVICIOS (Medidor de Gas)																											
TRANSFORMADOR ELECTRICO																											
MOTOR ELECTRICO																											
BLOWER																											
COLUMNA FRACCIONADORA																											
RECIPIENTE HORIZONTAL A PRESION																											
REGULADOR DE GAS																											
COLUMNA DE EXTRACCION																											
TURBINA DE VAPOR																											
CAMBIADOR DE CALOR																											
TANQUE (Esfera)																											
RECIPIENTE VERTICAL A PRESION																											
BOMBA																											

- a) Rotura de ventanas y medidores
- b) Falla de mamparas de 0.3 a 0.5 psi
- c) Conectores dañados por colapso del techo
- d) Colapso del techo
- e) Instrumentos dañados
- f) Partes internas dañadas
- g) Ladrillos rotos
- h) Daño por proyección de partículas
- i) El equipo se mueve y la tubería se rompe
- j) Falla de abrazadera y soportes
- k) El equipo se levanta (50% lleno)
- l) Líneas de fuerza dañadas
- m) Controles dañados
- n) Falla de paredes de concreto
- o) Marcos colapsados
- p) Marcos deformados
- q) Carcazas y cajas dañadas
- r) Marcos rotos
- s) tubería rota
- t) Unidad destruida
- u) Equipo levantado (90% lleno)
- v) Unidad se mueve de sus cimientos

28

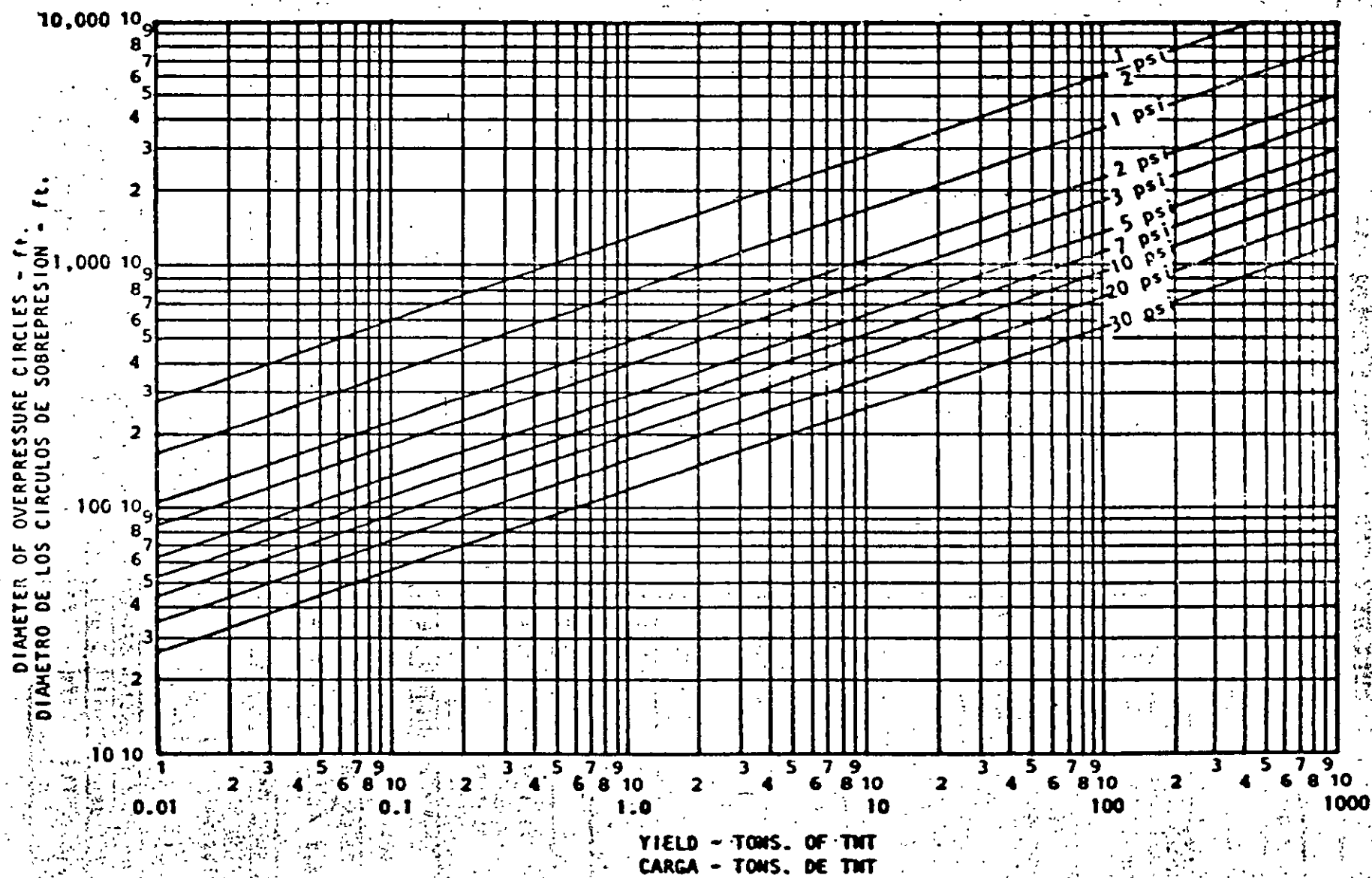


FIG. 1 DIAMETER OF OVERPRESSURE CIRCLES FOR VARIOUS EXPLOSIVE YIELDS
DIAMETRO DE LOS CIRCULOS DE SOBREPRESION

MANUAL DE ANALISIS DE SEGURIDAD EN PROCESOS
 GUIA DE CALCULO DE NUBES EXPLOSIVAS



PLANTA: _____ AREA/DEPTO: _____

EQUIPO INVOLUCRADO: _____

MATERIAL: _____

CAPACIDAD CALORIFICA				PESO MOLECULAR	M	
TEMP.	Cp	TEMP.	Cp	PRESION DEL SISTEMA	P	psi.
Ta (T ₁)				PRESION DE VAPOR A T ₁	p.v.	psi.
				TEMPERATURA DEL PROCESO	T ₁	°C.
				PUNTO DE EBULLICION A 1 ATM.	T ₂	°C.
		Tn (T ₂)		DENSIDAD A T ₁	e	g/ml.
$\bar{C}_p = \sqrt[n]{C_{pa} \times C_{pb} \times \dots \times C_{pn}}$				FACTOR DE COMPRESIBILIDAD	C	
				(GASES) VOLUMEN EN COND. NORMALES	VG	ft ³
\bar{C}_p	Cal / g - °C			(LIQUIDOS) VOLUMEN EN PROCESO	VL	gal.
				CALOR DE VAPORIZACION LIQUIDO A T ₂	ΔHv	Cal/g.
				LIMITE INFERIOR DE EXPLOSIVIDAD	LEL	%
				LIMITE SUPERIOR DE EXPLOSIVIDAD	UEL	%
				ALTURA DE LA NUBE	h	(10)ft.
				CALOR DE COMBUSTION	ΔHc	Btu/lb.

1.- CALCULO DEL PESO DE MATERIAL EN EL SISTEMA

A.) GASES	WG = 0.002785 MVG.	WG	lb.
B.) LIQUIDOS	WL = 8.35 e VL.	WL	lb.
SI T ₂ < 21.1 °C.	W = WG = WL		
SI T ₂ > 21.1 °C.	W = WL $\frac{\bar{C}_p (T_1 - T_2)}{\Delta H_v}$	W	lb.

2.- CALCULO DE LA MAGNITUD DE LA NUBE

FRACCION DEL MATERIAL EN LA NUBE	$v = \frac{LEL (\%) + UEL (\%)}{2 \times 100 \%}$	v	
DIAMETRO DE LA NUBE	$D_c = 7.017 \sqrt{\frac{W}{Mv}}$ SI h > 10 ft. $D_c = 22.19 \sqrt{\frac{W}{HMv}}$	Dc	ft.
		(Dc)	(m)

3.- CALCULO DEL DAÑO PROBABLE

A) DARO MAXIMO PROBABLE (DMP)						B) DARO CATASTROFICO PROBABLE (DCP)					
ENERGIA DESPRENDIDA			Ton. TNT			ENERGIA DESPRENDIDA			Ton. TNT		
$W_e = \frac{W \Delta H_c}{2 \times 10^6}$			We ₁			$W_e = \frac{W \Delta H_c}{4 \times 10^6}$			We ₂		
ONDAS EXPANSIVAS - EXTENSION DEL DARO						ONDAS EXPANSIVAS - EXTENSION DEL DARO					
10 psi	7 psi	5 psi	3 psi	2 psi	1 psi	10 psi	7 psi	5 psi	3 psi	2 psi	1 psi
ft	ft	ft	ft	ft	ft	ft	ft	ft	ft	ft	ft
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m

FORMULO: _____ NOMBRE Y FIRMA: _____ FECHA: _____

"ALIMENTOS PROCESADOS, S.A. DE C.V."

DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE RIESGO EN LAS INSTALACIONES ASOCIADOS CON EL MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Los puntos de riesgo detectados durante la revisión de las instalaciones fueron :

- 1.- ÁREA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CLORO.
- 2.- ÁREA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GAS LP CON CAPACIDAD AL 90 % DE 180,000 l, INCLUYENDO SU SISTEMA DE TUBERÍA.
- 3.- SISTEMA DE TUBERÍA DE CONDUCCIÓN DE GAS NATURAL, INCLUYENDO LAS DE EQUIPO DE COMBUSTIÓN.
- 4.- ÁREA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GAS LP CON CAPACIDAD DE 500 l Y 2,200 l.
- 5.- ÁREA DE CUARTO DE MAQUINAS, DEBIDO A LA PRESENCIA DE DOS TANQUES BAJO TIERRA PARA ALMACENAR DIESEL CON CAPACIDAD CADA UNO DE 12 m³ Y UN TANQUE ATMOSFÉRICO CILÍNDRICO HORIZONTAL CON CAPACIDAD DE 460 l.

Los puntos de riesgo se detectaron por medio de la técnica "¿ What if ?" (¿ Qué pasaría si ?), y tomando en cuenta que en las áreas mencionadas se manejan sustancias inflamables, explosivas o tóxicas.

La técnica "¿ What if ?" (Qué pasaría si ?) fue empleada para identificar los puntos de riesgo, ya que es un método de análisis de riesgo general y puede aplicarse tanto a secciones de un proceso como a toda una unidad.

Con este método se supone que ocurre una falla sin considerar que fué lo que la causó.

1.- ÁREA DEL TANQUE PORTÁTIL DE ALMACENAMIENTO DE CLORO.

Desviación :

a) ¿Qué pasaría si hay una fuga en el tanque de almacenamiento de Cloro y/o en su tubería?

Consecuencia :

a) Posible formación de una nube tóxica.

2.- ÁREA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GAS LP CON CAPACIDAD AL 90 % DE 180,000 l.

Desviación :

a) ¿Qué pasaría si hay una fuga en el tanque de almacenamiento de gas LP y/o en su tubería?

Consecuencia :

a) Posible formación de una nube explosiva.

3.- SISTEMA DE TUBERÍA DE CONDUCCIÓN DE GAS NATURAL, INCLUYENDO LAS DE EQUIPO DE COMBUSTIÓN.

Desviación :

a) ¿Qué pasaría si hay una fuga en el sistema de tubería de conducción de gas natural y/o cercana de equipos de combustión?

Consecuencia :

a) Posible incendio y explosión por formación de una nube explosiva.

4.- ÁREA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GAS LP CON CAPACIDAD DE 500 l Y 2,200 l.

Desviación :

a) ¿Qué pasaría si hay una fuga en el tanque de almacenamiento de gas LP y/o en su tubería?

Consecuencia:

a) Posible formación de una nube explosiva.

5.- ÁREA DE CUARTO DE MAQUINAS, DEBIDO A LA PRESENCIA DE DOS TANQUES BAJO TIERRA PARA ALMACENAR DIESEL CON CAPACIDAD CADA UNO DE 12 m³ Y UN TANQUE ATMOSFÉRICO CILÍNDRICO HORIZONTAL CON CAPACIDAD DE 460 l.

Desviación :

a) ¿Qué pasaría si hay una fuga en el tanque de almacenamiento de diesel atmosférico o desprendimiento de vapores del material?

Consecuencia :

a) Posible incendio y explosión en el tanque por posibles fuentes de ignición.

Para la jerarquización de los riesgos encontrados se empleó el Índice Dow (Para riesgos por fuego y explosión) y el Índice Mond (Para riesgos por toxicidad).

A continuación se presentan los resultados obtenidos al realizar la jerarquización de los riesgos encontrados en las áreas más críticas :

ÁREA DE RIESGO	TÉCNICA PARA EVALUACIÓN	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO
ÁREA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CLORO.	Índice Mond	Muy Alta
ÁREA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GAS LP CON CAPACIDAD AL 90 % DE 180,000 l.	Índice Dow	Severo
SISTEMA DE TUBERÍA DE CONDUCCIÓN DE GAS NATURAL, INCLUYENDO LAS DE EQUIPO DE COMBUSTIÓN.	Índice Dow	Intermedio

Se consideraron para el cálculo de riesgo, las condiciones más extremas, como las siguientes :

- 1.- Todo el Gas LP almacenado causa el fuego y explosión.
- 2.- Fuga de gas natural y falla en válvulas de cierre automático de flujo en equipos de combustión.
- 3.- Todo el Gas Cloro causa la nube tóxica.

A continuación se indica la secuencia de cálculo del Índice Dow e Índice Mond para las áreas seleccionadas.

ÍNDICE DOW PARA RIESGOS POR FUEGO Y EXPLOSIÓN.

ALIMENTOS PROCESADOS, S.A. DE C.V.		
UNIDAD DE PROCESO	SISTEMA DE TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN DE GAS NATURAL DESDE LA CASETA LOS A LOS DIFERENTES EQUIPOS DE COMBUSTIÓN	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GAS LP, CAP. AL 90% 180,000 (INCLUYENDO SU SISTEMA DE TUBERÍA)
FACTOR MATERIAL : (FM)	GAS NATURAL (21)	GAS LP (21)
RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	FACTOR DE PENALIZACIÓN	FACTOR DE PENALIZACIÓN
1. Reacciones exotérmicas	0.00	0.00
2. Reacciones endotérmicas	0.00	0.00
3. Manejo y transferencia de materiales	0.00	1.35
4. Unidades de proceso cerradas	0.00	0.00
5. Acceso con equipo de emergencia al área de proceso	0.35	0.00
6. Drenajes	0.00	0.00
FACTOR BASE	1.00	1.00
FACTOR RIESGOS GENERALES DEL PROCESO : (F1)	1.35	2.35
RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO		
1. Temperatura de proceso	0.60	0.60
2. Baja Presión	0.00	0.00
3. Operaciones en o cerca del rango inflamable	0.30	0.70
4. Polvos explosivos	0.00	0.00
5. Presión	0.30	0.44
6. Baja temperatura	0.00	0.00
7. Cantidad de material inflamable	0.00	0.90
8. Corrosión y erosión	0.10	0.10
9. Fugas en juntas y empaques	0.40	0.00
10. Equipo calentado con fuego directo	1.00	0.00
11. Intercambio de calor con aceite	0.00	0.00
12. Equipo rotatorio bombas y compresores	0.00	0.00
FACTOR BASE	1.00	1.00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DE PROCESO : (F2)	3.70	3.74
FACTOR DE RIESGO DE UNIDAD : F3 = (F1 X F2)	4.9950	8.780
ÍNDICE DOW : F3 X FM	105	185
TIPO DE RIESGO	INTERMEDIO	SEVERO
GRADO DE EXPOSICIÓN	88 m	158 m

LA CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE ACUERDO AL ÍNDICE DOW, ES DE LA SIGUIENTE MANERA :

1-60 (LIGERO)

1-96 (MODERADO)

97-127 (INTERMEDIO)

128-158 (GRAVE)

más de 158 (SEVERO)

ÍNDICE MOND PARA RIESGOS TOXICIDAD.

ALIMENTOS PROCESADOS, S.A. DE C.V.	
UNIDAD DE PROCESO	TANQUES PORTÁTIL DE ALMACENAMIENTO DE GAS CLORO
RIESGOS POR TOXICIDAD (T)	FACTOR DE PENALIZACIÓN
1. Valores TLV	100
2. Forma del material	50
3. Riesgos por exposición corta	150
4. Absorción por la piel	0
5. Factores físicos	0
RIESGOS POR TOXICIDAD : (T)	300
RIESGOS ESPECIALES DEL MATERIAL (M)	FACTOR DE PENALIZACIÓN
1.- Material oxidante	20
RIESGOS ESPECIALES DEL MATERIAL : (M)	20
RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (P)	FACTOR DE PENALIZACIÓN
1.- Transferencia de materiales	25
2.- Contenedores portátiles	25
RIESGOS GENERALES DEL PROCESO : (P)	50
RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (S)	FACTOR DE PENALIZACIÓN
1.- Riesgos de corrosión y erosión	60
2.- Procesos que usen oxidantes muy fuertes	125
RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO : (S)	185
ÍNDICE DE TOXICIDAD DE LA UNIDAD	10.63
$U = (T/100) \times (1 + (M+P+S)/100)$	
TIPO DE RIESGO	MUY ALTO

LAS CATEGORÍAS ASIGNADAS A LOS VALORES DEL ÍNDICE UNITARIO DE TOXICIDAD "U" son :

0-1 (LIGERO)

1-3 (BAJO)

3-6 (MODERADO)

6-10 (ALTO)

Arriba de 10 (MUY ALTO)

INDICE DOW PARA FUEGO Y EXPLOSION

COMPLEJO Y/O PLANTA	DEPARTAMENTO	UNIDAD O SECCION DE PROCESO	FECHA
MATERIALES Y PROCESO			
MATERIALES			
CATALIZADORES		SOLVENTES	
FACTOR MATERIAL (TABLA 1)	PM=	MATERIAL CLAVE	
1.- RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	VALOR		VALOR
BASE DEL FACTOR	1.00	1.-PATIO DE TANQUES DE ALTO. (0.30)	
A) REACCION EXOTERMICA (0.30 a 0.25)		2.-DERRAMES Y FALLA DE PURGA (0.30)	
B) REACCION ENDOTERMICA (0.20 a 0.40)		3.-OPERACION EN RANGO INFLAMABLE(0.80)	
C) MANEJO DE MATERIALES (0.25 a 0.85)		D) POLVOS EXPLOSIVOS (0.25 a 2.00)	
D) UNIDAD CERRADA DE PROCESO (0.30 a 0.90)		E) PRESION	
E) ACCESO A EQUIPO DE EMERGENCIA (0.35)		F) BAJA TEMPERATURA (0.20 a 0.50)	
F) DRENAJES (0.25 a 0.50)		G) CANTIDAD DE MATERIAL	
SUMA DE FACTORES POR R.B.P.	$F_1 =$	1.-LIQUIDOS O GASES EN PROCESO	
2.- RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO		2.-LIQUIDOS O GASES EN ALMACENAMIENTO	
BASE DEL FACTOR	1.00	3.-SOLIDOS ALMACENADOS	
A) TEMPERATURA DE PROCESO(USE SOLO UNA):		H) CORROSION Y EROSION (0.10 a 0.75)	
1.-SOBRE PUNTO DE FLAMA (0.30)		I) FUGAS-JUNTAS Y EMPAQUES (0.10 a 1.50)	
2.-SOBRE PUNTO DE EBULLICION (0.60)		J) EQUIPO CALENTADO CON FUEGO DIRECTO	
3.-SOBRE PUNTO DE AUTOIGNICION (0.75)		K) INTERCAMBIO CON ACEITE CALIENTE (0.15 a 1.15)	
B) BAJA PRESION (SUBATMOSFERICA) (0.30)		L) EQUIPO ROTATORIO (0.50)	
J) OPERACION CERCA O EN RANGO INFLAMABLE:		SUMA DE FACTORES POR R.E.P.	$F_2 =$
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD $F_1 \times F_2 = F_3$	$F_3 =$	INDICE DOW DE FUEGO Y EXPLOSION $PM \times F_3 = IFE$	$IFE =$
CORRECCION POR MEDIDAS DE SEGURIDAD			
1.- CONTROL DE PROCESO		D) INTERLOCK (0.96)	
A) ENERGIA DE EMERGENCIA (0.97)		PRODUCTO DE FACTORES POR A.M.	$C_2 =$
B) ENFRIAMIENTO (0.95 a 0.98)		3.- PROTECCION CONTRA INCENDIOS	
C) CONTROL DE EXPLOSIONES (0.75 a 0.96)		A) DETECCION DE FUGAS (0.90 a 0.97)	
D) PARO DE EMERGENCIA (0.94 a 0.98)		B) ACERO ESTRUCTURAL (0.92 a 0.97)	
E) CONTROL POR COMPUTADORA (0.89 a 0.98)		C) TANQUES SUBTERRANEOS (0.75 a 0.85)	
F) GAS INERTE (0.90 a 0.94)		D) SUMINISTRO DE AGUA (0.90 a 0.95)	
G) PROCEDIMIENTOS DE OPERACION (0.86 a 0.99)		E) SISTEMAS ESPECIALES (0.85)	
H) REVISION DE REACTIVOS QUIMICOS (0.85 a 0.96)		F) SISTEMAS DE ROCIADORES (0.60 a 0.96)	
PRODUCTO DE FACTORES POR C.P.	$C_1 =$	G) CORTINAS DE AGUA (0.95 a 0.97)	
2.- AISLAMIENTO DE MATERIALES		H) ESPUMA (0.87 a 0.98)	
A) VALVULAS DE CONTROL REMOTO (0.94)		I) EXTINGUIDORES (0.92 a 0.97)	
B) DESCARGAS A VERTEDEROS (0.94 a 0.96)		J) PROTECCION A LINEAS ELECTRICAS (0.90 a 0.96)	
C) SISTEMAS DE DRENAJES (0.85 a 0.95)		PRODUCTO DE FACTORES POR P.C.I.	$C_3 =$
PRODUCTO DE FACTORES DE SEGURIDAD $C_1 \times C_2 \times C_3 = C$		FACTOR DE SEGURIDAD DEFINITIVO(FIGURA N° 9)	$C =$
RESUMEN DE ANALISIS DE RIESGOS			
A1) IFE		C) D N P P BASE(A3xB)	\$MM US DLLS CY
A2) RADIO DE EXPOSICION	$m \text{ o } Ft$	D) FACTOR DE SEGURIDAD DEFINITIVO	
A3) VALOR DEL AREA DE EXPOSICION	\$MM US DLLS CY	E) D N P P CORREGIDO(C=D)	\$MM US DLLS CY
B) FACTOR DE DANO		F) H D P P O	DIAS
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD		FACTOR MATERIAL	

MANUAL DE ANALISIS DE SEGURIDAD EN PROCESOS - ASP
INDICE MOND PARA FUEGO, EXPLOSION Y TOXICIDAD

COMPLEJO Y/O PLANTA	DEPARTAMENTO	UNIDAD Y SECCION	FECHA
---------------------	--------------	------------------	-------

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES:

CATALIZADORES:	SOLVENTES:
SUB-PRODUCTOS Y PRODUCTOS INTERMEDIOS:	PRODUCTOS:
REACCIONES:	

1.- FACTOR MATERIAL "B"
MATERIAL O COMBINACION: FACTOR DETERMINADO POR (SUBRAYE): COMBUSTION, DESCOMPOSICION, REACCION, PRESION DE EXPLOSION.
FORMULA DANDO UN FACTOR MATERIAL "B" =

2.- RIESGOS ESPECIALES DEL MATERIAL	M	FACTOR			FACTOR	
		SUGERIDO	USADO		SUGERIDO	USADO
A) OXIDANTES		0 A 20		L) OXIDANTES MUY FUERTES		0 A 300
B) REACCION PELIGROSA CON AGUA		0 A 30		M) SENSIBILIDAD A LA IGNICION		0 A 75
C) MEZCLADO Y DISPERSION	m=	-50 A 60		N) RIESGOS ELECTROSTATICOS		0 A 200
D) COMBUSTION ESPONTANEA		30 A 250		TEMPERATURA DE PROCESO °K	=t	
E) POLIMERIZACION ESPONTANEA		27 A 75		SUMA DE FACTORES R.E.P.	S =	
F) SENSIBILIDAD A LA IGNICION		-75 A 150		5.- RIESGOS POR CANTIDAD	Q	
G) DESCOMPOSICION EXPLOSIVA		125		VOLUMEN (m ³) =		
H) DETONACION GASEOSA		150		DENSIDAD (TONELADAS)	=k	
I) FASE CONDENSADA		200 A 1500		FACTOR ASIGNADO	Q=	1 A 1000
J) OTROS		0 A 150		6.- RIESGOS POR LAY OUT	L	
SUMA DE FACTORES R.E.M.		M =		ALTURA DE LA UNIDAD (m) =	=M	
3.- RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	P			AREA DE TRABAJO (m ²)	=N	
A) MANEJO Y CAMBIOS FISICOS		10 A 60		A) DISEÑO ESTRUCTURAL		0 A 200
B) REACCION UNICA CONTINUA		25 A 50		B) EFECTO DOMINO		0 A 250
C) REACCION UNICA BATCH		10 A 60		C) SUBTERRANEAS		0 A 150
D) MULTIRREACCIONES		0 A 75		D) DRENAJE SUPERFICIAL		0 A 100
E) TRANSFERENCIA DE MATERIAL		0 A 75		E) OTROS		0 A 250
F) CONTENEDORES PORTATILES		10 A 100		SUMA DE FACTORES R.L.A.	L =	
SUMA DE FACTORES R.G.P.		P =		7.- RIESGOS DE TOXICIDAD	T	
4.- RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO	S			A) T L V		0 A 300
A) BAJA PRESION		0 A 100		B) FORMA DEL MATERIAL		25 A 200
B) ALTA PRESION	p =	0 A 150		C) EXPOSICION CORTA		100 A 150
C) BAJA TEMPERATURA	1) AC. AL CARBON (-10° A 0°C)	15		D) ABSORCION POR PIEL		0 A 300
	2) AC. AL CARBON ABAJO -10°C	50 A 100		E) FACTORES FISICOS		0 A 300
	3) OTROS MATERIALES	0 A 100		SUMA DE FACTORES R.T.	T =	
D) ALTA TEMPERATURA	1) INFLAMABILIDAD	0 A 40		8.- SUMARIO DE VALORES DE FACTORES		
	2) MATERIALES CONSTRUCCION	0 A 25		F M	B=	TON. K=
E) CORROSION Y EROSION		0 A 150		R E M	M=	R C Q=
F) FUGAS EN JUNTAS Y EMPAQUES		0 A 60			=N=	ALTURA H=
G) VIBRACION		0 A 50		R G P	P=	AREA N=
H) CONTROL DIFICIL DE PROCESO O REACCION		20 A 300		R E P	S=	R L O L=
I) OPERACION RANGO INFLAMABLE		0 A 150		PRESION	P=	R T T=
J) RIESGO DE EXPLOSION MAYOR AL PROMEDIO		40 A 100		T °K	t=	
K) POLVOS O NIEBLAS RIESGOSAS		30 A 70				

9.- CALCULO DE INDICES	VALOR NUMERICO	CATEGORIA
D.- INDICE GENERAL DE RIESGO, $D = B \left(1 + \frac{H}{100}\right) \left(1 + \frac{P}{100}\right) \left(1 + \frac{3 \cdot C + E}{100} + \frac{Y}{400}\right)$		
F.- CARGA DE FUEGO, $F = \frac{BK}{N} 20500 \frac{BTU}{ft^2}$		
U.- INDICE DE TOXICIDAD DE LA UNIDAD, $U = \frac{T}{100} \left(1 + \frac{M+P+S}{100}\right)$		
C.- INDICE DE TOXICIDAD MAYOR, $C = QU$		
E.- INDICE DE EXPLOSION, $E = 1 + \frac{M+P+S}{100}$		
A.- INDICE DE EXPLOSION AEREA, $A = B \left(1 + \frac{M}{100}\right) QHE \frac{S}{300} \frac{(1+P)}{100}$		
R.- INDICE TOTAL MOND, $R = D \left(1 + \sqrt{FUEA/T000}\right)$		

10.- FACTORES DE CORRECCION POR MEDIDAS DE SEGURIDAD		VALOR	VALOR
K ₁ .- CONTROL DE RIESGOS EN CONTENEDORES			
A) RECIPIENTES A PRESION		PRODUCTO DE FACTORES A.S.	K ₃ =
B) TANQUES VERTICALES ATMOSFERICOS		K ₄ .- PROTECCION CONTRA INCENDIO	
C) TUBERIA	1.- DISEÑO POR TENSION	A) PROTECCION A ESTRUCTURAS	
	2.- JUNTAS Y EMPAQUES	B) BARRERAS CONTRA INCENDIO	
D) CONTENEDORES ADICIONALES		C) PROTECCION A EQUIPOS	
E) DETECCION Y RESPUESTA A FUGAS		PRODUCTO DE FACTORES P.C.I.	K ₅ =
F) DESECHO DE MATERIAL FUGADO		K ₆ .- AISLAMIENTO DE MATERIALES	
PRODUCTO DE FACTORES C.R.C.	K ₁ =	A) SISTEMAS DE VALVULAS	
K ₂ .- CONTROL DE PROCESO		B) VENTILACION	
A) SISTEMA DE ALARMAS		PRODUCTO DE FACTORES A.M.	K ₇ =
B) ENERGIA DE EMERGENCIA		K ₈ .- COMBATE DE INCENDIOS	
C) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		A) ALARMA DE EMERGENCIA	
D) SISTEMA DE GAS INERTE		B) EXTINGUIDORES PORTATILES	
E) ACTIVIDADES DE ANALISIS DE RIESGOS		C) SUMINISTRO DE AGUA CONTRA INCENDIO	
F) SISTEMAS DE PARO		D) SISTEMAS DE ROCIADORES O MONITORES	
G) CONTROL POR COMPUTADORA		E) ESPUMA Y GAS INERTE	
H) PROTECCION CONTRA EXPLOSION O REACCION PELIGROSA		F) BRIGADA	
I) INSTRUCCIONES DE OPERACION		G) APOYO EXTERNO Y/O INTERNO	
J) SUPERVISION DE PLANTA		H) VENTILACION DE HUMO	
PRODUCTO DE FACTORES C.P.	K ₂ =	PRODUCTO DE FACTORES C.I.	K ₆ =
K ₃ .- ACTITUD DE SEGURIDAD		11.- SUMARIO DE FACTORES DE SEGURIDAD	
A) INVOLUCRAMIENTO DE LA GERENCIA		C.R.C.	K ₁ =
B) ENTRENAMIENTO EN SEGURIDAD		P.C.I.	K ₄ =
C) PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO		C.P.	K ₂ =
		A.S.	K ₃ =
		A.M.	K ₇ =
		C.I.	K ₈ =

12.- CALCULO DE INDICES FINALES	VALOR NUMERICO	CATEGORIA
F _f CARGA DE FUEGO, $F_f = F K_1 K_4 K_5$		
E _f INDICE DE EXPLOSION, $E_f = E K_2 K_3$		
A _f INDICE DE EXPLOSION AEREA, $A_f = A K_1 K_6 K_8$		
R _f INDICE TOTAL MOND, $R_f = R K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$		

13.- COMENTARIOS ADICIONALES



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO EN PLANEACION AMBIENTAL

del 22 de septiembre al 17 de octubre de 1997

ANEXO

MOD. 4 RIESGO AMBIENTAL

Ing. Carlos Menéndez Martínez

Palacio de Minería

1997

INDICE

	Página
Introducción	
Capítulo 1. Legislación nacional en materia de riesgo ambiental	1
1.1 Contexto internacional.	6
1.2 Contexto nacional.	6
1.3 Impacto y riesgo ambiental.	8
Capítulo 2. Determinación de las instalaciones que implican riesgos de accidentes mayores.	17
2.1 Instalaciones.	18
2.2 Intercambio de información sobre productos químicos tóxicos.	19
2.3 Accidentes químicos ocurridos en México en el periodo de 1990 a 1993.	19
Capítulo 3. Identificación y evaluación del riesgo.	25
3.1 Identificación del riesgo.	29
3.2 Evaluación de riesgo.	44
3.3 Estimación de frecuencia del suceso.	47
3.4 Resumen del capítulo 3.	56
Capítulo 4. Ejemplo del cálculo de consecuencias.	57
4.1 Descripción general del proyecto.	57
4.2 Aspectos del medio urbano y socioeconómico.	59
4.4 Identificación de riesgos.	67
4.5 Modelación de el o los eventos probables. máximos de riesgos.	69
4.6 Cálculo de consecuencias.	76
Anexo 1 Primer y Segundo Listados de Actividades Altamente Riesgosas	89
Anexo 2 Guías para la Elaboración de Estudios de Riesgo en sus tres modalidades	101
Acrónimos	123
Bibliografía	125

INTRODUCCION

A partir de los años cincuentas se han presentado diversos accidentes graves en la industria que han puesto en evidencia los riesgos asociados con la tecnología moderna. Sumados a estos accidentes, los problemas ambientales ocasionados por las emisiones de contaminantes al aire, las descargas de sustancias tóxicas al agua y la generación de grandes volúmenes de residuos peligrosos por las actividades industriales, han generado deterioro ambiental.

Debido al desarrollo industrial ha aumentado la capacidad de manufactura y almacenamiento de cantidades elevadas de sustancias peligrosas en los parques industriales que, en los últimos años, han ido creciendo tanto en número como en complejidad. Estos conjuntos industriales y los empleos que generan, han desencadenado una densa concentración de asentamientos humanos en torno a ellos; asimismo el aumento en el manejo de productos químicos, así como el transporte de éstos hacia las empresas y a partir de ellas han incrementado los riesgos de accidentes.

La conciencia pública acerca de los riesgos de vivir en la vecindad de establecimientos peligrosos ha ido en aumento a medida que ocurren y se difunde información sobre accidentes, que han costado vidas humanas, afectaciones a la salud y los bienes de las poblaciones expuestas y ocasionado daños severos a los ecosistemas en los sitios en los que se produjeron.

Todo esto ha generado el desarrollo de medidas regulatorias para prevenir los accidentes y atenuar sus impactos en caso de que ocurran, bajo la premisa de que es prácticamente imposible reducir a cero dichos sucesos. Entre estas medidas regulatorias las autoridades ambientales solicitan a dichas empresas que presenten un Estudio de Riesgo con la finalidad de prevenir accidentes a través de medidas que reduzcan la generación de situaciones peligrosas y aumenten la protección, tratando de atenuar las consecuencias de un accidente y la intervención mediante la puesta en práctica de planes de emergencia diseñados con base en la predicción de la extensión de los daños y de sus consecuencias.

En el primer capítulo se presenta el marco general de los estudios de riesgo, que constituye una compilación para el fundamento de la legislación nacional en materia de riesgo ambiental actualmente vigente.

En el segundo capítulo se establece el tipo de instalaciones que comúnmente están expuestas al riesgo de accidentes. Esto se basa en la presentación de los dos listados de actividades altamente riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación, en los cuales se establece el tipo y cantidad de sustancias que entrañan la posibilidad de producir accidentes mayores. Se analizan también los registros históricos de las sustancias que se presentan con más frecuencia en los diferentes accidentes industriales ocurridos en México.

En el tercer capítulo, se describen los principales métodos de identificación y evaluación de riesgo en una instalación. Asimismo se exponen las tres modalidades que las autoridades ambientales federales mexicanas pueden solicitar para la presentación de un Estudio de Riesgo.

Finalmente, en el capítulo cuarto se presenta un ejemplo de identificación y evaluación de riesgo con la finalidad de integrar la información de los capítulos anteriores e ilustrar, de forma general, cómo se realiza un estudio de riesgo ambiental.

LEGISLACION NACIONAL EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

El proceso de industrialización en México se dio de manera acelerada a partir de los 40's, transformándolo de un país agrícola-minero a un país industrial-agrícola-minero. De manera general, este cambio no fue acompañado por la conformación de una infraestructura tecnológica adecuada, por personal experto, trabajadores capacitados y con conocimientos para realizar de manera segura las actividades riesgosas que involucran el manejo de sustancias peligrosas.

Como ha ocurrido en otros países, México ha sufrido experiencias dolorosas, y a veces fatales, como consecuencia de accidentes en los que dichas sustancias se han difundido en el ambiente o han ocasionado incendios y explosiones graves. Ejemplos de estas catástrofes son lo ocurrido en San Juan Ixhuatepec en 1984, al explotar un depósito de gas licuado de petróleo, y en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, en 1992, cuando explotó parte de la red de alcantarillado por la presencia de gasolina y residuos químicos industriales.

La experiencia nacional en materia de prevención, preparación y respuesta organizada intersectorial a los desastres tecnológicos, sobre todo los relativos a la liberación súbita de sustancias peligrosas, es relativamente reciente y adquiere gran impulso a mediados de la década de los 80's. Sin embargo, se han logrado grandes avances que es preciso valorar teniendo como marco de referencia las recomendaciones y lineamientos que han surgido a nivel internacional, además de los compromisos contraídos por nuestro país al suscribir convenios binacionales o multinacionales y al adoptar las decisiones del Consejo de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) cuando ingresó a ese organismo. En los apartados se presenta una síntesis del contexto internacional en materia de riesgo en el que se encuentra nuestro país

1.1. Contexto internacional

Los cientos de accidentes que se produjeron en todo el mundo a partir del uso de sustancias peligrosas¹, dieron lugar a la formación de diferentes tipos de organizaciones y programas para su prevención y control. De éstas, se mencionan en este apartado las que más influencia han tenido en México.

A medida que se ha incrementado la dependencia de productos químicos para satisfacer los requerimientos de la vida moderna, los gobiernos han identificado la necesidad de establecer ordenamientos jurídicos para su control.

Las leyes nacionales sobre productos químicos establecen un marco para proteger a la población de sus efectos adversos sobre la salud y el ambiente. Dichas leyes tienen la finalidad de:

¹ Se denomina sustancia peligrosa a aquella que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radiactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una acción significativa al ambiente, a la población y a sus bienes. DOF, 28-III-1990. Primer listado de actividades altamente riesgosas.

- Identificar objetivos;
- Señalar su intención;
- Delegar responsabilidades para su cumplimiento y verificación; y
- Establecer sanciones por incumplimiento.²

A su vez, la aplicación de las leyes requiere del establecimiento de reglamentos o directrices detalladas. El grado de participación de los gobiernos en su instrumentación, depende de diversos factores de índole nacional, tales como:

- Limitaciones constitucionales;
- Tradiciones políticas;
- Tamaño y geografía del país; y
- Su grado de industrialización.³

En países con sistemas parlamentarios los ministerios de los gobiernos preparan los proyectos de legislaciones, reglamentos y otros ordenamientos jurídicos basados en las políticas ambientales y de prevención de los gobiernos. Tales proyectos son debatidos en el seno parlamentario, y el grado de participación pública en su debate varía de país a país.

Las diferencias en enfoques conducen a formas distintas de resolver situaciones similares.

En los países con una gran tradición de cooperación entre el gobierno y la industria, como es el caso de México, la legislación sólo da un marco general de acción sin especificaciones, lo cual deriva de una confianza mutua, por lo que las acciones voluntarias son comunes y rara vez se producen disputas que requieran la intervención de los juzgados para resolverlas.

En los Estados Unidos de Norte América, por el contrario, los reguladores y los regulados suelen comportarse como adversarios. Por ello, es común que las diferencias se resuelvan en los juzgados y que continuamente sean criticados los reglamentos. El Congreso es responsable directo de la legislación a través de un extenso trabajo de su sistema de comités. El proceso de elaboración de reglamentos está abierto al público, incluyendo sectores con intereses particulares.

El México se elabora la legislación de una forma similar a la de los Estados Unidos. Se da de la siguiente manera: en algunos casos, una vez formuladas las leyes, reglamentos o normas, pasan por varias revisiones (incluyendo consulta pública) en donde intervienen la industria, las universidades, etc.; de ahí es enviada al Congreso en donde es aprobada o rechazada. Es importante mencionar que a raíz del TLC no hubo ninguna modificación en cuanto a la legislación en materia de riesgo ambiental, habiéndolas en materia de política ambiental.

1.1.1 Organizaciones de cooperación y programas en materia de riesgo ambiental.

La Unión Europea (CEE)

La Unión Europea (anteriormente Comunidad Económica Europea CEE), es un organismo multinacional conformado por 15 países: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Finlandia, Holanda, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Portugal, Reino Unido y Suecia, y de cuyo Consejo emanan Directivas que deben ser adoptadas por los países miembros. De acuerdo con

² Nichols, J. K. y P. J. Crawford 1983, Managing Chemicals in the 1980s OCDE. París.

³ Nichols, J. K. y P. J. C. op. cit.

el Artículo 169 del Tratado de Adhesión, la Comisión de la Unión Europea es la encargada de vigilar el cumplimiento de las Directivas y su incumplimiento da lugar a procedimientos contra los miembros, que incluyen la emisión de una carta de señalamiento de las fallas, la contestación de éstos a la misma dando una opinión razonada y, de ser el caso, la presentación de la falla en el cumplimiento ante la Corte de Justicia de esa organización.

Es importante destacar que las Directivas deben quedar plasmadas en las legislaciones de los países miembros; periódicamente se revisa el avance en su cumplimiento, ya sea a través de los informes que los países someten de manera regular o de estudios específicos que se realizan al respecto.

La Directiva 82/501/CEE, del 24 de junio de 1982, relativa a los "Riesgos de Accidentes Mayores de Determinadas Actividades Industriales", fue la primera en su género y se aprobó con el fin de evitar accidentes como el ocurrido en Seveso⁴, Italia, en 1976, por lo que se le conoce como la "Directiva Seveso". Dicha Directiva entró en aplicación el ocho de enero de 1984 en el caso de instalaciones nuevas y en enero de 1985 en el de las instalaciones existentes.

La Directiva Seveso se generó con el propósito de que todos los países miembros legislaran al respecto tomando en cuenta sus propios objetivos y que las autoridades competentes establecieran procedimientos para ejecutar sus disposiciones relativas a las medidas para la prevención y preparación de la respuesta a los accidentes graves, que puedan afectar al hombre y al ambiente, tanto dentro como fuera de las instalaciones afectadas.

El Artículo 5 de la Directiva Seveso constituye la disposición más importante, ya que obliga a los países miembros a contar con una legislación que requiera a los industriales estudiar los peligros que presentan sus actividades y a someter los resultados de los estudios en un documento de síntesis que debe ser notificado a la autoridad competente designada para tal efecto.

⁴ Este accidente ocurrió el domingo 20 de julio de 1976, en la ciudad de Seveso, Italia. En una empresa fabricante de herbicidas una sustancia altamente tóxica se formó al elevarse incontroladamente la temperatura de reacción del proceso de síntesis del ácido triclorofenoxiacético.

Como consecuencia de tal reacción, se liberó al ambiente una nube tóxica que contenía aproximadamente de cinco a diez kilos de 2,3,7,8-tetraclorobenzo-p-dioxina, la cual contaminó el suelo y los cultivos agrícolas en un área de cerca de 4 450 acres, produjo la muerte de casi 100 mil animales que pastaban, así como de miles de animales silvestres. En las instalaciones de la planta no se contaba ni con el equipo ni con el personal debidamente capacitado para realizar la identificación del compuesto liberado y se tuvo que esperar la llegada de personal especializado de una de sus plantas en Suiza para determinar la evacuación de la población, la cual tuvo lugar hasta seis días después del accidente.

Como consecuencia de la explosión de la sustancia tóxica, la población afectada manifestó trastornos gastrointestinales, que pudieron tratarse rápidamente; los niños presentaron irritación de la piel, que evolucionó hacia severos casos de cloroacné. Posteriormente, se ha informado tanto la elevación de la incidencia de casos de aborto como de malformaciones congénitas.

Se calcula que tan sólo las pérdidas materiales ascendieron a 72 mil ECUS (un ECU equivale actualmente a cerca de 1.2 millones de dólares de Estados Unidos).

Cuadro 1. Contenido de la directiva Seveso

- * Se establece el objetivo de la Directiva.
- * Se definen los diversos términos.
- * Se citan las exclusiones.
- * Se refieren los requerimientos que los países miembros deben imponer a las industrias involucradas.
- * Se caracterizan las instalaciones a las que se aplica la Directiva.
- * Se precisan los elementos que deben contener el estudio de riesgo y la notificación de dicho estudio a la autoridad.
- * Se mencionan los pasos a seguir en caso de modificación de las instalaciones a las que aplica.
- * Se indica la necesidad de designar a la o las autoridades competentes.
- * Se señala que se deben establecer disposiciones para la notificación de accidentes mayores e indica cuáles son éstas.
- * Se plantea que los países miembros deben informar a la Comisión de los accidentes que ocurran en su territorio, para que ésta los integre a una base de datos al respecto.
- * Se cita que la información obtenida sólo puede ser utilizada para el fin que se persigue al recabarla.
- * Se menciona la pertinencia de adaptar los anexos a los progresos técnicos.
- * Se plantea que los países miembros pueden adoptar medidas adicionales a las contenidas en la Directiva y requieren intercambiar información sobre las experiencias adquiridas en la materia, y
- * Se definen los plazos que tienen los países miembros para poner en práctica la Directiva y notificarlo a la Comisión.

La Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

La mayoría de los países en el mundo que han adoptado legislaciones para el control de productos químicos son miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), lo cual no es fortuito, ya que ellos producen dos terceras partes de los productos químicos objeto de comercio en el mundo.

La OCDE es una organización multinacional creada con el objeto de apoyar a sus países miembros a alcanzar un alto crecimiento económico y empleo, así como elevar el nivel de vida y proteger al mismo tiempo la salud y el bienestar de sus habitantes y su ambiente.

Los países que la conforman son: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Luxemburgo, Noruega, Nueva Zelandia, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia, Suiza y Turquía. El 5 de abril de 1994, México firmó el documento de adhesión a la OCDE constituyéndose en el vigésimo quinto país miembro de la Organización. Como se puede ver, 14 de estos países forman parte de la CEE, por lo que obviamente se va a presentar una influencia de la Directiva Seveso en la OCDE.

A diferencia de la Unión Europea, la OCDE no es un organismo que establece regulaciones ni cuenta con un sistema de justicia para juzgarlos incumplimientos de las actas de su Consejo, que incluyen declaraciones, decisiones y recomendaciones. Sin embargo, atribuye a las decisiones un carácter vinculante por lo que los países miembros deben desarrollar acciones para instrumentarlas.

En cuanto a las recomendaciones, se espera también que sean tomadas en consideración al elaborar políticas, legislaciones, planes y programas y, al igual que en el caso de las decisiones, se hace un seguimiento de los avances en su instrumentación y se solicitan datos sobre parámetros indicadores de su cumplimiento y los efectos resultantes de ello, para integrar informes periódicos del desempeño de los países miembros.

Organización Internacional del Trabajo (OIT)

El Programa Internacional para el Mejoramiento de la Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (PIACT) fue elaborado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en 1976. La finalidad del programa fue promover y respaldar el establecimiento y la consecución, en los estados miembros, de objetivos claramente definidos para "hacer más humano el trabajo", intentar mejorar la calidad de la vida laboral en todos sus aspectos mediante, entre otras cosas, la prevención de los accidentes del trabajo y las enfermedades profesionales, la difusión y aplicación

de los principios de la ergonomía, el ordenamiento del tiempo de trabajo, el mejoramiento del contenido y la organización de las tareas y las condiciones de trabajo en general, y esfuerzos tendientes a que en la transmisión de tecnología se preste más atención al factor humano.

El 22 de junio de 1993 durante la Conferencia General de la OIT, se adoptó el Convenio sobre la Prevención de Accidentes Industriales Mayores (No. 174), el cual complementa al Convenio (No. 170) y a la Recomendación (No. 177) de 1990 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo y el Repertorio de Recomendaciones Prácticas para la Prevención de Accidentes Industriales Mayores, publicado por la OIT en 1991.

En los considerandos de dichos convenios, se resalta la necesidad de velar porque se adopten todas la medidas apropiadas para:

- a) Prevenir los accidentes mayores;
- b) Reducir al mínimo sus riesgos; y
- c) Reducir al mínimo las consecuencias de esos accidentes.

Asimismo se destacan como causas de dichos accidentes industriales los errores de organización, los factores humanos, las averías o deficiencias de una pieza, las desviaciones con respecto de las condiciones normales de funcionamiento, las injerencias del exterior y los fenómenos naturales.

Es conveniente señalar que el Convenio 174 de la OIT, sobre "Prevención de Accidentes Industriales Mayores" aún no está ratificado por México y que se encuentra en estudio por el Senado de la República.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

A raíz de diversos accidentes ocurridos en 1988 tanto en países industrializados como en vías de desarrollo, que produjeron impactos adversos en la salud y el ambiente, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a través de su Oficina de Industria y Ambiente (OIA), estableció un Programa para la Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local, conocido por sus siglas en inglés como el Programa APELL⁵.

El principal propósito del Programa es la prevención de los accidentes tecnológicos de alto riesgo y sus impactos, mediante la asesoría de quienes toman decisiones y personal técnico para mejorar la concientización de las comunidades respecto a las instalaciones peligrosas, así como en la preparación de los planes de respuesta en el caso de ocurrir sucesos inesperados en dichas instalaciones que pongan en peligro la vida, las propiedades y el ambiente.

El manual ha sido diseñado para facilitar y mejorar la rapidez de la respuesta a emergencias provocadas por el fuego, explosión, derrames o emanaciones de materiales peligrosos en cualquier operación industrial o comercial; también se proponen "puentes de cooperación" entre las autoridades locales, los líderes de la comunidad y los representantes de la industria, así como todas las partes interesadas, lo cual se puede lograr mediante la integración de un grupo de coordinación planeando la respuesta ante una emergencia y el establecimiento de mecanismos de comunicación con la comunidad.

También se aborda el tema de la concientización de la comunidad, resaltan en primer término la necesidad y el derecho que tienen las comunidades locales de estar informadas acerca de las

⁵ APELL: Concientización y preparación para emergencias a nivel local. Un proceso para responder a los accidentes tecnológicos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1989.

instalaciones riesgosas y de participar en todo momento en la planificación para enfrentar emergencias. Se dan lineamientos para la planeación de la preparación para casos de emergencia en una comunidad local y se describen los principales puntos a los que se debe prestar atención.

Además de la integración del proceso APELL, el PNUMA/OIA desarrolla un programa de trabajo formado por funcionarios del gobierno, industriales y representantes de otras organizaciones o sectores, para que compartan sus ideas sobre el tema y conozcan el proceso APELL.

En julio de 1990, se organizó en Metepec, Estado de México, un Seminario/Taller para América Latina y el Caribe sobre el proceso APELL. Su objetivo principal fue ofrecer a los gobiernos industriales y otras organizaciones de la región los elementos necesarios para definir políticas en el campo de los accidentes tecnológicos y promover el desarrollo de actividades de respuestas a emergencias con base en el proceso APELL.

1.2 Contexto nacional

Enfrentado a un contexto internacional que se caracteriza por la amplitud de la legislación promovida para la prevención de riesgos ambientales, nuestro país ha ido adecuando su marco jurídico en la materia. El resultado de la maduración de las leyes que contemplan la prevención del riesgo ambiental ha derivado en el diseño de marcos institucionales (entendiéndose estos como las relaciones entre las diferentes instancias a las cuales la legislación se refiere), que a continuación se enumeran y describen sintéticamente.

1.2.1 Marco jurídico.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece las bases sobre las que se estructura el sistema jurídico de gestión (prevención, respuesta, remedio) de los accidentes tecnológicos que involucran sustancias químicas peligrosas. Estas disposiciones se encuentran dispersas en toda la Constitución y son referidas a aspectos ambientales, a determinadas actividades que puedan generar efectos negativos en el ambiente, los recursos naturales, la salud humana y al patrimonio cultural, entre otros.

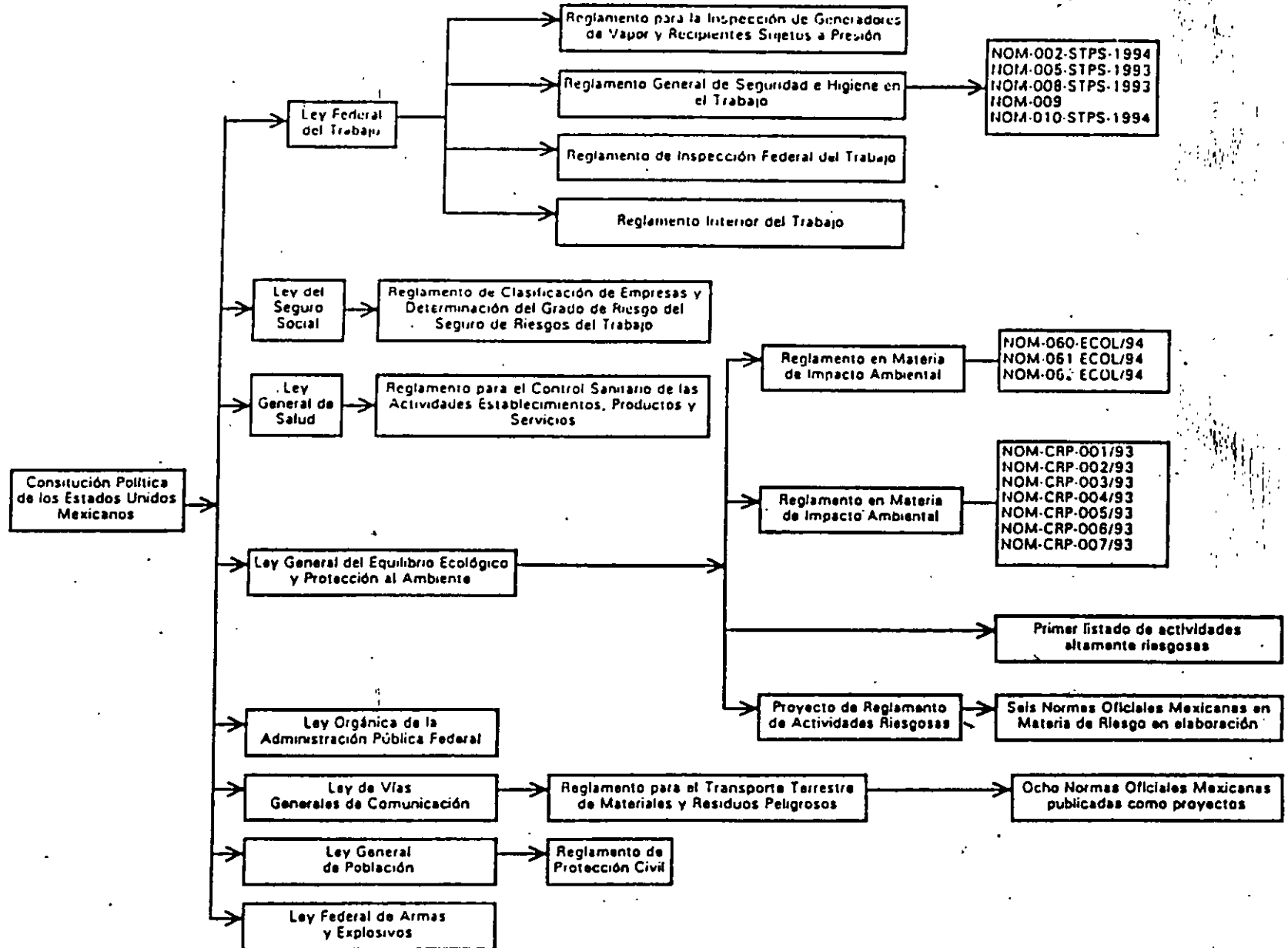
A partir de estos preceptos se ha emitido un conjunto de leyes, las cuales son reglamentarias de la Constitución; en ellas se encuentra el sustento para la regulación en materia de prevención, control y atención a accidentes químicos (Figura 1.1). Estos preceptos legales, aunque se encuentran comprendidos en diversas leyes, en la práctica se interrelacionan, ya que la posibilidad de que ocurra un accidente también genera serias implicaciones para la salud, el ambiente y la infraestructura, así como repercusiones económicas, sociales y políticas.

1.2.2 Marco institucional

La Constitución prevé y define los órganos administrativos encargados de ejercer y vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales que de ella emanen. La Ley Orgánica de la Administración Pública Federal establece las responsabilidades de los organismos del Ejecutivo Federal que, desde su particular área de competencia, regulan y actúan en las diferentes fases y aspectos de los accidentes químicos, incluyendo los relativos a la prevención y la preparación de la respuesta a emergencias.

Figura 1.1

Legislación Mexicana en materia de prevención y atención de accidente químicos



Fuente: Dirección General de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Instituto Nacional de Ecología. Sedesol, 1994

1.3 Impacto y riesgo ambiental

Un aspecto importante de la política de protección ambiental y conservación del equilibrio ecológico del ejecutivo federal en México, son las acciones encaminadas a prevenir y controlar los daños que puedan ocasionar en el ambiente las diversas actividades públicas o privadas que se llevan a cabo en el proceso de desarrollo económico y social.

El ordenamiento ecológico del territorio, la evaluación del impacto ambiental de los proyectos, los estudios de riesgo y las acciones de vigilancia e inspección del impacto ambiental de los proyectos, son instrumentos jurídico-administrativos de la gestión gubernamental utilizados para aminorar, y en algunos casos evitar, la continuación del deterioro y degradación acelerada de los ecosistemas provocado por la contaminación, el manejo inadecuado de sustancias peligrosas y el aprovechamiento no sustentable de los recursos que se observa en muchas regiones de nuestro país. La prevención y control de estos fenómenos son indispensables para preservar los recursos naturales de la nación y asegurar el bienestar de la población, así como para evitar y mitigar el impacto de los accidentes tecnológicos de tipo químico.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), promulgada en 1988, introduce las disposiciones legales para evaluar, prevenir y controlar los impactos y riesgos ambientales de las actividades productivas y de desarrollo.

La integración del marco jurídico en la materia, parte de que toda actividad humana conlleva riesgos sobre el ambiente, los recursos bióticos y abióticos y la salud humana. Por tanto, es preciso estudiar y evaluar tales actividades en función de los riesgos y del costo-beneficio que implican, para permitir las o limitarlas, así como para determinar cuáles impactos y riesgos es preciso prevenir y controlar mediante medidas regulatorias o de otra índole. Justamente, una de las funciones del ordenamiento ecológico y de los estudios de impacto ambiental es evitar que nuevas obras o proyectos deterioren el ambiente y causen efectos adversos, en tanto que los estudios de riesgo se aplican a las actividades o industrias que manejen o proyecten manejar sustancias altamente peligrosas en volúmenes considerados como riesgosos; estos estudios constituyen una herramienta en el establecimiento de pautas para prevenir y reducir las posibles afectaciones en caso de accidentes.

1.3.1 Impacto ambiental.

El Impacto Ambiental se define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza ⁶.

Las evaluaciones de impacto ambiental son estudios realizados para identificar, predecir y evaluar las consecuencias o efectos ambientales que, determinadas acciones, planes, programas o proyectos pueden causar a la salud, al bienestar humano y al entorno natural.

1.3.1.1 Marco jurídico

La evaluación del impacto ambiental de los proyectos de obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites o condiciones señalados en los Reglamentos o en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's), se incorporó en la legislación de nuestro país desde 1982 como un instrumento normativo básico. Esta vertiente preventiva de la política ecológica se fortalece con la expedición de la LGEEPA en 1988, al sistematizar la aplicación de los estudios de impacto ambiental con el establecimiento del Procedimiento de Impacto Ambiental (PIA) y los Estudios de Riesgo Ambiental (ERA).

⁶ LGEEPA, Título Primero, Artículo 3o, párrafo XVII.

1.3.1.2 Procedimiento de impacto ambiental (PIA).

El PIA es una herramienta de planeación que se aplica en la protección y conservación del ambiente para prevenir el deterioro de su calidad. Es también una metodología que utiliza la política ambiental para evaluar los proyectos productivos y de desarrollo. El PIA es un análisis encaminado a identificar alteraciones que un proyecto o actividad puede producir en el ambiente; junto con el ordenamiento y los estudios de riesgo, una herramienta de planeación ambiental. Por otro lado, es un procedimiento jurídico-administrativo para la aprobación, rechazo, o modificación del proyecto o actividad por parte de la autoridad.

El PIA se realiza cuando una persona física o moral, del sector público o privado, pretenda llevar a cabo un proyecto de obras o actividades que por su naturaleza necesite contar con la aprobación de las autoridades ambientales. A este respecto la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental establecen que aquellos proyectos que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas vigentes, emitidas para la protección del ambiente, deberán contar con la autorización previa de las autoridades federales, estatales o municipales de acuerdo con sus respectivas competencias (Figura 1.2).

Para la autorización de un proyecto, los interesados deberán presentar ante la autoridad correspondiente un Informe Preventivo (IP) y/o una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). El IP se presenta cuando se considera que la obra o actividad no causará desequilibrios ecológicos, ni rebasará los límites y condiciones señalados en los Reglamentos y en NOM's que emita la federación para proteger el ambiente.

Si el proyecto rebasa los límites y condiciones señalados, entonces se deberá presentar una MIA, definida como el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental significativo y potencial que generaría una obra o actividad así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo. Las MIA's presentadas para evaluación pueden desarrollarse en tres diferentes modalidades que van a depender de la magnitud del proyecto, de la zona donde se lleve a cabo y de la actividad por realizar. Estas modalidades son:

- a) General
- b) Intermedia
- c) Específica⁷

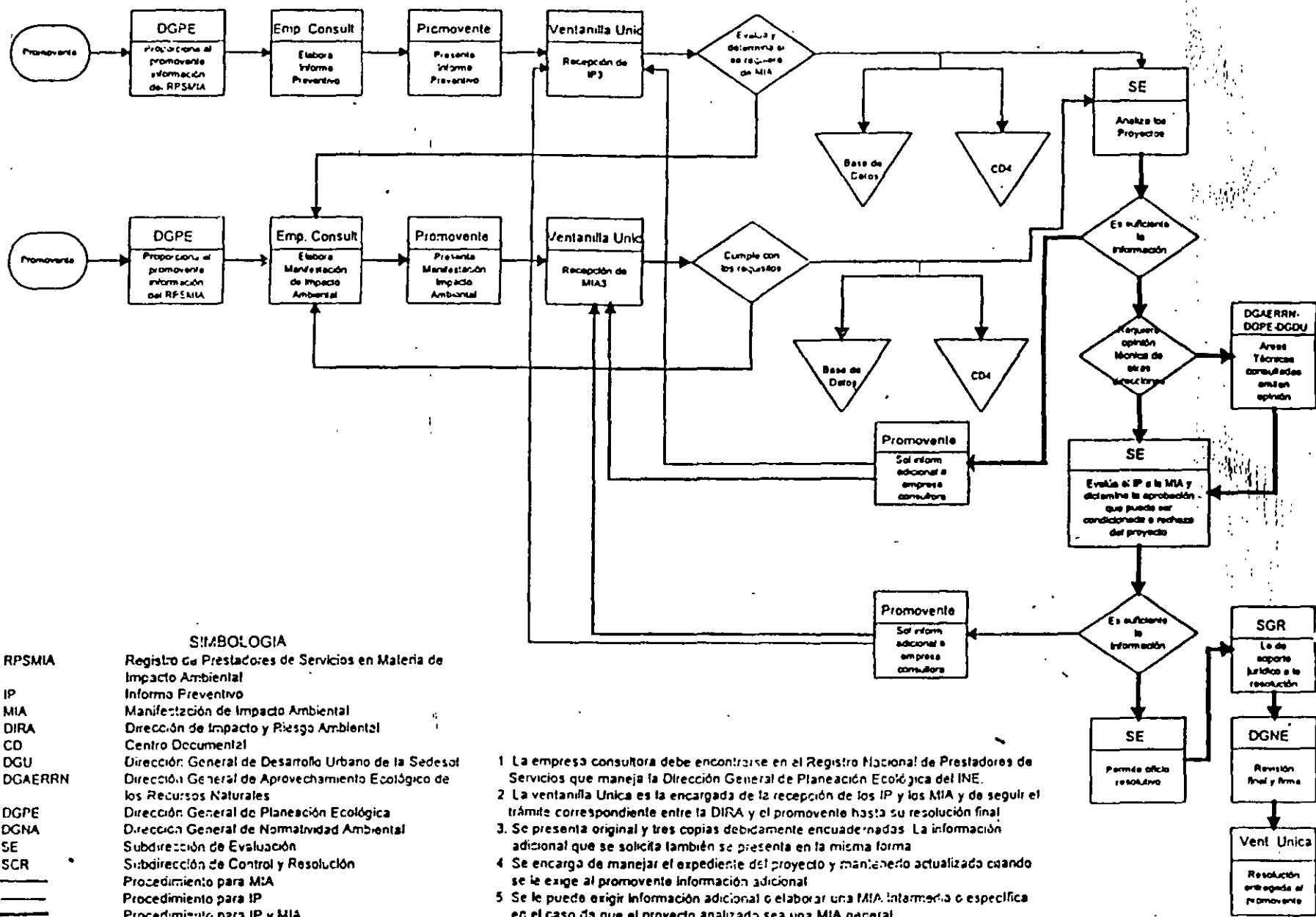
La evaluación de toda MIA considera los siguientes elementos:

1. El ordenamiento ecológico;
2. Las declaratorias de áreas naturales protegidas;
3. Los criterios ecológicos para la protección de la flora y fauna silvestres y acuáticas para el aprovechamiento racional de los elementos naturales y para la protección al ambiente;
4. La regulación ecológica de los asentamiento humanos;
5. Los Reglamentos y NOM's vigentes en las distintas materias que regula la Ley y demás ordenamientos locales en la materia.

⁷ Reglamento de la LGEEPA. Capítulo II. Artículo 9o.

Figura 1.2

Procedimiento para una evaluación de Impacto Ambiental



Una vez que la autoridad correspondiente revisó y analizó el estudio, existen tres posibles resoluciones:

- a) Aprobar el proyecto en los términos en que fue manifestado;
- b) Aprobar el proyecto con condicionantes o
- c) Rechazar el proyecto presentado.

El fallo aprobatorio es oficializado por el Instituto Nacional de Ecología (INE) a través de un dictamen en el cual se incluyen: la autorización del documento de impacto ambiental, la procedencia de la acción por realizarse y, dado el caso, las medidas de mitigación para los impactos ambientales detectados, así como otras condicionantes que minimicen el costo ambiental del proyecto.

1.3.2 Riesgo ambiental

El significativo desarrollo industrial y el creciente aumento demográfico han conducido a que tanto la producción de sustancias químicas y materiales peligrosos como su uso masivo, incrementa la probabilidad de que se ocasionen efectos adversos en la salud de la población y a la integridad del ambiente; es decir, de que existan riesgos. El manejo de estos riesgos implica una forma de control, el cual se define como el mantenimiento del comportamiento de un sistema (producción, almacenamiento, transporte, transformación y disposición final), dentro de los límites deseados. Estos límites son y deben ser adaptados no sólo a la naturaleza y a la magnitud del riesgo, sino que también se calculan tomando en consideración los factores globales sociales, culturales, políticos, ecológicos, económicos y de otra índole, de los cuales depende el riesgo o sobre los cuales puede repercutir. Esto es una de las responsabilidades que la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) ejerce a través de dos de sus órganos desconcentrados: la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y el Instituto Nacional de Ecología (INE).

Al INE le corresponde en este rubro determinar establecer las normas que aseguren la conservación o restauración de los ecosistemas fundamentales para el desarrollo de la comunidad, en particular en situaciones de emergencia o de contingencia ambiental y en relación con actividades altamente riesgosas. Al respecto de éstas últimas, también evalúa, dictamina y resuelve los estudios de riesgo ambiental que presentan los responsables de su realización en establecimientos en operación.

1.3.2.1 Marco Jurídico

La LGEEPA introduce como uno de sus instrumentos el estudio de riesgo que es un documento mediante el cual se da a conocer, a partir del análisis de las acciones proyectadas para el desarrollo de una obra o actividad, los riesgos que dichas obras o actividades representen para el equilibrio ecológico y el ambiente, así como las medidas técnicas de seguridad, preventivas y correctivas, tendientes a evitar, mitigar, minimizar o controlar los efectos adversos al equilibrio ecológico en caso de un posible accidente, durante la ejecución u operación normal de la obra o actividad de que se trate⁸. En este último debe indicarse el daño potencial que una obra o actividad presentaría para la población, sus bienes y el ambiente, durante su ejecución, operación normal y en el caso de que se presente un accidente, así como las medidas de seguridad u operación tendientes a evitar, mitigar, minimizar o controlar dichos daños.

Otra de las innovaciones importantes de esta Ley es el Título Cuarto del Capítulo IV "Actividades consideradas como riesgosas" ya que las disposiciones que lo integran, recogen la experiencia

⁸ LGEEPA, Capítulo I, Artículo 3º. párrafo II.

derivada de las acciones que ha puesto en marcha el Gobierno Federal para evitar riesgos al equilibrio ecológico y al bienestar de la población, llenando por esta vía un vacío jurídico que de no haberse superado tendría graves repercusiones para los propósitos de dicho ordenamiento.

En la Ley se señala como criterio para considerar riesgosa una actividad, el que incluya acciones asociadas con el manejo de sustancias con propiedades inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, radioactivas, corrosivas y biológicas, en cantidades tales que en caso de producirse su liberación, sea por fuga o derrame de las mismas, o bien una explosión, puedan ocasionar afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.⁹

1.3.2.2 Disposiciones y normas en materia de riesgo ambiental

Para complementar el marco regulatorio del riesgo ambiental, el 28 de marzo de 1990 y el 4 de mayo de 1992, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el primer y segundo listados de actividades riesgosas en las que se manejen sustancias tóxicas y explosivas e inflamables, respectivamente.

Los listados publicados constituyen criterios para considerar riesgosa una actividad. Como consecuencia de la publicación de estos listados y como complemento a su regulación, el INE a través del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental creó el Subcomité de Riesgo Ambiental con la finalidad de elaborar las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) en seguridad y operación que establezcan los procedimientos mínimos a seguir por las industrias que almacenen, procesen, maneje o usen cualquier sustancia peligrosa (materia prima, productos intermedios o finales), de la industria del petróleo, química, petroquímica y de las pinturas, tintas y solventes, que presenta un elevado riesgo a la población, debido a la toxicidad e inflamabilidad de las sustancias en caso de ser liberadas a la atmósfera.

El 10 de septiembre de 1993 se aprobaron dos proyectos de norma para 26 sustancias agrupadas en inflamables y explosivas, los cuales contienen criterios de distanciamiento entre el almacenamiento de sustancias y los asentamientos humanos; mismas que se publicaron conforme al programa de normalización en 1994, en el DOF del 6 de mayo de 1994, en el que se plantea el desarrollo de cuatro NOM's más. Estas sustancias se presentan en el Cuadro 1.2.

Cuadro 1.2 Sustancias inflamables

SUSTANCIAS INFLAMABLES Y EXPLOSIVAS CONTENIDAS EN LOS PROYECTOS DE NORMA DEL 10 DE SEPTIEMBRE DE 1993			
Petróleo	Dicloroetano	Tolueno	Propileno
Gasolina, Keroseno, Naftas y Diáfano	Etilbenceno	Benceno	Etileno
Isopropanol	Heptano	Ciclohexano	
Propano	Metaxileno		
Paraxileno			
Ortoxileno	Hexano	Hidrógeno	Butano
Cumeno	Metanol	Butadieno	Cloruro de vinilo Estireno

Fuente: Instituto Nacional de Ecología. SEDESOL, 1994.

⁹ DOF, 28-III-1990, Primer listado de actividades altamente riesgosas.

El proyecto de Reglamento de la LGEEPA en Materia de Actividades Altamente Riesgosas todavía se encuentra en proceso de revisión técnica y jurídica.

Por otra parte actualmente se tienen los Proyectos de Normas Oficiales Mexicanas sobre sustancias peligrosas, que son los siguientes:

- Criterio de distanciamiento para el almacenamiento de sustancias explosivas con respecto a los proyectos de desarrollo urbano.
- Criterio de distanciamiento para el almacenamiento de sustancias inflamables con respecto a los proyectos de desarrollo urbano.
- Requisitos para el manejo, almacenamiento, carga y descarga de cloro.
- Requisitos para el manejo, almacenamiento, carga y descarga de amoníaco.
- Requisitos para el manejo, almacenamiento, carga y descarga de ácido fluorhídrico.
- Requisitos para el manejo, almacenamiento, carga y descarga de ácido cianhídrico.

1.3.2.3 Estudios de Riesgo Ambiental

Para evaluar el riesgo de una actividad industrial o comercial, el INE a través de la Dirección General de Normatividad Ambiental (DGNA) solicita, mediante el Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental, la presentación de un Estudio de Riesgo Ambiental (ERA). Con base en el análisis de las acciones proyectadas para el desarrollo de una obra o actividad, el INE da a conocer los riesgos que dichas obras o actividades pueden representar para el equilibrio ecológico o el ambiente, así como las medidas técnicas de seguridad, preventivas o correctivas tendientes a evitar, mitigar, minimizar o controlar los efectos adversos al equilibrio ecológico en caso de un posible accidente, durante la ejecución u operación normal de la obra o actividad de que se trate (Figura 1.3).

Las autoridades ambientales federales en México pueden solicitar un estudio de riesgo en alguna de las siguientes modalidades: a) Informe Preliminar de Riesgo; b) Análisis de Riesgo y c) Análisis Detallado de Riesgo.

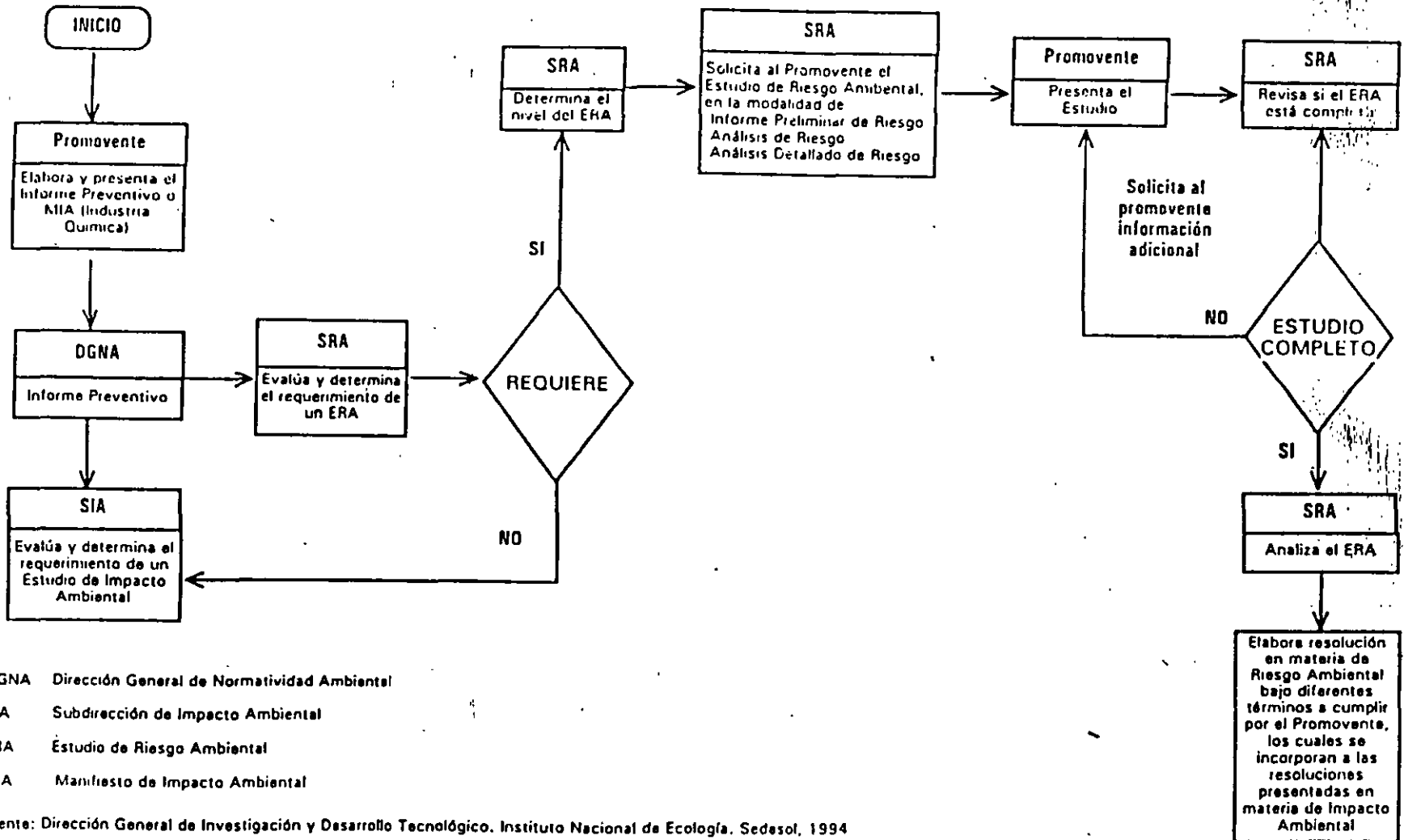
La modalidad en que deba presentarse el estudio es asignada por la autoridad mediante un informe preventivo de la obra a desarrollar. Con base en ese informe, la autoridad indicará qué nivel de manifestación de impacto ambiental requiere y, a su vez, será revisado por el área de riesgo ambiental para que, si la obra lo requiere, se determine qué modalidad del estudio de riesgo va a requerirse dependiendo de las características del proceso y sustancias que vayan a ser utilizados.

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

El diferencia entre el estudio de riesgo y el estudio de impacto ambiental, es la idea de accidente que está presente en el primero o, dicho de otra manera, la idea de la eventual modificación del ambiente como una consecuencia de operación anormal de la obra o actividad de que se trate.

Figura 1.3

Procedimiento para la presentación de un Estudio de Riesgo Ambiental



DGNA Dirección General de Normatividad Ambiental
 SIA Subdirección de Impacto Ambiental
 ERA Estudio de Riesgo Ambiental
 MIA Manifiesto de Impacto Ambiental

Fuente: Dirección General de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Instituto Nacional de Ecología. Sedesol, 1994

1.3.2.4. Evaluación de riesgo ambiental de proyectos

En el periodo 1989-1992 ingresaron a evaluación de riesgo por parte del INE, 350 proyectos de distintos giros industriales, durante el bienio 1993-1994 específicamente, se recibieron 315 proyectos, se autorizaron 286 y los restantes están en proceso de evaluación de riesgo (Cuadro 1.3).

Al respecto, cabe resaltar que la autoridad municipal es la encargada de la protección al ambiente, por ello vigilará el cumplimiento de los planes de desarrollo de las localidades haciendo que los usos del suelo sean compatibles con la instalación industrial que se propone.

Cuadro 1.3
Evaluación de riesgo ambiental de proyectos, atendidos por sector, 1991-1994.

Sector	1991	1992	1993	1994	Total
Petróleo y derivados	32	11	61	53	157
Químico	27	19	48	60	154
Petroquímico	9	9	12	7	37
Metalúrgico	3	5	3	5	16
Otros (incluye maquila)	18	29	31	35	113
Total	89	73	155	160	477

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994.

En el Cuadro 1.3 se observa que existe un incremento en la presentación de evaluaciones de riesgo con relación a 1991, en los sectores del petróleo y sus derivados y en el químico, mientras que el petroquímico y el metalúrgico han permanecido relativamente constantes. Sin embargo, se observa que, en general, comienza a existir una conciencia del peligro que implican las instalaciones en las áreas antes mencionadas tanto por parte de las autoridades como por parte de los mismos empresarios y esto se puede observar en el incremento que se presentó de aproximadamente 500% en sólo 4 años.

1.3.2.5 Programas para la Prevención de Accidentes (PPA)

Para dar cumplimiento a la LGEEPA en materia de actividades altamente riesgosas, desde abril de 1989, el INE ha requerido a quienes realizan actividades consideradas como tales, la presentación de un Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) el cual es analizado y evaluado en el seno del Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes (COAAPP) donde participan las secretarías de: Energía (SE), de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), del Trabajo y Previsión Social (STPS), de Salud (SSA), de Gobernación (SEGOB), Dirección General de Protección Civil y Centro Nacional de Prevención de Desastres, el INE, la Procuraduría Federal del Protección al Ambiente (PROFEPA) y el Departamento del Distrito Federal (DDF).

Estos PPA ingresan al INE vía Procedimiento de Impacto y Riesgo Ambiental para nuevos proyectos, mientras que los PPA de las empresas ya instaladas lo hacen a través del Programa Nacional de Prevención de Accidentes de Alto Riesgo Ambiental.

Los PPA¹⁰ son requeridos en los dictámenes en materia de Impacto y Riesgo Ambiental, emitidos por la DGNA del INE; el estudio de riesgo siempre se presenta antes que el PPA; sin embargo, es importante aclarar que la presentación de un estudio de riesgo en cualquier modalidad, no implica el requerimiento de un Programa para la Prevención de Accidentes.

Actualmente el COAAPP, ha desarrollado una guía para la elaboración de PPA que es entregada únicamente cuando en el dictamen de impacto o riesgo ambiental se hace la solicitud específica.

¹⁰ El PPA sólo se va a requerir si del resultado de un estudio de riesgo se obtuvo que las áreas de afectación rebasan los límites de propiedad de la empresa; si no es así, sólo se pide un plan de emergencia interno.

DETERMINACION DE LAS INSTALACIONES QUE IMPLICAN RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES

En octubre de 1987 hubo que evacuar en Francia a 60,000 personas, como resultado de un incendio que se extendió a nitrato de amonio. En Bulgaria una explosión de cloruro de vinilo provocó la muerte de 17 personas y 19 heridos en noviembre de 1986. Una explosión de productos pirotécnicos mató a 11 personas e hirió a ocho más en Filipinas en abril de 1986. En febrero de ese año, un escape de cloro que se produjo en los Estados Unidos lesionó a 76 personas. En Bhopal, India, en 1984 se presentó un acontecimiento desastroso como resultado de una emisión de la sustancia química isocianato de metilo, que provocó más de 6,600 muertes y 350,000 heridos; dos semanas antes se había producido una explosión de gas natural en México, en San Juan Ixhuatepec, Estado de México, que ocasionó la muerte de 650 personas y heridas a varios miles. Estos son tan sólo algunos de los accidentes ocurridos recientemente en el mundo en los que se han visto involucradas instalaciones que manejan sustancias químicas peligrosas.

Aunque estos casos se produjeron de diferente forma y fueron diferentes las sustancias químicas que intervinieron en ellos, todos tienen una característica en común: fueron acontecimientos no controlados, constituidos por incendios, explosiones o escapes de sustancias tóxicas que ocasionaron la muerte o lesiones de un gran número de personas dentro y fuera de la instalación, causando daños a bienes y al ambiente natural. El almacenamiento y la utilización de sustancias químicas inflamables, explosivas o tóxicas que pueden causar esos desastres se acostumbra designarlas como riesgos de accidentes mayores¹.

Cualquier sistema de control de riesgos de accidentes mayores debe establecer prioridades que difieren de un país a otro. Es siempre probable que los recursos sean limitados tanto en los diversos organismos públicos como en la industria y, en consecuencia, se debe prestar particular atención para que las medidas de control de los riesgos se orienten hacia los sectores prioritarios.

Es impropio examinar todos los posibles procesos industriales que podrían dar origen a lesiones o muertes y designarlos como riesgos de accidentes mayores. La lista definitiva resultaría enorme y difícil de manejar en cualquier país.

Esto obliga a definir los riesgos principales por medio de una lista de sustancias peligrosas con las cantidades conexas que pueden originar el accidente, de modo que las instalaciones industriales que entren en el campo de la definición, como fábricas o talleres sujetos a riesgos graves, sean reconocidas como las que requieren una atención prioritaria, es decir, las que

¹ Accidentes Mayores son aquellos cuyos efectos, por su alcance, rebasan los límites de la instalación industrial o comercial en que se encuentra una o más sustancias peligrosas, dañando a la flora, fauna, seres humanos o bienes materiales, alterando las características del medio ambiente. Guía para la elaboración de los programas para la prevención de accidentes, pág. 19. COAAPP, 17-III-1995.

presentan el peligro potencial de causar un accidente muy grave que es probable que afecte a seres humanos dentro y fuera del lugar donde suceda, así como al ambiente.

La determinación de los riesgos de accidentes mayores es el punto de partida de cualquier sistema de control y, una vez que se han indicado, se establece el programa para aplicar los diversos componentes del sistema. Este proceso mostrará qué materiales peligrosos se encuentran comúnmente en cantidades que representan un riesgo importante y que requieren, en consecuencia, una atención prioritaria.

En el capítulo anterior se mencionó que en México fueron publicados en el Diario Oficial de la Federación el Primero y Segundo Listados de Actividades Altamente Riesgosas², en las que se manejan sustancias tóxicas y explosivas e inflamables, respectivamente. Dichos listados se presentan en el Anexo 1. Las actividades que manejan alguna de las sustancias indicadas en los dos listados de actividades riesgosas en cantidades iguales o superiores a la cantidad de reporte³ serán sometidos a un estudio de riesgo por parte del INE.

La elaboración de dichos listados estuvo a cargo de las Secretaría de Gobernación, y de la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, con la opinión de las Secretarías de Energía, Minas e Industria Paraestatal (actualmente Secretaría de Energía), de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), de Salud (SSA), de la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y del Trabajo y Previsión Social (STPyS), ya que de alguna manera en caso de producirse un accidente tanto para su prevención, como al momento de presentarse, todas las dependencias tendrían competencia en dicho suceso.

Es importante mencionar que cuando el manejo de las sustancias químicas excede la cantidad de reporte, es competencia Federal, y le corresponde a la SEMARNAP a través del INE hacer la evaluación correspondiente ya que se trata de actividades que se consideran altamente riesgosas. En caso de que no exceda la cantidad de reporte, las autoridades estatales evaluarán a dicha industria, ya que se considera actividad riesgosa no altamente riesgosa. En este segundo caso, esta tarea corresponderá en el Distrito Federal, al Departamento del Distrito Federal (DDF) a través de la Secretaría de Ecología y en los estados a través de sus dependencias correspondientes.

El Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas consta de 231 sustancias tóxicas, mientras que en el Segundo se incluyen 247 sustancias inflamables y explosivas. La cantidad de reporte varía entre 1 kg y 10 000 kg para sustancias extremadamente tóxicas en estado gaseoso y entre 500 kg 100 000 kg para sustancias inflamables y explosivas en estado gaseoso (Anexo 1).

2.1 Instalaciones típicas que presentan riesgos mayores

Dada la diversidad y complejidad de la industria en general, no es posible circunscribir las instalaciones que presentan los riesgos principales a ciertos sectores de actividad industrial. Sin embargo, la experiencia muestra que las instalaciones con mayores riesgos están comúnmente

² Actividades Altamente Riesgosas: son aquellas acciones, serie de pasos u operaciones comerciales y/o de fabricación industrial, distribución y ventas, en que se encuentren presentes una o más sustancias peligrosas, en cantidades iguales o mayores a su Cantidad de Reporte, que al ser liberadas por condiciones anormales de operación o externas, provocarían accidentes (Guía para la elaboración de los programas para la prevención de accidentes, pág. 19. COAAPP, 17 de agosto de 1995).

³ La Cantidad de Reporte es la cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de éstas, existentes en una instalación o medio de transporte (DOF 28-III-90, Primer listado de actividades altamente riesgosas).

relacionadas con las actividades siguientes:

- a) Fábricas de productos petroquímicos y refinerías;
- b) Fábricas de productos químicos y plantas de producción de éstos;
- c) Almacenamiento y terminales de gas licuado de petróleo;
- d) Almacenes y centros de distribución de productos químicos;
- e) Grandes almacenes de fertilizantes;
- f) Fábricas de explosivos; y
- g) Fábricas en que se utiliza cloro en grandes cantidades.

2.2 Intercambio de información sobre productos químicos y tóxicos.

Una de las principales diferencias entre los reglamentos y procedimientos de gestión de los productos químicos entre países, es la que deriva de su capacidad de controlar los riesgos, de manera que cada país define lo que se considera en su ámbito nacional como riesgos excesivos o inaceptables, lo cual los lleva a prohibir, retirar del comercio, restringir el uso o a no aceptar la manufactura o comercialización de ciertos productos químicos.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha publicado una lista Consolidada de Sustancias Prohibidas, Restringidas, Retiradas del Comercio, Severamente Restringidas o No Aprobadas por los Gobiernos, que incluye a la fecha cerca de 600 productos. Dicha lista incluye, entre otros, información resumida de las razones por las cuales cada país optó por alguna de esas medidas, y su análisis permite identificar que no hay consenso, por ahora, más que en un número limitado de decisiones.

2.3 Accidentes químicos ocurridos en México en el periodo de 1990 a 1993

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) de la Secretaría de Gobernación, integró un documento en el que se refieren los accidentes químicos ocurridos en la República Mexicana en el periodo de 1990 a 1993. En él se identifican 370 incidentes, de los cuales alrededor del 70% tuvieron lugar en el interior de las instalaciones en las que se manejan o almacenan sustancias químicas peligrosas. Desafortunadamente, en virtud de no existir un mecanismo sistemático y confiable para recuperar y registrar la información relativa a estos accidentes, no es posible definir con precisión sus causas. Un análisis por entidad federativa en la que sucedieron esos accidentes indica que éstos acaecieron, en particular, en las entidades más industrializadas.

En el Estado de México ocurrieron 67 accidentes, 55% de ellos en el interior de alguna instalación. Predominaron los derrames y fugas que en 37 % de los casos involucraron: gas licuado de petróleo, amoníaco y gasolina (Figura 2.1).

En el Distrito Federal se produjeron 58 accidentes, principalmente por fugas y derrames dentro de instalaciones (74%), que involucraron hidrocarburos, gas L.P. y disolventes (Figura 2.2).

En Veracruz se originaron 42 accidentes, 52% de ellos dentro de las instalaciones: 14% relacionados con hidrocarburos, 7% con ácido fosfórico y el resto con diversos productos químicos (Figura 2.3).

En Jalisco, de los 36 accidentes ocurridos, 58% fueron en las instalaciones, principalmente asociados a derrames, explosiones y fugas que involucraron el 19% a la gasolina y el 9% al ácido clorhídrico, los demás estuvieron relacionados con gas L.P., acrilonitrilo y otras sustancias químicas (Figura 2.4).

El número de accidentes ocurridos durante el transporte de los materiales potencialmente

peligrosos fue menor a los que se produjeron en las instalaciones, patios o almacenes de las industrias.

Las instalaciones inadecuadas y la falta de mantenimiento fueron las principales causas de accidentes. Las unidades de transporte en mal estado y la falta de identificación del material contenido, fueron la causa de que el suceso tomara otras dimensiones. Por ejemplo, la ignorancia en el manejo o la inexperiencia en el uso de las guías incrementaron las consecuencias en pérdida de vidas humanas y causaron mayor daño al ambiente.

El corto circuito se presentó como causa en 11 incendios. El gas, la gasolina y el amoniaco, son las principales sustancias químicas involucradas (Figura 2.5).

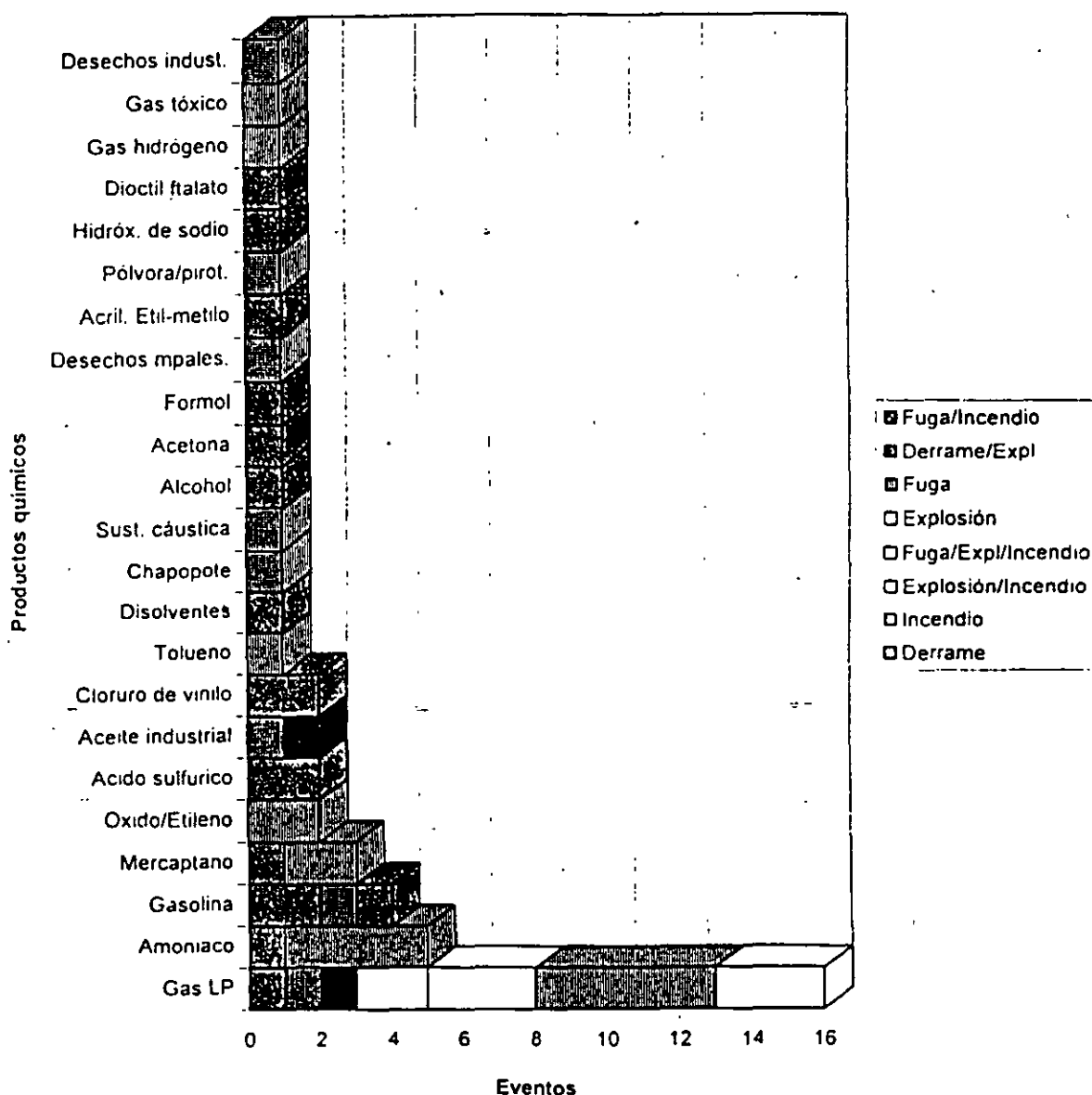


Figura 2.1. Accidentes relacionados con productos químicos en el Estado de México, 1990-1993.

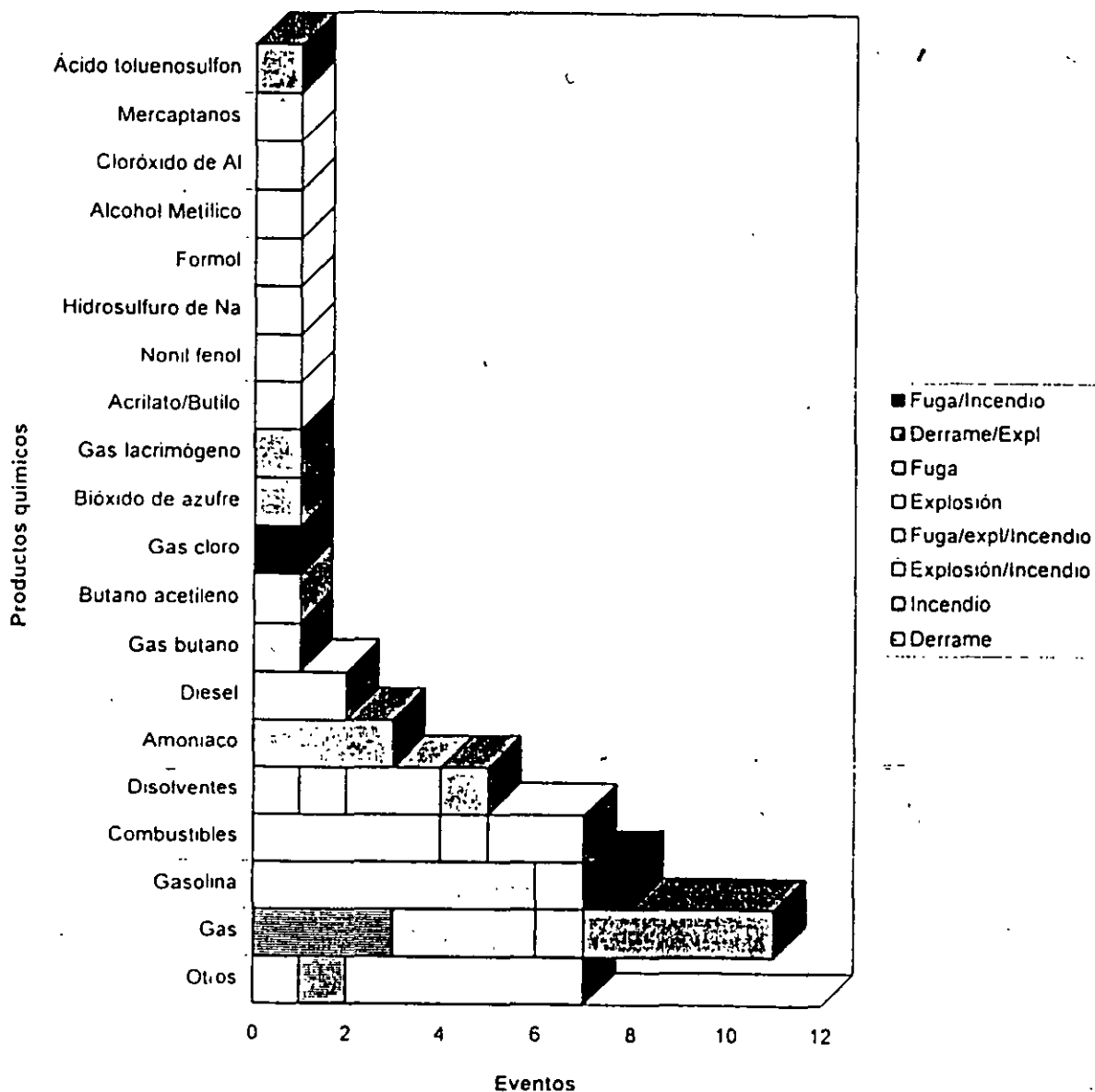


Figura 2.2. Accidentes relacionados con productos químicos en el Distrito Federal, 1990-1993.

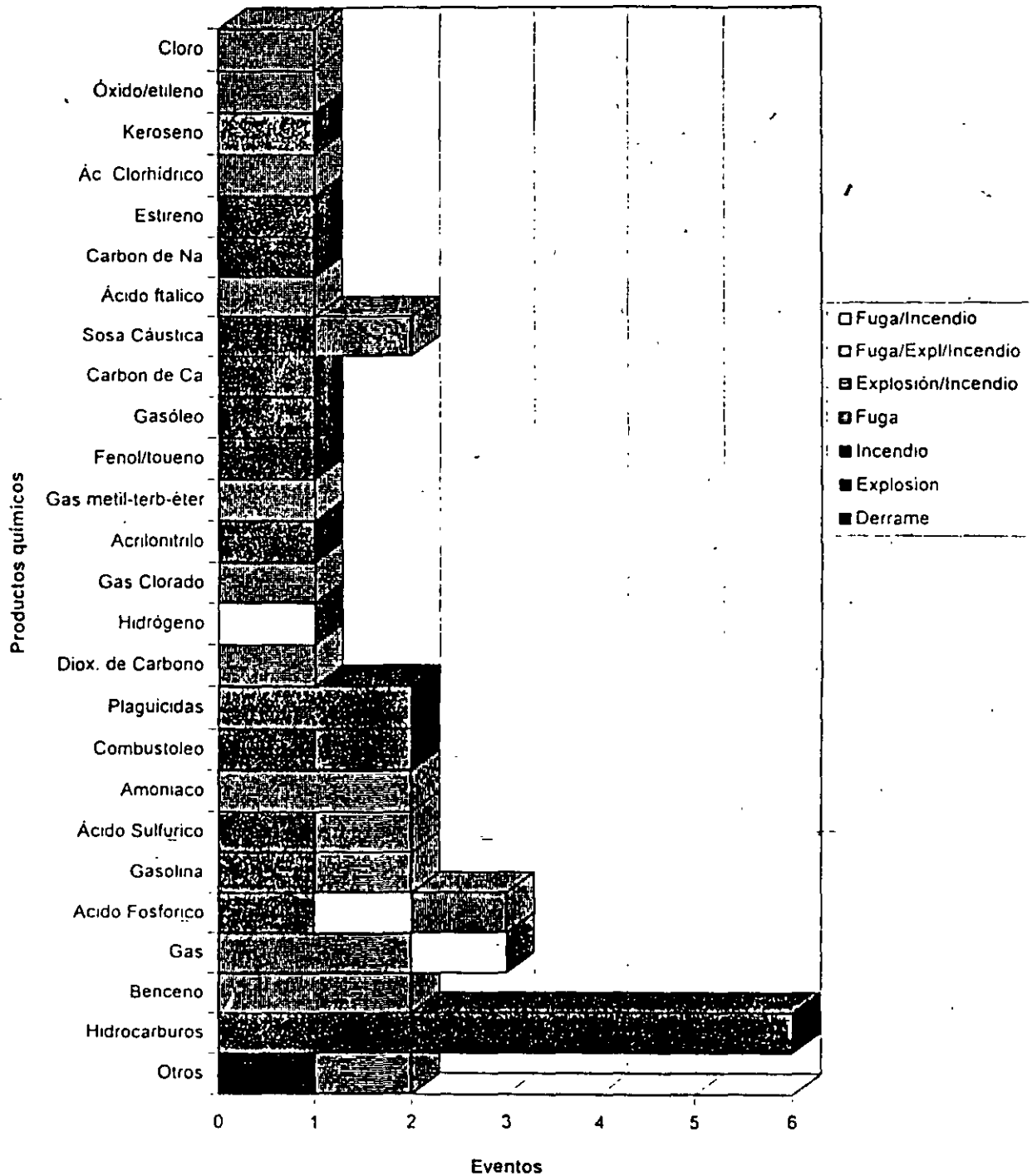


Figura 2.3. Accidentes relacionados con productos químicos en Veracruz, 1991-1993.

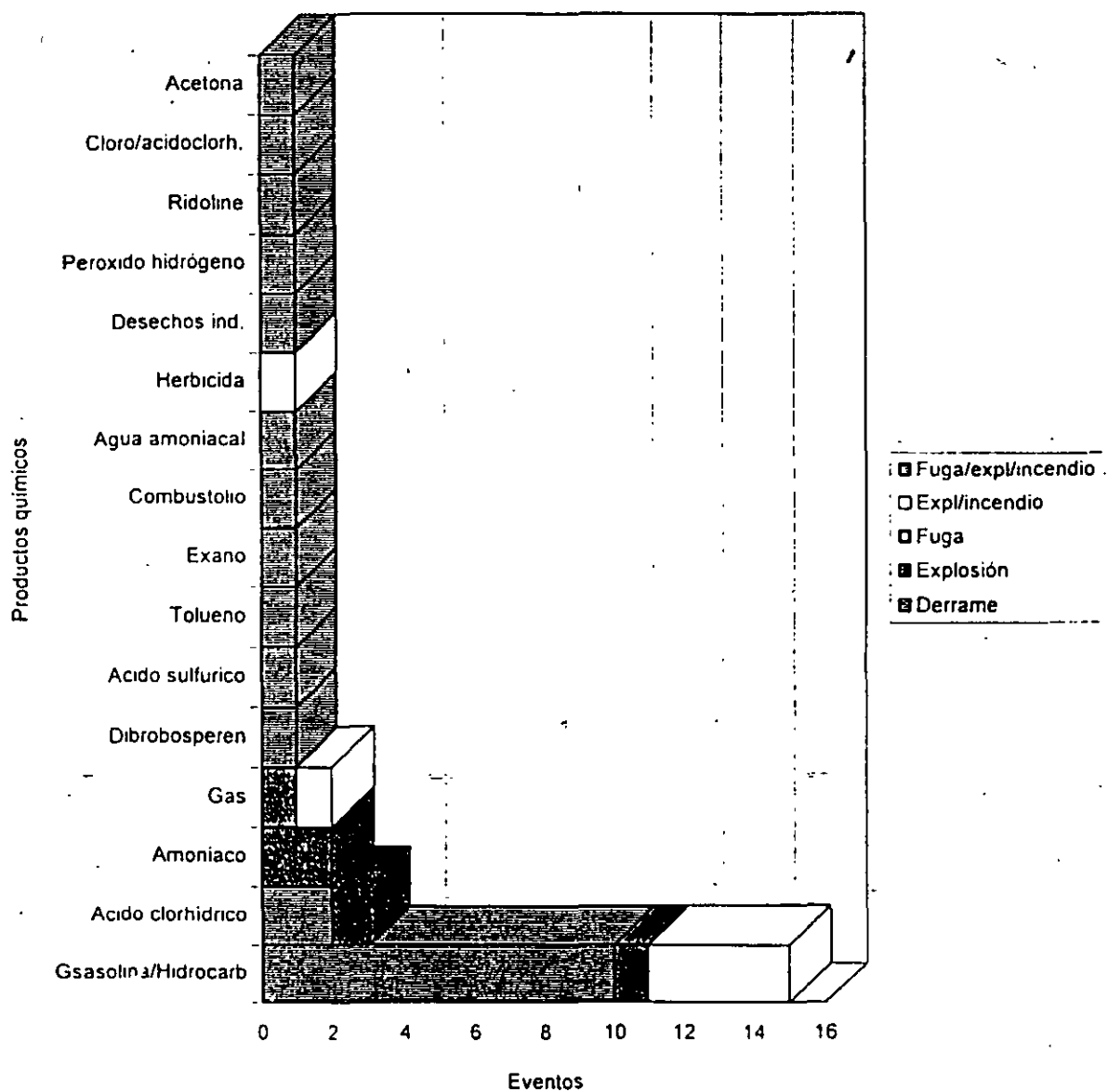


Figura 2.4. Accidentes relacionados con productos químicos en Jalisco, 1990-1993.

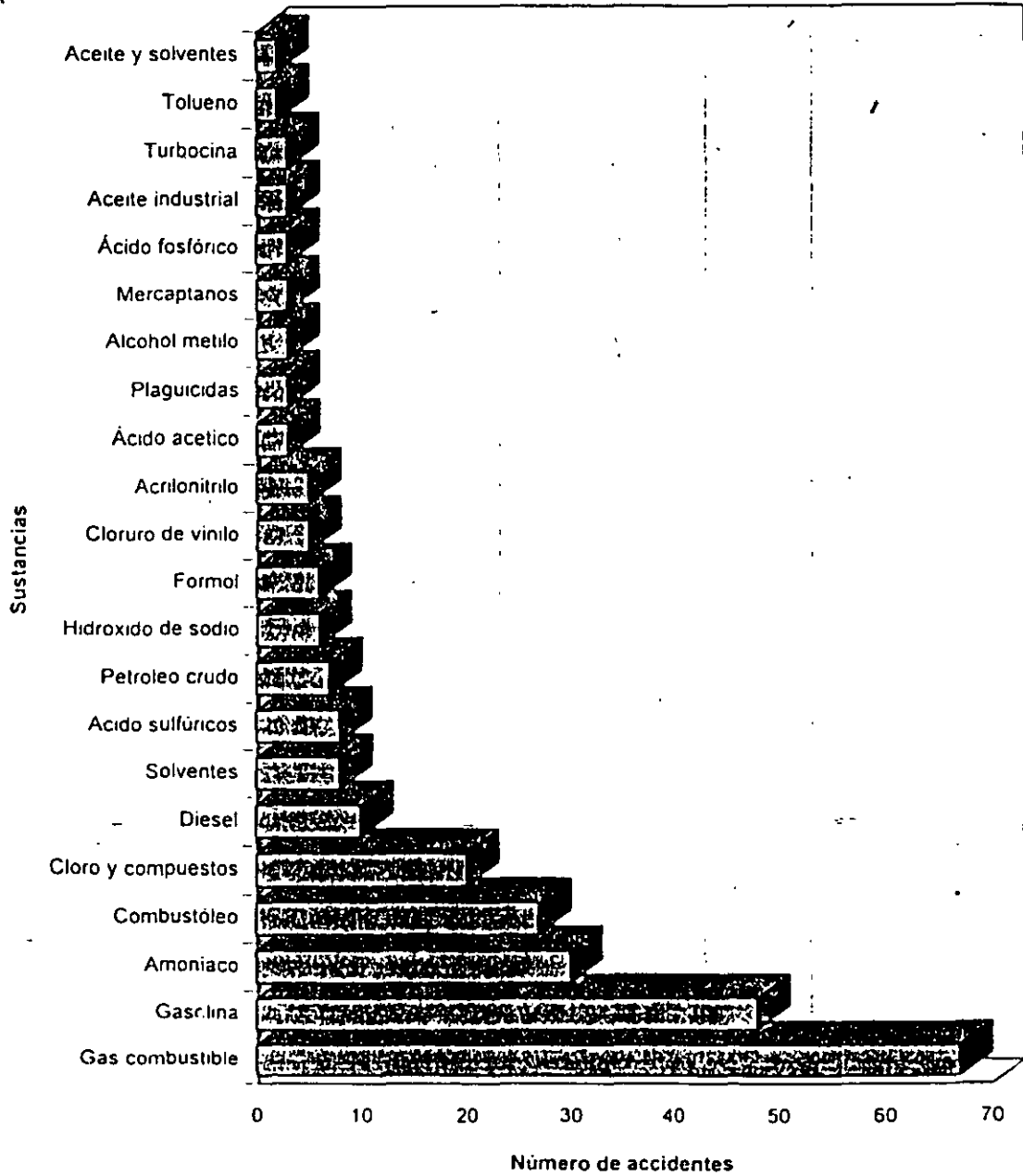


Figura 2.5. Sustancias involucradas en accidentes químicos, 1990-1993.

IDENTIFICACION Y EVALUACION DEL RIESGO

Toda industria en la que se pueda ocasionar un accidente¹ importante debe tomar las medidas necesarias contra ese grave riesgo. Para ello se debe tener conciencia de la naturaleza del riesgo, de los acontecimientos que causan accidentes y de las consecuencias potenciales de esos accidentes.

La forma en que se puede realizar lo anterior es llevando a cabo un análisis de riesgo, cuyo objetivo es entender las causas por las que se producen los accidentes y cómo se pueden evitar o por lo menos atenuar. Para ayudar a prevenir sucesos o accidentes con repercusiones ambientales es necesario establecer el concepto de riesgo², el cual involucra dos factores:

- 1) La magnitud del evento y de sus efectos, cuantificados en una escala adecuada; y
- 2) La probabilidad de que se presente el suceso correspondiente.

En cuanto a los accidentes industriales que afectan seriamente al ambiente, son de tres tipos fundamentalmente: explosión³, incendio⁴ y fuga⁵ o derrame de productos de alta peligrosidad.

¹ Accidente se define como un evento no premeditado, aunque muchas veces previsible, que se presenta en forma súbita, altera el curso regular de los acontecimientos, lesiona o causa la muerte a las personas y ocasiona daños en sus bienes y en su entorno.

² Riesgo es definido por la UNESCO como la posibilidad de pérdida tanto de vidas humanas como en sus bienes o en capacidad de producción.

³ Explosión es un fenómeno originado por la expansión violenta de gases. Se produce a partir de una reacción química, o por ignición o calentamiento de algunos materiales, se manifiesta en forma de liberación de energía y da lugar a la aparición de efectos acústicos, térmicos y mecánicos (Guía para la elaboración de los programas para la prevención de accidentes, pag. 20. COAAPP, 17-VIII-1995).

⁴ Incendio es un fuego no controlado de grandes proporciones, que puede presentarse de forma súbita, gradual o instantánea, al que le siguen daños materiales que pueden interrumpir el proceso de producción, lesiones o pérdidas de vidas humanas y deterioro ambiental. En la mayoría de los casos el factor humano participa como elemento causal de los incendios (Guía para la elaboración de los programas para la prevención de accidentes, pag. 20. COAAPP, 17-VIII-1995).

⁵ Una fuga o derrame, es denominada como la salida de un gas o líquido por un orificio producido accidentalmente en el recipiente que lo contiene o el conducto por donde circula.

Estos accidentes dependen de tres variables básicas: presión, temperatura y concentración de las diversas sustancias presentes, así como de las condiciones de los recipientes, construcción y diseño de los equipos y las características del transporte de dichas sustancias.

Los accidentes se pueden presentar por causas naturales o antropogénicas.

Por otra parte las medidas de mitigación de riesgos que pueden aplicarse en las diversas instalaciones industriales, se pueden clasificar en:

- Medidas preventivas, cuya finalidad es reducir en su origen los niveles posibles de riesgo a valores socialmente aceptables;
- Medidas de control, que tienen como objetivo reducir los efectos negativos de accidentes en el ambiente, cuando se lleguen a presentar; y
- Medidas de atenuación, destinadas a reducir los daños a la población y al equilibrio ecológico, cuando el accidente ha tenido lugar.

El riesgo total que presenta una instalación industrial, puede deberse a:

- a) Causas intrínsecas al proceso industrial, como es la naturaleza de los materiales que se manejan, condiciones de operación, así como la disposición, distribución y transporte de los materiales peligrosos; y
- b) Causas inherentes al sitio de implantación, ya que pueden existir factores que magnifiquen los riesgos, como pueden ser: condiciones meteorológicas adversas, sismos, vulnerabilidad de la población aledaña, ecosistemas sensibles, carencia de infraestructura para responder a accidentes, entre otros.

En virtud de lo anterior, es necesario desarrollar y aplicar técnicas de análisis de riesgo ambiental, así como políticas del uso del suelo que eviten la coexistencia de zonas urbanas o ecológicamente sensibles y áreas industriales de alto riesgo, para prevenir daños y mitigarlos⁶ en el caso de presentarse emergencias ambientales.

Se requiere evaluar el riesgo ambiental debido a la importancia de preservar a los ecosistemas y a la población o a los bienes, circundantes a los sitios donde se efectúan actividades riesgosas. En México, la autoridad ambiental federal puede requerir la realización de un estudio de riesgo a determinada actividad industrial en alguna de las tres modalidades siguientes:

- a) Informe Preliminar de Riesgo. Este estudio tiene como objetivo recopilar la información suficiente para identificar y evaluar las actividades riesgosas en cada una de las fases que comprende el proyecto, para poder incorporar con esto las medidas de seguridad tendientes a evitar o minimizar los efectos potenciales a su entorno en caso de accidentes. Esta modalidad es solicitada a industrias consideradas de bajo riesgo.
- b) Análisis de Riesgo. Es un estudio más detallado, en el que debe realizarse una identificación de los riesgos de la instalación con la ayuda de metodologías internacionalmente reconocidas y un cálculo del alcance de las consecuencias accidentales mediante la aplicación de modelos de simulación. Esta modalidad es solicitada a industrias consideradas como de riesgo moderado.

⁶ Mitigar es la acción y efecto de suavizar, calmar o reducir el alcance de un desastre o de disminuir los efectos que produce el impacto de un desastre en la población y en el medio ambiente.

- c) **Análisis Detallado de Riesgo.** En este estudio, además de desarrollar lo indicado para el análisis de riesgo, se solicita una evaluación de la probabilidad de ocurrencia de los accidentes identificados. Esta modalidad se solicita a industrias consideradas como de riesgo elevado.

El nivel de riesgo es determinado a criterio de la autoridad en función de la vulnerabilidad de la instalación, a partir del tipo de proceso, del tipo de sustancias manejadas, ubicación de las instalaciones y sensibilidad de la población.

Los aspectos básicos que se consideran en los estudios de análisis de riesgo que requieren elaborar las empresas para mejorar los niveles de seguridad y operación en sus actividades industriales, son:

- 1) La detección y jerarquización de los puntos críticos. Consiste en detectar los puntos críticos en los cuales se pueden presentar fallas susceptibles de impactar negativamente a las instalaciones y a su entorno.
- 2) Evaluación de las consecuencias de accidentes. Esta evaluación de consecuencias permite determinar las áreas de riesgos de los accidentes identificados por medio de la aplicación de modelos de simulación. Esta etapa es fundamental para definir medidas de protección y de planeación de contingencias.
- 3) Determinación de las probabilidades de accidentes. La evaluación de probabilidades permite determinar las causas últimas que provocan los accidentes identificados, así como su frecuencia de ocurrencia. Se realiza con aplicación de metodologías específicas. Esta etapa permite definir las medidas de prevención de accidentes.
- 4) Selección de opciones para reducir los riesgos. Tras el desarrollo y análisis de las etapas mencionadas podrán establecerse las medidas de reducción de riesgos de las instalaciones en estudio.

En la evaluación de riesgos, lo importante es establecer los límites de los efectos que produciría un accidente (zonas de riesgo), ya que estos permiten salvaguardar la salud y los bienes de los habitantes que viven alrededor, o en vecindad con instalaciones de alto riesgo.

Mediante los estudios de riesgo se puede apreciar la utilidad y limitaciones de tomar decisiones, basándose en el riesgo, en aspectos tales como:

- Planeación de uso del suelo;
- Planeación de emergencia;
- Selección de la ruta para el transporte de materiales peligrosos;
- Ubicación de instalaciones peligrosas; y
- Gerencia de seguridad de procesos.

Se define como **acontecimiento peligroso** el escape de un material o energía con potencial para causar efectos adversos. Entre los acontecimientos típicos más preocupantes se incluyen (Figura 3.1): nubes de gases tóxico; incendios (chorros de fuego, albercas de fuego, bolas de fuego); explosiones (BLEVES, explosiones químicas); y derrames de líquidos o sólidos (polvo) peligrosos.

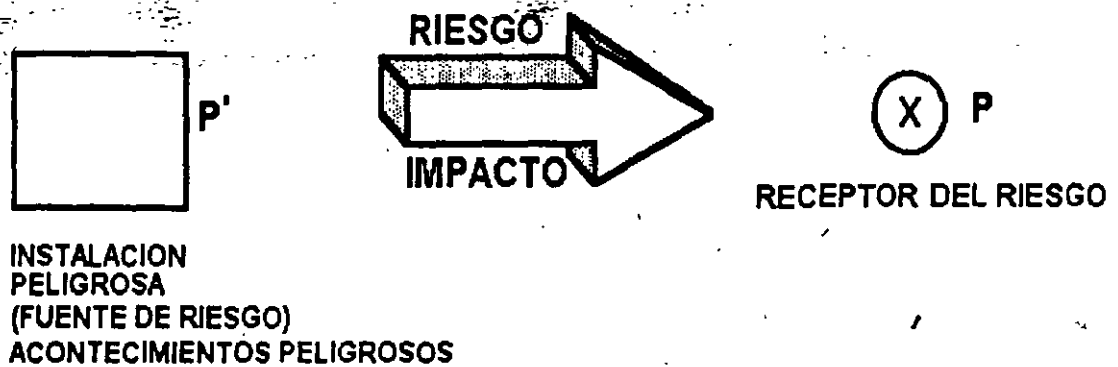


Figura 3.1. Elementos involucrados en una situación de riesgo.

En los aspectos de riesgo en general, se debe hacer énfasis en los incidentes episódicos, que se refieren a acontecimientos súbitos o inesperados que pueden durar un instante u horas, en comparación con sucesos rutinarios o de largo plazo. Por ejemplo, el escape de sustancias tóxicas peligrosas, el fuego, una explosión, un escape súbito de energía, podrían producir muertes, heridas graves o serios efectos peligrosos para la salud de empleados o el público y daños a la propiedad.

Las emisiones fugaces y emisiones escalonadas normales no son episódicas.

Desde el punto vista de un empleado de una industria riesgosa o de una persona que habita su vecindad, sus preocupaciones son:

¿Qué es lo peor que me puede pasar?

¿Podría morir?

¿Podría resultar herido?

¿Cuál sería la magnitud de mis heridas?

¿Podría dañar mi propiedad?

¿Cuál sería la magnitud y tipo de daño a mi propiedad y el costo de las reparaciones?

En un estudio de riesgo esto corresponde al análisis de las consecuencias personales.

¿Qué probabilidad hay de que:

pueda morir?

pueda salir herido?

mi propiedad sufra daños?

En un estudio de riesgo esto corresponde al análisis de frecuencia.

Se requiere una medida conveniente con el fin de cuantificar la importancia combinada percibida en cada consecuencia personal y la probabilidad de que aquellas consecuencias se presenten esto es el **riesgo personal**. Dicha medida se requiere para comprender el riesgo y así poder juzgar su aceptabilidad.

Las preocupaciones desde el punto de vista de los responsables de tomar las decisiones para proteger la salud pública son:

¿Qué es lo peor que le puede pasar a la gente que está en los alrededores de las fuentes de peligro?

- ¿Podría morir alguien?; ¿Cuántas personas?
- ¿Podría haber heridos?; ¿Cuántas personas?
- ¿Podría causar daño a la propiedad?; ¿Cuanto daño?
- ¿Podría causar daño al ambiente?; ¿Cuanto daño?

En un estudio de riesgo esto corresponde al análisis de las consecuencias sociales.

¿Qué probabilidad hay de que:

- cualquiera o una cantidad de personas puedan morir?
- cualquiera o una cantidad de personas puedan resultar heridas?
- se presente algún daño a la propiedad? (¿poco o mucho?)
- se presente algún daño al ambiente? (¿poco o mucho?)

En un estudio de riesgo esto corresponde al análisis de frecuencias.

Al igual que en el caso de "riesgo personal", se requiere una medida conveniente para cuantificar la importancia combinada percibida de consecuencias sociales y la probabilidad de que ocurran; esto es el **riesgo social**. Determinar el riesgo social es más complicado que determinar el riesgo personal.

Se acepta que el concepto de riesgo comprende dos componentes principales:

- a. La frecuencia con que podría suceder un acontecimiento peligroso⁷; y
- b. Las consecuencias de ese acontecimiento.

La Figura 3.2 muestra un esquema general del proceso de manejo de riesgo.

Con relación a la Figura 3.2, en el contexto de manejo de riesgo el "sistema" está constituido por las fuentes de riesgo, tales como unidades de la planta y procesos. Los receptores de riesgos son: operadores de la planta (trabajadores); funcionarios; la comunidad y el ambiente.

En los siguientes apartados se describe este proceso.

3.1 Identificación del riesgo

Esta fase es fundamental para el estudio de riesgo dado que constituye el punto de partida y condiciona su planteamiento. En esta fase se identifica la existencia del peligro y se definen las características del acontecimiento: por ejemplo, la ocurrencia de escapes accidentales de los

⁷ Peligro:	Una circunstancia química o física con potencial para causar daño a la gente, a la propiedad o al ambiente.
Riesgo:	Una cantidad de daño ocasionado por un peligro tomando en cuenta la probabilidad y magnitud del daño.
Seguridad:	Un juicio sobre la aceptabilidad del riesgo. Algo es seguro si sus riesgos se consideran aceptables. Hay grados de riesgo y, en consecuencia, hay grados de seguridad.

tanques de almacenamiento o las tuberías de gas-licuado y la descripción del gasto y geometría del escape y las condiciones climatológicas que definen el acontecimiento peligroso.

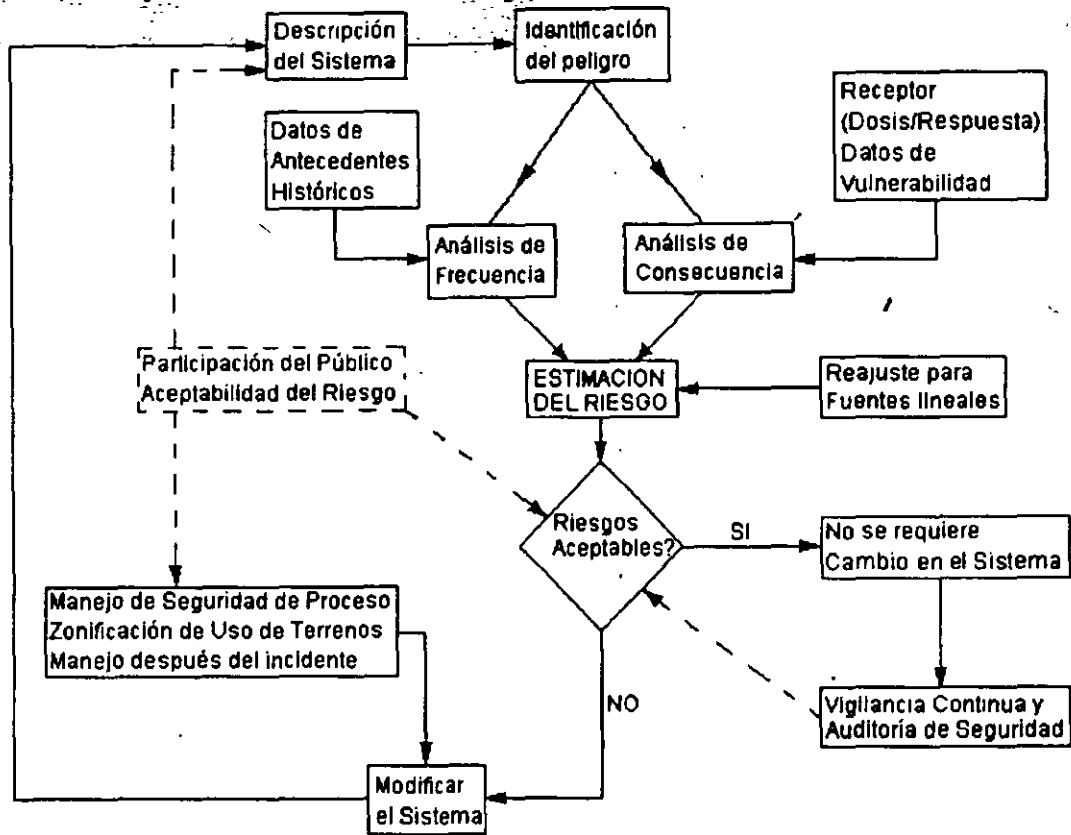


Figura 3.2. Secuencia de un estudio de riesgo.

3.1.1 Métodos existentes para la identificación de riesgos

Básicamente pueden considerarse dos tipos de métodos para la identificación de riesgos: cualitativos y semicualitativos.

3.1.1.1 Métodos cualitativos.

Estos métodos se caracterizan por no recurrir a cálculos numéricos.

Suelen estar basados en técnicas de análisis crítico en las que intervienen distintos expertos de la planta. Su eficacia depende de la calidad de la información disponible.

Como ejemplos de estos métodos pueden citarse:

Análisis histórico. Consiste en un estudio lo más amplio posible sobre accidentes ocurridos en el pasado en instalaciones y/o con productos similares a los estudiados.

HAZOP (AFO, Análisis Funcional de Operabilidad). Consiste en aplicar técnicas de análisis de operabilidad. Es una técnica inductiva de análisis realizada por un equipo multidisciplinario para identificar desviaciones del proceso que pueden conducir a accidentes.

Análisis del modo, efecto y criticidad de los fallos (FMEAC). Es un método inductivo de reflexión sobre las causas-consecuencias de fallos de componentes en un sistema.

Análisis preliminar de riesgos. Es un método inductivo en el que se analizan de forma sistemática las causas, efectos principales y medidas preventivas-correctivas asociadas.

What if...?. Es un método inductivo que utiliza información específica de un proceso para generar una serie de preguntas que son pertinentes durante el tiempo de vida de una instalación, así como cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación. Consiste en definir tendencias, formular preguntas, desarrollar respuestas y evaluarlas, incluyendo la más amplia gama de consecuencias posibles.

Check list. Constituyen listas exhaustivas de posibles iniciadores⁸-accidentes a contemplar en la identificación de riesgos.

Pueden considerarse también en su raíz, como métodos cualitativos, los árboles de fallos y árboles de sucesos, siempre y cuando no se les aplique el cálculo de frecuencias.

3.1.1.2. Métodos semicualitativos.

Estos métodos se caracterizan por recurrir a una clasificación de las áreas de una instalación con base en una serie de índices que miden su potencial para ocasionar daño en función de una serie de magnitudes y criterios (cantidad de producto, características de peligrosidad, etc.). Entre estos métodos destacan:

Clasificación mediante el índice de Mond de fuego, explosión y toxicidad. Este método se basa en la peligrosidad de los productos y en el carácter crítico de los procesos en función de sus antecedentes de operación en instalaciones similares. Permite tener índices numéricos de riesgo para cada sección de las instalaciones industriales, en función de las características de las sustancias manejadas, de su cantidad, del tipo de proceso, y de las condiciones específicas de operación.

Clasificación mediante el índice Dow de fuego, explosión y toxicidad. Este método intenta cuantificar anticipadamente daños potenciales por incendios y explosiones, identificando las causas y a los generadores, y reduciendo los riesgos potenciales a una valoración económica que permita jerarquizar decisiones. Este sistema separa los procesos industriales en sectores específicos identificando materiales, proceso y propiedades termodinámicas relevantes, requiriendo un diseño preciso de la unidad industrial analizada, diagramas de flujo del proceso, información económica de costos y beneficios y formatos sistematizados de reporte. La diferencia fundamental con respecto al índice de Mond es que en éste se contempla el riesgo de toxicidad.

Otros métodos de apoyo.

Básicamente se incluyen aquí las auditorías ambientales que pretenden responder a otros objetivos (relativos a la organización de seguridad, el cumplimiento de una legislación, etc.), pero pueden constituir una base para la identificación de riesgos.

3.1.2 Métodos de mayor aplicación en la identificación de riesgos.

Los métodos más utilizados para identificación de riesgos en México, son:

⁸ Suceso iniciador es aquel evento, interno o externo, anómalo que puede conducir a un accidente (una falla de un sistema de refrigeración, fuga, sismo, etc.).

- Análisis histórico de accidentes.
- Análisis preliminar de riesgo; y
- Análisis funcional de operatividad (HAZOP o AFO).

3.1.2.1 Análisis histórico de accidentes

Consiste en estudiar los accidentes registrados en el pasado en plantas similares o productos idénticos o de la misma naturaleza.

Se basa en información de procedencia diversa:

- Bibliografía especializada (publicaciones periódicas y libros de consulta).
- Bancos de datos de accidentes archivados en computadora.
- Registro de accidentes de la propia empresa, de asociaciones empresariales (Cámaras) o de las autoridades competentes.
- Informes o peritajes realizados normalmente sobre los accidentes más importantes.

Algunos factores que se deben considerar al plantear y desarrollar un análisis histórico de accidentes es la siguiente:

1. Determinar la definición de accidentes a analizar:
 - Tipos de accidentes a ser estudiados (productos, instalaciones).
2. Identificación exacta del accidente:
 - Lugar
 - Fecha y hora
 - Productos implicados
 - Instalación o equipos implicados
3. Identificación de las causas de los accidentes:
 - Errores humanos
 - Fallo de equipos
 - Fallo de diseño o de proceso
4. Identificación del alcance de los daños causados:
 - Pérdida de vidas
 - Heridos
 - Daños al medio ambiente
 - Pérdidas de instalaciones y daños materiales
 - Evacuación de personas, otras medidas, etc.
 - Impacto en la población en general.
5. Descripción y valoración de las medidas aplicadas y, si es posible, de las estudiadas para evitar la repetición del accidente.

Recursos necesarios para la aplicación de esta técnica.

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

Ventajas del método.

- El establecimiento de hipótesis de accidentes se basa en casos reales.
- Se realiza una identificación rápida de accidentes a bajo costo.

- Es de especial utilidad cuando se aplica a procesos y productos de utilización masiva o frecuente (productos energéticos, productos químicos de base).
- Puede ser de utilidad para hacer una aproximación cuantitativa de la frecuencia de determinados tipos de accidentes en caso de disponerse de una base estadística suficientemente representativa.

Desventajas del método.

- En México no se mantiene un registro sistematizado de accidentes.
- No se realiza un seguimiento sistemático de los accidentes y sus consecuencias.
- Hay empresas que no informan los accidentes en que se ven involucradas.
- Los accidentes sobre los que se puede encontrar documentación completa son únicamente los "más importantes".
- Los datos a menudo no son extrapolables a instalaciones de diseños diferentes.
- Los accidentes producidos en el pasado han tenido en general respuestas en modificaciones o prácticas operativas más seguras que hacen que sea más difícil que se reproduzcan en condiciones similares.
- Los resultados obtenidos dependen mucho de la calidad y de la información disponible en las fuentes de información consultadas.

Ejemplo 3.1

Se reseña a continuación un análisis histórico de accidentes con cloro realizado mediante el banco de accidentes italiano SONATA que reúne 2500 casos registrados principalmente entre 1960 y 1988, con referencias a casos anteriores. Las fuentes de procedencia son públicas.

a) Listado de accidentes.

En el banco de accidentes de SONATA se encontraron 60 accidentes con cloro en un periodo de 1917 a 1986.

Se presenta una breve descripción de una selección de 9 casos de los 60 accidentes recogidos en total en el banco de accidentes SONATA.

1. Escape por una válvula de un vagón cisterna en una estación. Se derramaron 3 t de cloro durante 10 minutos (SONATA 25).
2. Durante la descarga de un vagón cisterna la energía eléctrica falló dejando la planta a oscuras. Un trabajador intentando cerrar la válvula, provocó la rotura de la tubería debido a un golpe accidental. Hubo un muerto y 60 heridos (SONATA 28).
3. Durante la descarga de un vagón cisterna en una fábrica de celulosa se rompió una tubería provocando un escape de cloro. Hubo 62 heridos (SONATA 96).
4. Escape de cloro en una planta debido a una falla mecánica. Entre los intoxicados había dos obreros de la construcción que trabajaban en una ampliación de la planta y que tuvieron que recibir asistencia hospitalaria. Hubo un total de 141 heridos (SONATA 1486).
5. Escape de cloro de contenedores debido a un incendio en un almacén en el que estuvieron involucradas otras sustancias químicas que estaban almacenadas en recipientes (ácido clorhídrico, glicerina, etc.). 500 personas tuvieron que ser evacuadas de sus casas y 25 resultaron heridas (SONATA 1514).
6. Escape de cloro gas en una industria de proceso. Hubo 45 heridos (SONATA 1599).

7. Rotura de una línea de 25 cm de diámetro que fue golpeada por un camión cisterna. Se derramó 1 t de cloro en el centro de un área edificada. Al menos 430 personas intoxicadas. La causa fue debida a un error humano (SONATA 157).
 8. Explosión en una planta química que condujo a la liberación de cloro; 10,000 pers. evacuadas. (habitantes locales). Hubo un total de 10 heridos (SONATA 429).
 9. Escape de 2 t de cloro gas desde un tanque. La nube fue barrida por el viento hacia una fábrica y hacia el pueblo. Las escuelas primarias fueron evacuadas. Hubo 75 heridos (SONATA 494).
- b) Clasificación de accidentes por tipo de actividad (60 accidentes).

Actividad	Porcentaje
Proceso	10
Almacenamiento	52
Carga y descarga	17
Transporte por tubería	20
Otras	1
Total	100

- c) Clasificación por tipo de accidente (60 accidentes).

Tipo de accidente	Número de accidentes	Porcentaje
Rotura de depósito	9	15
Rotura de contenedor	6	10
Escape	33	55
Rotura de tubería	12	20
Total	60	100

- d) Clasificación por daños

1. -Víctimas mortales

Porcentaje de accidentes de los que se poseen datos: 86 %
 Muertos por accidente: 0.4⁹
 Número total de muertos: 149 (60 accidentes).

2. Heridos

Porcentaje de accidentes de los que se poseen datos: 77 %

⁹ Para estimar la media no se han tenido en cuenta aquéllos tres accidentes en los que se ha producido un número excepcional de víctimas como:

40 muertos DENOYA (USA) en 1925
 68 muertos en SARNESTI (RUMANIA) en 1939
 19 muertos en RAUMA (FINLANDIA) en 1947

Heridos por accidente: 20¹⁰
 Número total de heridos: 2068 (60 accidentes).

3. Daños en dólares

Porcentaje de accidentes de los que se poseen datos: 8 %
 Costo medio: 1.7×10^6
 Costo desde: 0.717×10^6 hasta 5×10^6

e) Clasificación por cantidad implicada

Porcentaje de accidentes de los que se poseen datos: 50 %
 Cantidad desde 68 kg hasta 95 t, en los casos registrados.

Comentario final

Cabe destacar las características altamente tóxicas del cloro que obligan a evacuar amplias zonas habitadas en caso de escapes significativos. Es asimismo destacable el número de muertos y heridos, aunque los primeros se deben fundamentalmente a accidentes antiguos que no se han vuelto a repetir en épocas recientes, seguramente debido a la eficacia de las normas específicas que sobre el producto han ido imponiendo los países.

3.1.2.2 Análisis preliminar de riesgo

Este análisis puede llevarse a cabo como la primera etapa en un estudio de riesgo. Comienza con el tipo de accidente que entraña materiales tóxicos, inflamables y explosivos. El procedimiento especifica los elementos del sistema (componentes de la planta como cisternas de almacenamiento, recipientes de reacción, etc.) o el acontecimiento (sobrecarga de una cisterna, reacción de desbordamiento), que pueden producir una situación de riesgo.

Una vez puestos al descubierto los sistemas de riesgo, se deben especificar los acontecimientos que pueden provocar el accidente. Acontecimientos tales como "la formación de una atmósfera explosiva fuera o dentro de un recipiente de almacenamiento" o "el escape de un gas tóxico", tendrán que examinarse con el fin de determinar los componentes de una planta que pueden causar el accidente. Los componentes, entre los que cabe mencionar las cisternas de almacenamiento, los recipientes de reacción, las tuberías, las bombas, los agitadores, las válvulas de seguridad u otros sistemas, tendrán que señalarse para efectuar un examen más detallado por otros métodos de evaluación.

Los resultados del análisis preliminar del riesgo se registran en un formato como el que se muestra en el Cuadro 3.1.

Puesto que el análisis preliminar del riesgo es rápido y eficaz en función de los costos, y dado que identifica los problemas esenciales, el estudio de riesgo debe comenzar siempre con este método.

¹⁰ No se han considerado los accidentes en los que el número de heridos es superior o igual a 100 y que acumulan un total de 1008 heridos.

Cuadro 3.1. Análisis preliminar del riesgo de accidente en una planta de almacenamiento de gas licuado.

ACCIDENTE	SISTEMA	RIESGO	COMPONENTE RELACIONADO CON LA SEGURIDAD
Explosión de vapor	Recipiente de almacenamiento	Formación de una atmósfera explosiva fuera del recipiente de almacenamiento debido a: <ul style="list-style-type: none"> - fallo de una válvula de seguridad - corrosión del recipiente - presión excesiva 	Válvula de seguridad Protección del recipiente contra la corrosión Medida de la presión, medida de la temperatura, sistema de aspersión, válvula de seguridad.

Sus resultados indican qué sistemas o procedimientos han de ser objeto de un análisis más profundo y qué sistemas tienen un menor interés desde el punto de vista del riesgo de accidente mayor. De este modo, es posible limitar la evaluación a los problemas esenciales, evitando así un esfuerzo innecesario.

El procedimiento descrito puede aplicarse a la totalidad de la planta o a una parte de ella; su aplicación a grandes plantas es muy compleja y difícil, por lo que es necesario hacer algunas simplificaciones. Algunas de estas simplificaciones son técnicas ampliamente usadas para estructurar el análisis de riesgo eficientemente. A continuación se presenta cómo puede subdividirse la planta en unidades manejables:

Paso 1. División del sitio en unidades funcionales

Cada unidad debe incluir al menos un depósito principal de almacenamiento o una tubería que contenga material peligroso. Las fronteras de cada unidad deben trazarse de manera que pueda aislarse el depósito o la tubería de todas las otras unidades en el caso de una fuga. Los medios posibles de aislamiento podrían ser una válvula de cierre de emergencia operada automáticamente, o una válvula de control que podría ser cerrada si la presión o el nivel en el depósito estuvieran descendiendo. Las válvulas operadas manualmente no se consideran adecuadas a menos que fueran operadas remotamente.

Las liberaciones de una unidad se considera, generalmente, que provienen de un punto específico; si las partes de la unidad están ampliamente separadas podría ser aconsejable dividir la unidad en subunidades.

Paso 2. División de las unidades en sus componentes

Cada unidad debe dividirse en sus "bloques constructivos" que la componen. Estas son piezas o equipos como los listados en la Figura 3.3. Si el analista se enfrenta a un componente no incluido en la lista, se elige el que más se aproxime de manera que pueda proseguirse el análisis.

Paso 3. Obtener los inventarios de material peligroso en los componentes.

Los inventarios de todos los materiales peligrosos se obtienen consultando el flujo del proceso, y diagramas de tuberías e instrumentación. La descripción de cada inventario debe incluir tipo de material, fase, presión, temperatura y masa o volumen.

Paso 4. Ordenar los componentes por inventario. ---

Se puede reducir la cantidad de cálculos a proporciones manejables si el análisis se limita a los componentes que contengan inventarios significativos. Para una evaluación de riesgo relacionada con las consecuencias de accidentes potenciales en el sitio, es difícil establecer inventarios mínimos. Sin embargo para consecuencias fuera del sitio el lector puede referirse a las guías del Banco Mundial.

Paso 5. Obtener los casos representativos de falla de los componentes.

Sólo se requiere considerar una cantidad reducida de casos de falla para cada depósito, componente y tubería. En la Figura 3.3 se proporciona una guía de los casos más comunes de falla, que muestra los componentes que son considerados como "bloques constructivos". Estos casos de falla están basados en criterios conservadores.

Paso 6. Agrupar los casos de liberación.

Algunas de las liberaciones consideradas en la identificación de riesgos podrían involucrar el mismo material bajo condiciones similares escapando a través de orificios también de dimensiones similares, aunque en diferentes localizaciones en la planta. Para reducir la cantidad de cálculos necesarios, estas liberaciones pueden agruparse y entonces se requerirá sólo un cálculo para cada grupo.

3.1.2.2 Análisis Funcional de Operatividad (HAZOP).

En algunos casos, después del análisis preliminar de riesgo, que establece los sistemas o acontecimientos que pueden ocasionar un riesgo de accidente mayor, es necesario estudiar qué desviaciones del funcionamiento normal de esos sistemas o qué funcionamientos defectuosos podrían provocar esos acontecimientos de riesgo. Para ello, resulta esencial hacer un examen pormenorizado del sistema y de su modo de funcionamiento. El análisis funcional de operatividad permite hacerlo.

El HAZOP o AFO (Análisis Funcional de Operatividad) es una técnica inductiva de identificación de riesgos basada en la premisa de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto de los parámetros normales de operación.

La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de las desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas "palabras guía" en puntos de las instalaciones previamente seleccionados, denominados "nudos".

1. Definición del área de estudio.

La primera parte del estudio HAZOP consiste en delimitar las áreas a las cuales se aplicará la técnica. En una instalación de proceso, considerada como el sistema objeto de estudio, se definirán para mayor comodidad una serie de subsistemas o unidades que corresponden a entidades funcionales propias, como por ejemplo: preparación de materias primas, reacción de disolventes, etc.

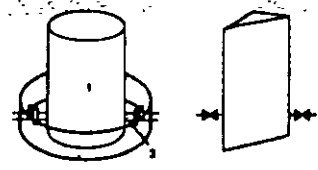
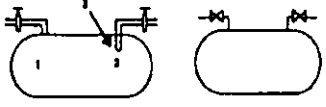
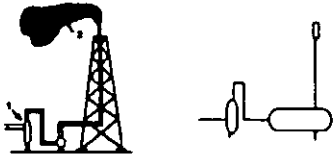
2. Definición de los nudos.

En cada subsistema se identificarán una serie de nudos o puntos claramente localizados en el proceso. Ejemplos de nudos pueden ser, la tubería de alimentación de una materia prima, un reactor aguas arriba de una válvula reductora, impulsión de una bomba, superficie de un depósito, etc.

Figura 3.3. Casos de falla.

Esquema/símbolo	Concepto	Fallas típicas	Dimensiones sugeridas de falla para el cálculo de la cantidad de material liberado
	<p>Tuberías Incluye: tubos, bridas, soldaduras, codos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fuga en brida 2. Fuga en tubo 3. Falla de soldadura 	<p>20% del diám. del tubo 100 y 20 % del diám. del tubo 100 y 20 % del diám. del tubo</p>
	<p>Conexiones flexibles Incluye: mangueras, conectores, brazos articulados</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fuga por ruptura 2. Fuga en conexión 3. Falla del mecanismo de conexión 	<p>100 y 20 % del diám. del tubo 20 % del diám. del tubo 100 % del diám. del tubo</p>
	<p>Filtros Incluye: filtros</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fuga del cuerpo 2. Fuga en tubos 	<p>100 y 20 % del diám. del tubo 20 % del diám. del tubo</p>
	<p>Válvulas Incluye: Esfera, compuerta, globo, pistón, aguja, mariposa, de liberación, de retención</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fuga en el cuerpo 2. Fuga en la cubierta 3. Falla del vástago 	<p>100 y 20 % del diám. del tubo 20 % del diám. del tubo 20 % del diám. del tubo</p>
	<p>Depósitos de presión/depósitos de proceso Incluye: separadores, lavadores, tanques de contacto, reactores, intercambiadores de calor, columnas, etc.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ruptura del depósito; Fuga del depósito. 2. Fuga en la cubierta del registro. 3. Falla en la admisión. 4. Falla en la línea de instrumentos. 5. Explosión interna 	<p>Ruptura total; 100% del diám. de la tub. más larga. 20% del diám. de la abertura 100% del diám. del tubo. 100 y 20 % del diám. del tubo. Ruptura total</p>
	<p>Bombas Incluye: Bombas centrífugas, bombas reciprocantes.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falla de la carcaza 2. Fuga en la garganta 	<p>100 y 20 % del diám. del tubo. 20 % del diám. del tubo</p>
	<p>Compresores Incluye: Compresores centrífugos, compresores axiales, compresores reciprocantes.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falla en la carcaza 2. Fuga en la garganta 	<p>100 y 20 % del diámetro 20 % del diámetro</p>

Figura 3.3. Casos de falla. (Continuación)

Esquema/símbolo	Concepto	Fallas típicas	Dimensiones sugeridas de falla para el cálculo de la cantidad de material liberado
	<p>Tanques de almacenamiento (en condiciones ambiente) Incluye: Todos los tanques a condiciones ambiente (Las conexiones de los tubos y muros de contención de derrames también se consideran como parte de este componente)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falla del tanque 2. Fuga en conexiones 	<p>Ruptura total 100 y 20 % del diám. del tubo.</p>
	<p>Tanques de almacenamiento (presurizados o refrigerados) Incluye: Tanques presurizados o depósitos para transporte, almacenamientos refrigerados.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. BLEVE 2. Ruptura 3. Falla de soldadura <p>Nota: Estos tanques de almacenamiento pueden tener muros de contención de derrames, los cuales deben ser considerados en el análisis</p>	<p>Ruptura total Ruptura total 100 y 20 % del diám. del tubo.</p>
	<p>Columna de venteo Incluye: Todas las columnas de venteo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fuga en registro 2. Descarga fuera de especificación 	<p>100 y 20 % del diám. del tubo Debe ser estimada</p>

Adaptado de Techniques for Assessing Industrial Hazard. World Bank Technical Paper Number 55.

Cada nudo será numerado correlativamente dentro de cada subsistema y en el sentido de proceso para mayor comodidad. La técnica HAZOP se aplica a cada uno de estos puntos: Cada nudo vendrá caracterizado por unos valores determinados de las variables de proceso: presión, temperatura, caudal, nivel, composición, viscosidad, estado físico.

Los criterios para seleccionar los nudos tomarán básicamente en consideración los puntos del proceso en los cuales se produzca una variación significativa de alguna de las variables de proceso.

A efecto de la reproducibilidad de los estudios, es conveniente reflejar en esquemas simplificados (o en los propios diagramas de tuberías e instrumentación), los subsistemas considerados y la posición exacta de cada nudo y su numeración en cada subsistema.

Es de notar que por su amplio uso la técnica tiene variables en cuanto a su utilización que se consideran igualmente válidas. Entre éstas destacan, por ejemplo, la sustitución del concepto de nudo por el de tramo de tubería o la identificación nudo-equipos.

3. Definición de las desviaciones y palabras guía a estudiar.

Para cada nudo se plantearán, de forma sistemática, las desviaciones de las variables de proceso aplicando a cada variable una palabra guía. Por ejemplo

Palabras guía	Variables de proceso o desviación
Más Menos No Inverso	Presión Temperatura Caudal Nivel

En lo esencial, las palabras guía se utilizan para que las preguntas que se formulan con el fin de poner a prueba la integridad de cada parte del diseño, sirvan para analizar cada forma concebible en que el diseño se podría desviar de su intención. Habitualmente, esto produce varias desviaciones teóricas y cada desviación se estudia luego para decidir cómo podría producirse y cuáles serían sus consecuencias.

Es posible que algunas de las causas sean poco realistas y en ese caso las consecuencias derivadas se rechazarán por carecer de interés. Algunas de las consecuencias pueden ser triviales, y su examen no se proseguirá. Sin embargo, puede haber algunas desviaciones cuyas causas sean concebibles y cuyas consecuencias sean potencialmente graves. De éstas se ha de tomar nota para adoptar medidas correctivas.

Después de examinar una parte del diseño y de registrar todos los riesgos potenciales asociados con ella, el estudio pasa a concentrarse en la parte siguiente del diseño. El examen se repite hasta que se ha estudiado toda la planta.

El objetivo del examen es poner al descubierto todas las desviaciones posibles de la forma en que el diseño está destinado a funcionar y todos los riesgos asociados con esas desviaciones. Además, algunos de los riesgos se pueden evitar si la solución es evidente y no es probable que ocasione efectos negativos en otras partes del diseño, pudiéndose adoptar sobre la marcha la decisión de modificar el diseño. Sin embargo, esto no siempre es posible, en particular cuando puede resultar necesario, por ejemplo, obtener más información. En consecuencia, el resultado de los exámenes normalmente consiste en una mezcla de decisiones y de preguntas por contestar en las "sesiones HAZOP".

4. Sesiones HAZOP

Las sesiones HAZOP tienen como objetivo inmediato analizar las desviaciones analizadas de forma ordenada partiendo de los diferentes nudos.

5. Informe Final

El informe final de un HAZOP constará de los siguientes documentos:

- Esquemas simplificados con la situación y numeración de los nudos de cada subsistema.
- Formatos de recopilación de las sesiones con indicación de las fechas de realización y composición del equipo de trabajo.
- Análisis de los resultados obtenidos. Se puede llevar a cabo una clasificación cualitativa de las consecuencias identificadas.
- Lista de las medidas a tomar obtenidas de las sesiones. Constituye una lista preliminar que debería ser debidamente estudiada en función de otros criterios y cuando se disponga de más elementos de decisión.

- Lista de los sucesos iniciadores identificados.

Ambito de Aplicación del método HAZOP.

El método encuentra su utilidad principalmente en instalaciones de proceso de relativa complejidad o en áreas de almacenamiento con equipos de regulación o diversidad de tipos de trasiegos.

Ventajas del método.

- Es la ocasión perfecta y quizás "única" para contrastar distintos puntos de vista de una planta.
- Es una técnica sistemática que puede crear, desde el punto de vista de seguridad, hábitos metodológicos útiles.
- El coordinador mejora su conocimiento del proceso.
- No requiere prácticamente recursos, a excepción del tiempo de dedicación.

Desventajas.

- Es una técnica cualitativa. No hay una valoración real de la frecuencia de las causas que producen una consecuencia grave ni tampoco del alcance de la misma.
- Las modificaciones a la planta surgidas de HAZOP deben analizarse con mayor detalle.
- Los resultados obtenidos son muy dependientes de la calidad del equipo.
- Es muy dependiente de la información disponible. Puede omitirse un riesgo si los datos de partida son erróneos o incompletos

Ejemplo 3.2

En la Figura 3.4 se tiene el diagrama de una planta en la que los productos químicos A y B reaccionan para formar un producto C. Se dará por supuesto que las reacciones químicas del proceso son tales que la concentración de materia bruta B nunca debe superar a la A o de lo contrario se producirá una explosión. Ilustrar los principios del procedimiento HAZOP.

Con respecto a la Figura 3.4, se inicia, por ejemplo por la tubería que se extiende desde la succión de la bomba que alimenta a la materia prima A a donde penetra en el recipiente de presión.

La intención define de qué manera se espera que funcione la pieza. Esta puede adoptar varias formas y puede ser descriptiva o esquemática. En muchos casos consistirá en una gráfica de fases de fabricación o en un diagrama lineal. En este ejemplo, la intención se describe en parte por medio del diagrama del proceso de fabricación y en parte por las necesidades del proceso de control para transferir A a un ritmo determinado. La primera desviación es la que se produce al aplicar las palabras guía NO, o NO HACERLO a la intención. Esto se combina con la intención a indicar NO TRANSFERIR A. A continuación se examina el diagrama del proceso de fabricación para determinar las causas que podrían provocar una suspensión completa del flujo de A. Esas causas podrían ser:

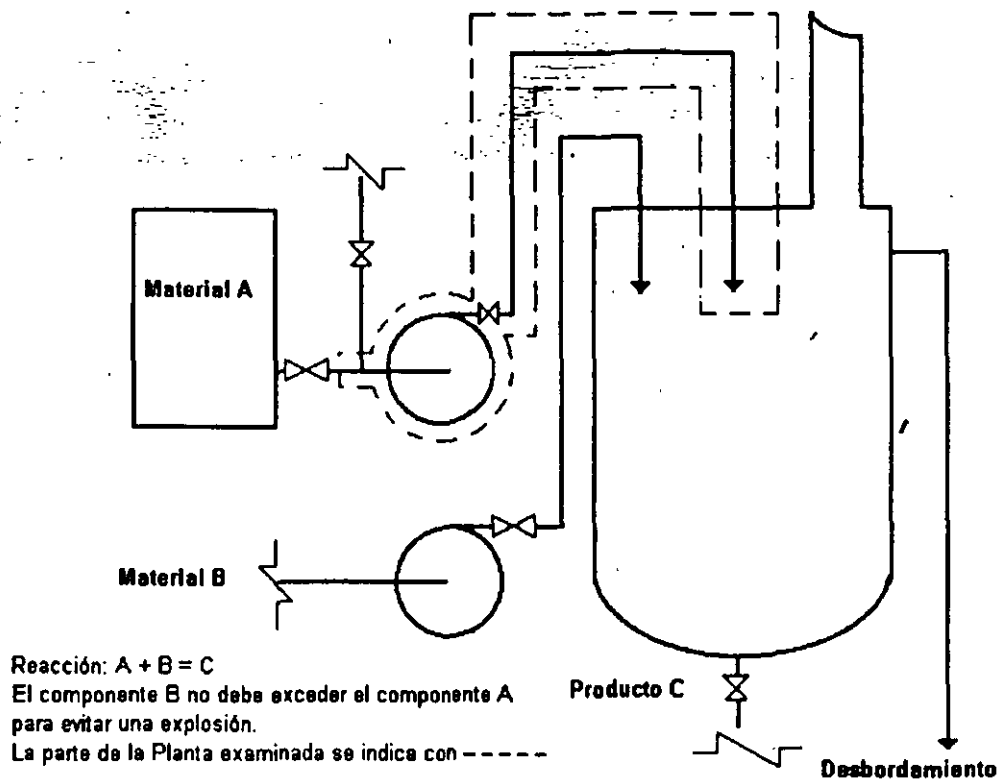


Figura 3.4. Ejemplo de un diagrama de fabricación.

- a) La cisterna de alimentación está vacía;
- b) La bomba no consigue girar debido a:
 - Una falla mecánica;
 - Una falla eléctrica;
 - Que no está conectada, etc.;
- c) Rotura de la tubería;
- d) Cierre de la válvula de aislamiento;

Obviamente, por lo menos algunas de estas causas son concebibles, de modo que existe una desviación que tiene explicación.

A continuación se examinan las consecuencias. El cese total del flujo de A provocaría muy pronto un exceso de B sobre A en el recipiente de reacción y, en consecuencia, un riesgo de explosión. Por consiguiente, se ha descubierto un riesgo en el diseño, que se anota para examinarlo más a fondo.

La siguiente palabra guía que se ha de aplicar es MAS. La desviación consiste en que: HA PASADO MÁS A AL RECIPIENTE DE REACCION.

La causa podría consistir en que las características de la bomba pueden producir en algunas circunstancias un ritmo de flujo excesivo. Si se acepta esta causa como realista, se examinan las consecuencias:

- a) La reacción produce C contaminando con un exceso de A que pasa a la etapa siguiente del proceso;
- b) El flujo excesivo que pasa al recipiente de reacción significa que una parte de él saldrá del recipiente por desbordamiento.

Habría que obtener más información para decidir si esas consecuencias constituirían un riesgo.

De la misma manera, se aplicarán otras palabras guía hasta que se haya examinado la tubería que introduce la materia prima A. El examen avanza luego hacia la parte siguiente del diseño y se repite con respecto a cada parte de éste.

3.1.3 Criterios de selección.

Las técnicas de identificación de riesgos citadas en el apartado 3.1.1, tienen peculiaridades que hacen que su aplicación pueda resultar más provechosa en una u otra circunstancia.

Por otra parte, las áreas de una instalación compleja tienen características propias que hacen aconsejables unas u otras técnicas.

Los criterios de selección básicamente son:

1. Criterios aplicables a toda la instalación
 - Tamaño de la instalación
 - Plantilla.
2. Criterios aplicables a cada unidad¹¹:
 - Cantidades almacenadas
 - Tipo de proceso
 - Condiciones de almacenamiento y operación
 - Control
 - Antigüedad de la unidad
 - Ampliación o modificación
 - Vulnerabilidad del entorno
 - Fase operativa
 - Diseño

En el Cuadro 3.2 se describen de forma general algunos criterios para la selección de algunos métodos para identificación de riesgos.

Se puede observar en el Cuadro 3.2 que el índice Mond y el índice Dow sólo se aplican en la fase de proyecto.

El método HAZOP sería utilizado cuando las cantidades de almacenamiento y operación tengan rangos de medio a importante.

El método de análisis histórico es al que más se recurre para todo tipo de procesos, condiciones de operación y almacenamiento, fases, antigüedad, etc.

¹¹ Unidad. Es la parte de la instalación en la que se lleva a cabo un proceso determinado.

Cuadro 3.2
Características de los métodos de Identificación de Riesgos.

Método	A. Cantidades Almac. y Proc.	B. Proceso	C. Condiciones Alm/Oper.	D. Control	E. Antigüedad	F. Ampl/Mod	G. Fase Oper
	1. Importante 2. Medio 3. Pequeño	1. Continuo 2. Batch	1. Muy Severas 2. Severas 3. Poco Severas	1. Control distrib.	1. Nueva 2. Antigua 3. Proyecto	1. Ampliac. 2. Modific.	1. P marcha 2. Arranque 3. Funciona 4. Parada
Análisis histórico	1 2 3	1 2	1 2 3	1	1 2 3	1 2	1 2 3 4
HAZOP	1 2	1	1 2		1 3	1	3
Chek list	3	2	3	1	2	2'	1 2-4
What if.	3	2	3	1	2	2	1 2 4
Ind.Mond					3		
Ind.Dow					3		

3.2 Evaluación de riesgo.

De acuerdo con el procedimiento básico de un estudio de riesgo, después de la identificación de las fallas potenciales debe efectuarse el cálculo de la cantidad de material peligroso liberado en cada falla y calcularse el impacto de cada liberación en el equipo de la planta, la gente, el ambiente y propiedades. El procedimiento que sigue a la identificación de riesgos se describe a continuación.

Paso 1. Calcular los gastos de liberación.

Las fallas pueden estar seguidas por una liberación instantánea o continua de material peligroso. La cantidad o gasto de esta liberación se calcula usando modelos matemáticos; la elección del modelo depende de la naturaleza del material y de las condiciones de descarga asumidas.

Paso 2. Agrupar los gastos liberados.

Con el fin de reducir la cantidad de cálculos requeridos, aquellas liberaciones que involucran gastos de liberación similares (o cantidades similares de un material), a temperaturas semejantes pueden también agruparse. La dispersión y el cálculo de las consecuencias requieren efectuarse sólo una vez por cada grupo de liberaciones agrupadas.

Paso 3. Cálculo de las consecuencias.

Las consecuencias en el sitio y fuera de él se calculan usando modelos matemáticos; existen métodos para estimar la expansión, dispersión, incendios, explosiones e impactos tóxicos.

Paso 4. Comparar los resultados.

Existen formatos diseñados para asistir al analista en el registro, ordenamiento y comparación de los resultados de una evaluación de riesgo para una planta compleja.

Paso 5. Graficación del efecto con respecto a la distancia.

En última instancia, el resultado de los cálculos de evaluación de riesgo deben ser considerados en relación a la geografía local y población. Dado que los resultados para cada caso de liberación incluyen un efecto "de distancia" los impactos del riesgo pueden estimarse mediante el dibujo del "radio de efectos" usando círculos sobre planos locales.

Paso 6. Estimación de la frecuencia del evento.

El analista puede usar datos confiables para estimar la frecuencia de ocurrencia para cada caso de falla. Si existen datos de falla de la planta en estudio, deben usarse preferentemente sobre datos generales de falla. En esta etapa el analista será capaz de hacer sólo una estimación superficial de frecuencias; un análisis de riesgo completo involucraría análisis de confiabilidad. Sin embargo, las frecuencias son importantes debido a que añaden una perspectiva adicional al análisis, y son útiles cuando se trata de decidir cómo distribuir recursos limitados para medidas de remediación.

Paso 7. Interpretación de resultados

El analista debe entonces decidir si la planta representa una amenaza inaceptable para sus empleados o para la comunidad.

Paso 8. Elección y análisis de las medidas de remediación.

Si el riesgo es inaceptable, el analista debe considerar la manera de reducirlo. Se han desarrollado muchos métodos para reducir los riesgos en complejas plantas de proceso. Los detalles de muchos de estos métodos serán específicos para la planta en estudio, de manera que en el reducido espacio de este texto no podría darse una descripción comprensiva de las opciones disponibles. El analista puede cuantificar los beneficios de una medida de remediación repitiendo los cálculos de consecuencias relevantes.

Como ya se ha mencionado, los accidentes que se presentan en una instalación industrial pueden ser: incendio, explosión y fuga o derrame de sustancias peligrosas.

Estos accidentes pueden llevar asociados los siguientes efectos físicos:

- Radiación térmica;
- Sobrepresión;
- Impulso ;
- Proyección de fragmentos;
- Emisión de sustancias tóxicas;

El cálculo de consecuencias permitirá conocer el alcance de los efectos físicos derivados de un determinado accidente.

En México, por ejemplo, la SEMARNAP cuenta con un programa computarizado (modelo de simulación) denominado Sistema de Información Rápida de Impacto Ambiental (SIRIA), el cual es utilizado para evaluar los impactos ambientales producidos por los proyectos de desarrollo del país.

El sistema cuenta con dos módulos de evaluación, además de otros, relacionados con los estudios de riesgo; estos módulos son:

a. Modelos de dispersión de aire:

a.1. Modelo de dispersión de fugas y derrames. Se aplica para estimar concentraciones de sustancias peligrosas a nivel de piso, proveniente de una fuga gaseosa o del derrame de un líquido que se evapora. Los resultados que reporta el modelo son la distancia de la pluma para alcanzar una concentración dada y el área de exclusión o área de riesgo, dentro de la cual se pueden tomar acciones preventivas de evacuación en caso de accidentes.

a.2. Modelo de dispersión de un "puff". Considera la dispersión en burbuja tridimensional, formada por la masa de una sustancia que es liberada a la atmósfera en unos cuantos segundos, tal como una nube de gas provocada por la explosión o ruptura de una esfera de almacenamiento.

b. Modelo de nubes explosivas.

Se considera para gases en estado líquido por enfriamiento, por efecto de una presión y para gases sujetos a presiones de 500 psi o mayores así como líquidos inflamables o combustibles a una temperatura mayor a su punto de ebullición y mantenidos en estado líquido por efectos de presión (exceptuando materiales con viscosidad mayor a $1E^6$ centipoises o puntos de fusión sobre 212 grados Fahrenheit).

Las determinaciones efectuadas con SIRIA, posibilitan simular escenarios con los datos que se reporten en los estudios de riesgo, permitiendo ver el posible comportamiento de las sustancias manejadas, dando una amplia visión de las consecuencias y afectaciones esperadas y aportando acciones tendientes a reducir los radios de afectación mediante la instrumentación de medidas de seguridad adicionales.

3.2.1 Areas de salvaguarda (zis)

El cálculo de consecuencias permite en última instancia conocer las áreas de riesgo de los accidentes. El Instituto Nacional de Ecología (INE) utiliza como criterios de protección en la evaluación de riesgos, los que se definen a continuación.

Zona Intermedia de salvaguarda (ZIS): Incluye las áreas en las cuales se presentarían límites superiores a los permisibles para la salud del hombre, afectaciones a sus bienes y al ambiente en caso de fugas accidentales y/o derrames accidentales de sustancias tóxicas y de presencia de ondas de sobrepresión en caso de formación de nubes explosivas; esta zona está conformada, a su vez, por dos zonas; la zona de riesgo y la zona de amortiguamiento.

Zona de riesgo: es la zona de restricción total en la que no se debe permitir ningún tipo de actividad, incluyendo los asentamientos humanos y la agricultura, con excepción de actividades de forestación, el crecimiento de la misma así como el mantenimiento y vigilancia.

Zona de amortiguamiento: es la zona donde se pueden permitir determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al medio ambiente, restringiendo el crecimiento de la población ahí asentada y capacitándola en los Programas de Emergencia que se realicen para tal efecto.

1. Caso de afectación por sustancia tóxica

- 1.1. Zona de riesgo: está definida por un índice conocido como IDLH, que es el valor máximo de concentración de una sustancia tóxica a la que una persona puede escapar sin sufrir daños irremediables a su salud, si se expone a ella por un lapso de 30 minutos.
- 1.2. Zona de amortiguamiento: está definida por el TLV 15¹², que es el valor promedio máximo al que una persona puede estar expuesta durante 15 minutos sin que se dañe su salud.

2. Caso de afectación por sustancias inflamables

2.1. Afectación por incendios

- 2.1.a. Zona de riesgo: es el área en la que se alcanza una radiación térmica de 5 kW/m².
- 2.1.b. Zona de amortiguamiento. No se ha definido un valor para esta zona.

2.2. Afectación por explosiones

- 2.2.a. Zona de riesgo: es el área en la que se alcanza una sobrepresión de 0.5 lb/pul²
- 2.2.b. Zona de amortiguamiento: No se ha definido un valor para esta zona.

3.3. Estimación de la frecuencia del suceso

Para evaluar la probabilidad de ocurrencia de un determinado suceso puede recurrirse a la información contenida en bancos de datos confiables o a la propia información que se haya podido recopilar en las instalaciones en estudio.

Puede usarse la información sobre frecuencia y consecuencia por separado con el fin de comunicar cuan riesgosa (o segura) es una determinada instalación. Por ejemplo, si se han identificado dos acontecimientos (o grupos de acontecimientos) peligrosos como verosímiles, será suficiente con presentar una lista que muestre las relaciones frecuencia-consecuencia en cada acontecimiento.

	Frecuencia	Consecuencia
Acontecimiento 1	f ₁	S ₁
Acontecimiento 2	f ₂	S ₂

¹² TLV (S). Su traducción literal y usual es "Valor(es) Límites(s) Umbral(es)". Son los límites Permisibles de Concentración establecidos por el American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), cuyo criterio general asume que una exposición a una sustancia tóxica que no exceda el TLV, se producirá un daño pequeño para la mayoría de los individuos. Existen 3 categorías de TLV; el TWA, el STEL y el C. El INE toma como criterio el TWA también llamado TLV 8 que es la Concentración Promedio de Tiempo Ponderado, para una jornada de trabajo normal de 8 horas diarias durante 15 días (40 horas semanales), y también utiliza el STEL también llamado TLV 15 que es la máxima concentración en aire al que las personas pueden ser expuestas, por un período de 15 minutos de manera continua, sin sufrir irritación, cambios crónicos o irreversibles en la piel, o bien sin sufrir un nivel de narcosis que pudiera aumentar la probabilidad de accidente o la imposibilidad de salvarse por sí mismo o reducir la eficiencia en el trabajo. Guía para la elaboración de los programas para la prevención de accidentes, pag 21. COAAPPA, 17-VII-95.

Sin embargo, si se desea comparar esta instalación con otra o formarse un juicio de la aceptabilidad de esta instalación, se requiere una medida más simple y conveniente. Esta medida debe llamarse "riesgo":

El riesgo producido por cada acontecimiento en una instalación donde son posibles eventos múltiples, tales como rotura de un tanque o tubería (no necesariamente simultáneos) se llama caso de riesgo.

$$\text{CASO DE RIESGO} = \text{Frecuencia de la ocurrencia de un acontecimiento peligroso} \times \text{Consecuencias estimadas del acontecimiento}$$

La suma de todos los casos de riesgo dá el riesgo de la instalación.

Las unidades posibles del riesgo son:

- . muertos/año
- . heridos/año
- . \$/año
- . hectáreas contaminadas/año
- . cantidad de fauna y flora silvestre/año

De esta manera, se puede definir "riesgo personal" como la posibilidad de que una persona (individuo) sea afectada adversamente durante el año por un acontecimiento de peligro potencial en las instalaciones (por ejemplo, la posibilidad de que muera una persona expuesta durante el año).

Por otra parte "riesgo social" será el número de receptores que se esperaría afectar adversamente (por ejemplo, muerte) anualmente debido a acontecimientos potencialmente peligrosos en las instalaciones (por ejemplo, estadísticas de muertes por año).

Ejemplo 3.3

Con relación a la Figura 3.5, se supone la existencia de dos depósitos conteniendo gas tóxico e inflamable a distancias d_1 y d_2 , respectivamente, de una casa. Calcular el "riesgo personal" de muerte en la casa y el "riesgo social" si la frecuencia de falla del depósito 1 es $f_1 = 10^{-5}$ /año y $f_2 = 3 \times 10^{-5}$ /año para el depósito 2. La probabilidad de que una persona muera a la distancia d_1 es del 40 % y del 30 % a la distancia d_2 .

Solución conceptual.

Riesgo personal I :

$$\begin{aligned} \text{Debido al tanque 1 } I_1 (R; d_1) &= f_1 P_{d1} \\ \text{Debido al tanque 2 } I_2 (R; d_1) &= f_2 P_{d2} \\ \text{TOTAL } I (R; d_1, d_2) &= I_1 (R; d_1) + I_2 (R; d_2) \end{aligned}$$

Riesgo social. Se asume que existen N residentes en la casa y ninguna casa vecina.

$$\begin{aligned} \text{Debido al tanque 1 } S_1 &= f_1 (P_{d1} N) \\ \text{Debido al tanque 2 } S_2 &= f_2 (P_{d2} N) \\ \text{TOTAL } S_2 &= S_1 + S_2 \end{aligned}$$

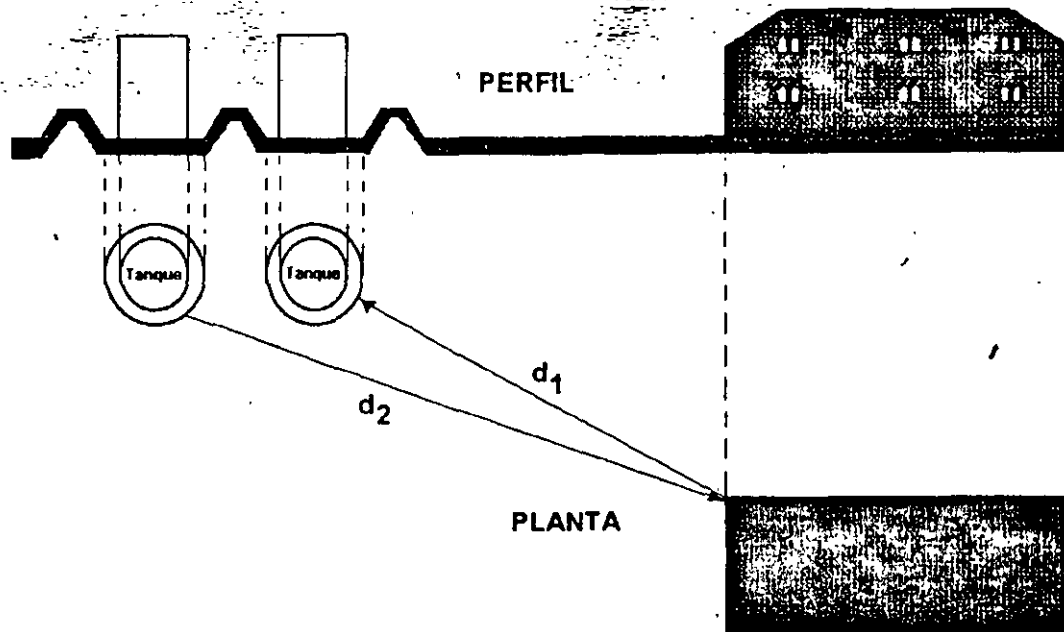


Figura 3.5. Esquema del Ejemplo 3.3.

3.3.1. Técnicas de análisis de frecuencias

En las evaluaciones de riesgo es necesario el análisis cuantitativo de frecuencia para poder establecer con qué periodicidad podría suceder un escape o emisión peligrosa, y la probabilidad de un desenlace peligroso determinado, como producto del escape; por ejemplo, si podría haber una BLEVE infamable después del escape de un gas licuado inflamable.

Las técnicas de análisis de frecuencia incluyen:

- Uso de datos históricos.
- Modelación detallada de frecuencia.
- Análisis de falla de origen común.
- Análisis de confiabilidad humana.
- Análisis de acontecimientos externos.

A continuación se describen brevemente estas técnicas.

- Uso de datos históricos para calcular la frecuencia de los escapes.

Incluye el análisis y agrupamiento de accidentes registrados durante un periodo de tiempo; suministra directamente el acontecimiento más frecuente sin necesidad de hacer una modelación detallada de la frecuencia.

- Modelación detallada de frecuencia

Esta técnica se utiliza para estimar las frecuencias o probabilidades de más datos básicos cuando no hay datos históricos disponibles o son limitados. Entre estas técnicas, las principales son: árboles de fallas y árboles de sucesos (o de eventos).

c) Análisis de falla de origen común.

Se usa para identificar y analizar sucesos individuales que pueden ocasionar fallas de más de un componente del sistema. Ejemplos de orígenes comunes típicos son: falla en el sistema de ventilación de instrumentos o corte de energía.

d) Análisis de confiabilidad humana.

Se usa para suministrar estimaciones cuantitativas acerca de la frecuencia de errores humanos para incluirlos en el análisis del árbol de fallas.

e) Análisis de acontecimientos externos.

Se usa para identificar y analizar los sucesos externos, tales como terremotos, catástrofes aéreas, terrorismo, etc., los cuales pueden iniciar accidentes potenciales, especialmente aquellos que tiene el potencial para iniciar fallas de origen común.

Por considerarla de especial interés, en los apartados siguientes se describe la técnica de modelación detallada de frecuencia mediante árboles de fallas y árboles de sucesos.

3.3.1.1. Arboles de fallas

Los árboles de fallas constituyen una técnica ampliamente utilizada en los análisis de riesgo debido a que proporcionan resultados tanto cualitativos como cuantitativos.

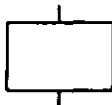
Esta técnica consiste en un proceso deductivo basado en las leyes del álgebra de Boole, que permite determinar la expresión de sucesos complejos estudiados en función de las fallas básicas de los elementos que intervienen en él. De esta manera, se puede apreciar de forma cualitativa qué sucesos son menos probables porque requieren la ocurrencia simultánea de numerosas causas.

La técnica consiste en desglosar sistemáticamente un suceso complejo, denominado suceso TOP, en sucesos intermedios hasta llegar a sucesos básicos.

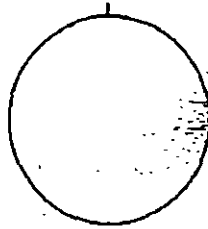
Suceso TOP: es el suceso complejo que se somete a estudio. Se representa mediante un rectángulo y ocupa la parte superior de la estructura lógica que representa el árbol de fallas.



Sucesos intermedios: son sucesos que se encuentran en medio del proceso de desglose y que a su vez pueden ser de nuevo desglosados. Se representan en el árbol de fallas como rectángulos y se colocan en medio de la estructura.

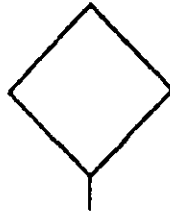


Sucesos básicos: Son los sucesos terminales del desglose. Pueden representar cualquier tipo de suceso: sucesos de "fallas", error humano, o sucesos de "éxito", ocurrencia de un evento determinado. Se representan en forma de círculos en la estructura del árbol.



Suceso básico

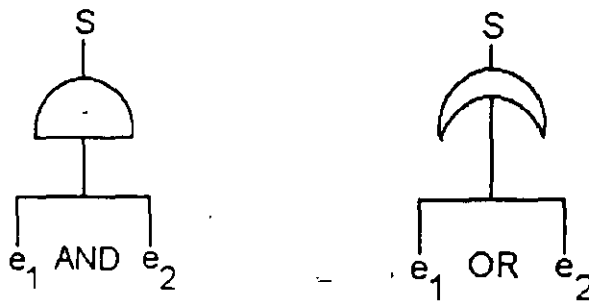
Sucesos no desarrollados. Existen sucesos en el proceso de desglose del árbol de fallas que no prosiguen, por falta de información o bien porque no se considera necesario. Se representan mediante un rombo y se tratan como sucesos básicos.



Suceso no desarrollado

En el proceso de desglose del árbol se recurre a una serie de **puertas lógicas** que representan los operadores del álgebra de sucesos. Los dos tipos más elementales corresponden a las puertas AND y OR cuyos símbolos se indican a continuación. La puerta OR se utiliza para indicar un "O" lógico: significa que la salida lógica S ocurrirá siempre y cuando ocurran por lo menos una de las dos entradas lógicas e_1 ó e_2 .

La puerta AND se utiliza para indicar un "Y" lógico. Para que ocurra la salida lógica S es necesario que ocurran conjuntamente las dos entradas lógicas e_1 y e_2 .



Se acostumbra numerar las puertas del árbol para facilitar su identificación.

Elaboración de árboles de fallas

En la elaboración del árbol de fallas se integran todos los conocimientos sobre el funcionamiento y operación de la instalación con respecto al suceso estudiado

El primer paso consiste en identificar el suceso "no deseado" o suceso TOP que ocupara la cúspide de la estructura gráfica representativa del árbol. Los eventos TOP son los acontecimientos más notorios tales como escapes de materiales tóxicos o inflamables o fallas en depósitos. De la definición clara y precisa del suceso TOP depende todo el desarrollo del árbol.

A partir del suceso TOP se establecerán en forma sistemática todas las causas inmediatas (necesarias y suficientes) que contribuyen a la ocurrencia del suceso TOP o principal, definiendo así los sucesos intermedios unidos a través de las puertas lógicas. El proceso de desglose de un suceso intermedio se repite sucesivamente hasta llegar a los sucesos básicos, mismos que no pueden seguir desglosándose, ya sea por falta de información, o por decisión del consultor. Este

proceso de desglose se lleva a cabo usando la "lógica de retroceso" formulando preguntas como las siguientes: ¿cómo puede suceder esto?; o ¿cuáles son las causas de este suceso?.

Para seguir los eventos se utiliza un enfoque de palabras guía y por cada línea se hacen preguntas como las siguientes: ¿qué causa (no causaría, más, menos) (flujo, presión) en esta línea?, e ir hacia atrás hasta que se identifique un acontecimiento básico con una frecuencia reconocida, como puede ser una falla de la bomba o un error humano.

La construcción de un árbol de fallas es un arte más que una ciencia.

Conjuntos mínimos de fallas.

Son las combinaciones mínimas de sucesos primarios cuya ocurrencia simultánea garantiza la ocurrencia del propio suceso TOP.

Del estudio y análisis de la lista de conjuntos mínimos de fallas se podrán obtener las conclusiones cualitativas sobre las causas principales que conducen al evento en estudio o suceso TOP.

Ambito de aplicación del método.

Esta técnica, por su grado de elaboración, se aplica a sucesos relativamente complejos para los cuales intervienen muchos elementos y que se pueden desglosar.

Recursos materiales del método.

Esta técnica es relativamente detallada y requiere un excelente conocimiento del sistema. Desde el punto de vista de documentación se requerirá toda la disponible, fundamentalmente la siguiente: diagramas de flujo, diagramas de tuberías e instrumentación, procedimientos de operación y mantenimiento así como diagramas lógicos de control.

Ventajas del método.

Esta técnica estudia las causas de los sucesos no deseados y permite evidenciar los puntos débiles de un sistema (conjuntos mínimos de fallas). Este aspecto es fundamental en materia de prevención de accidentes.

Desventajas del método.

El desarrollo cualitativo de un árbol de fallas ofrece sólo orientación en cuanto a la frecuencia en la ocurrencia de sucesos basada en el número de causas necesarias para su ocurrencia.

Es una técnica compleja; para su aplicación se requiere de experiencia en la metodología, conocimiento del sistema en estudio y de tiempo para su desarrollo.

Ejemplo 3.4

La Figura 3.6 muestra un sistema simple de almacenaje y entrega de gas licuado.

La Figura 3.7 ilustra el árbol de fallas correspondiente.

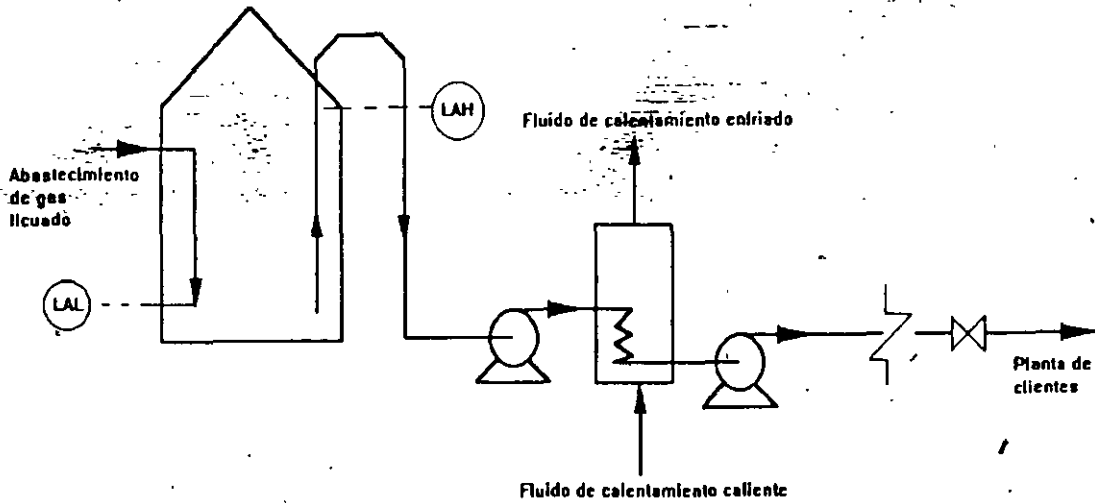


Figura 3.6. Sistema simple de almacenaje y entrega de gas licuado.

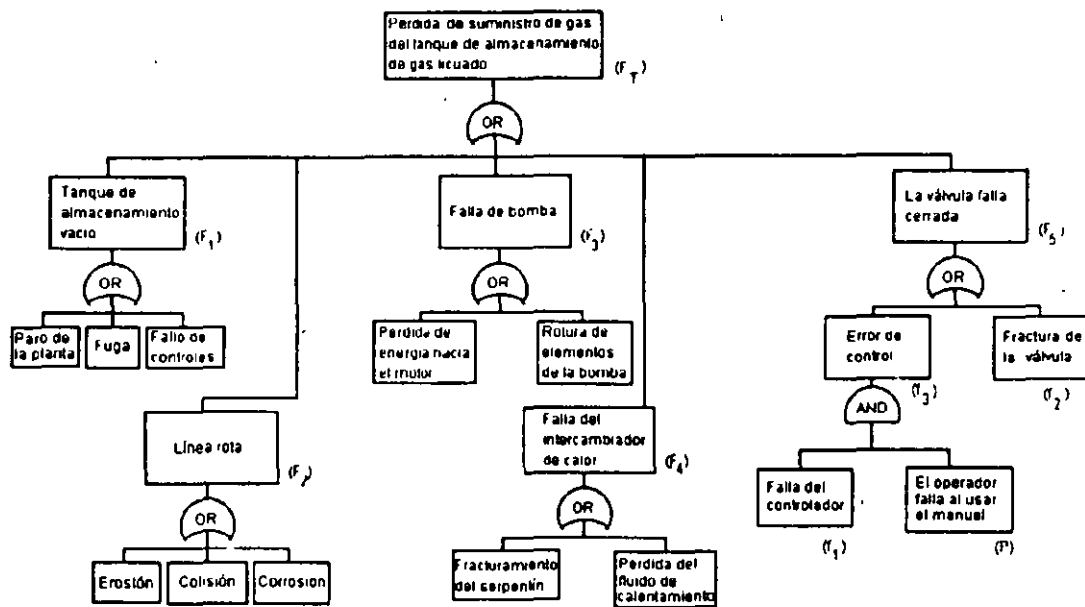


Figura 3.7. Árbol de fallas.

La frecuencia del caso en que "la válvula falla cerrada" se puede estimar basándose en:

- Información sobre la historia de confiabilidad del tipo de reguladores para controlar la válvula (f_1);
- Probabilidades históricas de errores del operador en operaciones similares siempre y cuando el regulador hubiera fallado (P); y
- Información histórica de confiabilidad en la integridad de la válvula (f_2).

En el Cuadro 3.3 se presentan las reglas para el cálculo del árbol de fallas de compuerta en compuerta.

Cuadro 3.3. Reglas para el cálculo de árbol de fallas de compuerta en compuerta.

COMPUERTA	ADMISION ENLACE	CALCULOS PARA ADMISION	UNIDADES
Ó (OR)	$P_A \text{ ó } P_B$	$P(A \text{ ó } B) = 1 - (1 - P_A)(1 - P_B)$ $= P_A + P_B - P_A P_B$ $= P_A + P_B$	t^{-1}
	$F_A \text{ ó } F_B$	$F(A \text{ ó } B) = F_A + F_B$	
	$P_A \text{ y } F_B$	No permitido	
Y (AND)	$P_A \text{ y } P_B$	$P(A \text{ y } B) = P_A P_B$	t^{-1}
	$F_A \text{ y } F_B$	Enlace no usual, reformar a F_A y F_B	
	$F_A \text{ y } P_B$	$F(A \text{ y } B) = F_A P_B$	

* P, probabilidad; F, frecuencia (tiempo t^{-1}); t, tiempo (usualmente en años).

Cálculo de la frecuencia del caso "falta de control":

$$f_3 = f_1 P$$

Cálculo de la frecuencia del caso en que "la válvula falla cerrada":

$$F_5 = f_3 + f_2$$

Cálculo de la frecuencia del caso del acontecimiento más notorio

$$F_T = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5$$

3.3.1.2. Árboles de Sucesos (o árboles de eventos).

Un árbol de sucesos es un modelo gráfico-lógico que identifica y cuantifica los resultados posibles después de haberse iniciado el acontecimiento.

La aplicación del árbol de sucesos **pre-incidente** proporciona una cobertura sistemática de la secuencia, en tiempo, de la propagación del suceso por medio de una serie de acciones del sistema de protección, funciones normales de la planta e intervenciones del operador. Esta aplicación se utiliza para evaluar la efectividad de un sistema de protección de elementos múltiples.

La aplicación **post-incidente** proporciona una cobertura sistemática de la propagación del acontecimiento por medio de un rango de consecuencias posibles, y se utiliza en la identificación de los resultados finales del incidente. Las consecuencias pueden ser directas, por ejemplo, incendios o explosiones; o indirectas, por ejemplo, efectos en cadena en plantas o unidades vecinas. La aplicación post-incidente es de uso común en la evaluación de seguridad en riesgos.

El objetivo de construir un árbol de sucesos es identificar los resultados importantes posibles que tiene valor para la evaluación del riesgo.

Si la meta del análisis es estimar el riesgo de muertes fuera del lugar, se requiere solamente desarrollar los resultados pertinentes a esa consecuencia (muertes fuera del lugar). Se pueden dejar de desarrollar las ramificaciones que conducen a consecuencias menores.

Un corolario de esto es que el analista del riesgo debe saber el orden de magnitud de las consecuencias potenciales del desenlace de los acontecimientos antes de terminar el desarrollo del árbol de sucesos.

Este requisito lleva frecuentemente a un proceso iterativo donde las consecuencias de los resultados de los sucesos se modelan primero utilizando enfoques aproximados, perfeccionando entonces el árbol de sucesos y repitiendo los cálculos de las consecuencias utilizando enfoques más detallados.

Construcción del árbol de sucesos

La construcción del árbol comienza por la identificación de los N factores condicionantes de la evolución del suceso iniciador. Se colocan éstos como cabeza de la estructura gráfica. Partiendo del iniciador se plantean sistemáticamente dos bifurcaciones: en la parte superior se refleja el éxito o la ocurrencia del evento condicionante y en la parte inferior se representa la falla o no ocurrencia del mismo. Se tienen 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 las cabezas se suele hacer por orden cronológico de evolución del accidente.

La técnica así aplicada proporciona la lista de las secuencias accidentales posibles, número de elementos que la constituyen y tipo (Éxito-Falla). De su estudio se podrán obtener las correspondientes conclusiones.

Ambito de aplicación del método

El método puede ser utilizado para describir la evolución de sucesos iniciadores y definir las secuencias accidentales.

Ventajas del método

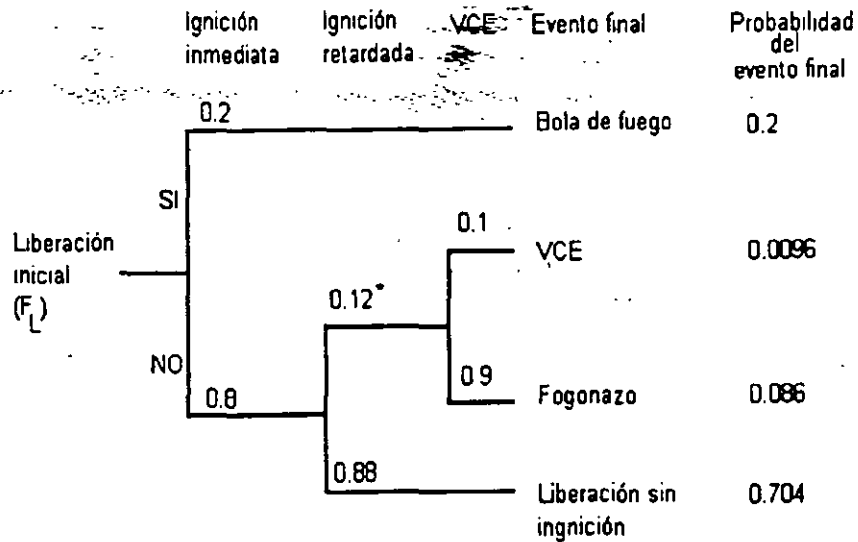
Permite un estudio sistemático y exhaustivo de la evolución de un suceso. Su aplicación es muy sencilla.

Desventaja del método

Si el árbol es grande su desarrollo puede hacerse laborioso.

Ejemplo 3.5

La Figura 3.8 ilustra el ejemplo del árbol de sucesos post-incidente de un gran escape de propano.



* Densidad de población suburbana.

Figura 3.8. Árbol de sucesos post-incidente de un gran escape de propano.

3.4 Resumen del Capítulo 3

Como resultado de un Estudio de Riesgo se obtendrá el cálculo de consecuencias de accidentes, mediante el cual será posible:

- 1) Definir la Zona de Salvaguardia.
- 2) Recomendar medidas de protección, como por ejemplo:
 - Sistemas contra incendios, incluyendo su dimensionamiento.
 - La separación mínima que debe existir entre los diferentes equipos.
 - La ubicación de instalaciones.
 - Los recursos para hacer frente a un accidente (como mascarillas, capacidad del sistema contra incendios, ropa y equipo de protección, extintores, etc.).

3) Establecer los planes de información y capacitación a los trabajadores.

Por otra parte la evaluación de frecuencias de accidentes permitirá:

- 1) Conocer las causas de los accidentes
- 2) Recomendar medidas de prevención, como son:
 - La instalación de sistemas de control de proceso, por ejemplo: cierre de válvulas por alta presión en reactor, etc.
 - La instalación de equipo redundante.
 - La instrumentación, como alarmas.
 - Modificación de prácticas operativas y/o procesos.

CAPITULO 4

EJEMPLO DEL CALCULO DE CONSECUENCIAS

En este capítulo se dan ejemplos de los cálculos necesarios para evaluar las consecuencias de accidentes mayores de un tipo de actividad específica, que es el manejo de gas L.P. para estaciones de autoabasto.

Este tipo de estaciones, en la actualidad, está teniendo un gran crecimiento provocado por el aumento de la contaminación atmosférica en el Valle de México. Las autoridades ambientales han promovido la conversión de combustible de los vehículos repartidores de diferentes empresas de gasolina a gas licuado del petróleo por ser un combustible más limpio. Sin embargo, se carece de estaciones públicas de autoabasto suficientes en las zonas industriales, además de que el traslado de vehículos hasta dichas estaciones resulta ineficiente. Por esta razón se han multiplicado las estaciones privadas de autoabasto, muchas de las cuales no cumplen con las características mínimas de seguridad.

A continuación se presentan los aspectos más relevantes de un proyecto de este tipo para su evaluación, desde el punto de vista de riesgo ambiental

El primer apartado se refiere a la descripción general del proyecto así como a los aspectos relevantes del medio urbano y socioeconómico, respectivamente.

El proyecto consiste en la implantación de una estación de servicio de gas L.P. con almacenamiento fijo, dentro del predio de estacionamiento de vehículos repartidores de una empresa; la capacidad del tanque de almacenamiento es de 5 000 litros agua al 100%.

De acuerdo a lo dispuesto en el artículo 5º de la LGEEPA, esta instalación deberá presentar un estudio de riesgo ya que se trata de una actividad que puede causar desequilibrios ecológicos en caso de presentarse algún accidente.

De acuerdo al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Abril de 1992 (Anexo 1), la cantidad de reporte que corresponde a gas L.P. comercial es de 50,000 kg, cantidad que es superior a la que se manejará en la estación de servicio, que es 2252.5 Kg.

En virtud de que la zona de ubicación de éste proyecto es en la Delegación de Iztapalapa del Distrito Federal, la autorización del proyecto será competencia de la Secretaría de Ecología del DDF, debido a que la cantidad que se manejará es menor a la de reporte. Por el tipo de instalación y la sustancia a manejar, se requiere la presentación de un estudio de riesgo en su modalidad de Informe Preliminar de Riesgo.

4.1. Descripción general del proyecto.

Las estaciones de suministro de gas carburante son los sistemas fijos o de tanques móviles, que mediante las instalaciones apropiadas, dispositivos de control y de seguridad se destinan exclusivamente a suministrar gas para su uso en motores de combustión interna.

El área que ocupará la estación de suministro de gas debe ubicarse en una zona segura dentro de las instalaciones proyectadas (Figura 4.1).

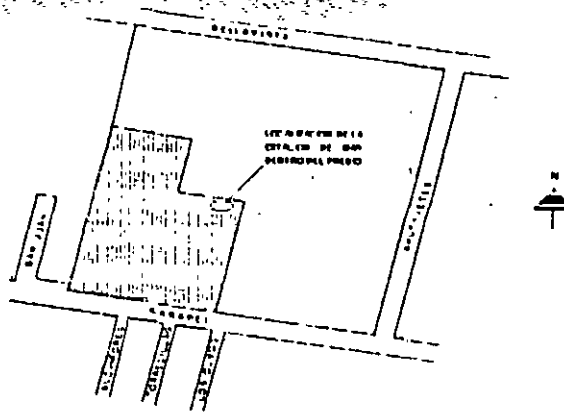


Figura 4.1. Croquis de localización de la estación de suministro de gas carburante dentro del predio.

La Figura 4.2 muestra los elementos que integran la estación de suministro de gas carburante propuesta.

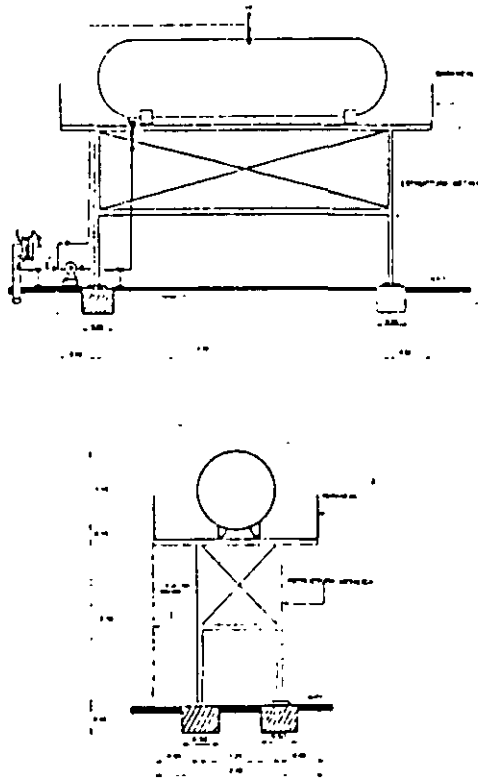


Figura 4.2 Elementos que integran la estación de suministro de gas carburante.

Colindancia del predio y uso de suelo.

El predio ocupado colinda al norte con un predio de propiedad de una empresa de Pre-concretos; al sur con la calle Sabadell; al este con un terreno baldío y al oeste con la calle San Juan.

El uso del suelo en la zona está considerado para industria vecina con intensidad baja.

Superficie requerida.

La superficie requerida para el establecimiento de la estación del suministro de gas L.P. es de 51.39 m² (8 m x 6.4 m) en la cual se incluye el área requerida para la base de sustentación del tanque, la zona de protección y la zona de carga.

4.2 Aspectos del medio urbano y socioeconómico.

La Delegación Iztapalapa se ubica al Suroeste del D.F., donde se encuentra asentada industria clasificada como media.

El comportamiento de los vientos dominantes en el Valle de México es de Noroeste a Suroeste, lo cual produce características importantes en la distribución de contaminantes, como el transporte de polvos del ex-Lago de Texcoco y de SO₂ y NO₂ del Noreste de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México hacia el Suroeste.

La población es de tipo urbana con una densidad en número general de 200 a 400 habitantes por kilómetro cuadrado.

La elevada densidad poblacional propicia la invasión de terrenos y los asentamientos irregulares en la zona, lo que impide una adecuada prestación de servicios públicos.

4.3 Componentes del proyecto y sus características

Descripción del tanque de almacenamiento de gas L.P.

El material de construcción consiste en un envase de acero fabricado por soldadura (proceso de fusión de arco eléctrico), destinado a contener gas L.P.

Es de tipo intemperie, cilindro horizontal con cabezas semiesféricas.

Accesorios: 1 medidor magnético de volumen, 1 válvula de llenado de doble check, 2 válvulas de seguridad, una válvula check-look, 1 válvula de retorno de vapor y 1 válvula de servicio. La salida del líquido está en la parte inferior, con válvulas de exceso de gasto y después de cierre manual.

Localización: La instalación será al aire libre, con amplia y natural ventilación, y con accesos que van de 1 a 2 m y escalera marina de material incombustible que será utilizada para el mantenimiento y lectura de válvulas y accesorios.

Conexión a tierra: El tanque se conectará a tierra con cable de cobre unido a varilla tipo Coperweld.

Sustentación: El tanque se sustentará en estructura metálica elevada, de dimensiones adecuadas, para soportar uniformemente la carga.

Tubería y accesorios

Tubería : El sistema quedará integrado por tubería rígida de acero al carbón, sin costura, roscada para una presión de 13.72 MPa

No habrá tuberías subterráneas.

Válvulas

Válvulas automáticas de relevo hidrostático, localizadas en tuberías del líquido, entre dos válvulas calibradas a 2.81 MPa (28.0 kg/cm²) para aberturas, protegidas con capuchón contra la intemperie.

Válvulas de corte manual, localizadas en lugar conveniente según la operación que se lleve a cabo y colocadas después de una válvula de exceso de gasto, para una presión de 2.85 MPa (28.0 kg/cm²).

Válvula automática de retorno líquido (by-pass), para retornar el gas líquido de la bomba hacia el tanque de almacenamiento. Esta válvula se calibrará para abertura de 53.87 MPa (5.25 Kg/cm²).

Para medir la salida de gas líquido, se tendrá un medidor volumétrico.

Para el trasiego del gas L.P. líquido, se utilizará una bomba blindada a prueba de chispa y explosión además de vapores inflamables.

La bomba se localizará dentro de la zona de seguridad del tanque estacionario, por lo que no estará expuesta a daños ocasionados por personas o vehículos.

Toma de recepción y suministro.

El llenado del tanque de almacenamiento se hará directamente del autotanque.

El suministro de gas L.P. a los recipientes montados en los vehículos repartidores, se hará por una toma. Esa toma estará firmemente sujeta a marco metálico o de concreto antes de la conexión de la manguera y se localizará dentro de la zona de protección del tanque.

La toma tendrá los siguientes componentes: una válvula de acceso de flujo, una válvula de corte manual, una válvula de relevo hidrostático, punto de fractura, conexión para la manguera, tramo de manguera, una válvula de cierre rápido, manual y acoplador.

La estación no estará ubicada al margen de alguna carretera y no se dará servicio al público.

Distancias mínimas

En este punto se especifican las distancias que existirán desde el tanque de abastecimiento hacia sus colindancias:

a) Lindero (Norte)	2.00 m
b) Zona de seguridad (Sur)	1.50 m
c) Edificios (estacionamiento)(Sur y Suroeste)	30.00m
d) Tablero general de energía eléctrica (Norte)	67.00m
e) Almacenes(Suroeste)	15.00m

Medidas de seguridad

Se contará con extinguidores Tipo ABC de 9.0 kg en tanque de almacenamiento, en cada bomba y en cada toma de suministro.

Se colocarán a una altura de 1.20 m del piso sujetándolos, de tal manera que puedan descolgarse fácilmente al ser usados; estarán en lugares visibles y de fácil acceso, sin obstáculos. La distancia entre uno y otro extinguidor será de 5.0 m. El lugar de localización tendrá una señalización de color rojo. Se efectuará una inspección de mantenimiento periódico para su buen funcionamiento.

Rótulos de prevención.

Los rótulos de prevención se distribuirán de forma conveniente y visible; se colocarán en zonas de almacenamiento, tomas de suministro y accesos, los rótulos tendrán leyendas como:

- *PELIGRO NO FUMAR*
- *APAGUE EL MOTOR ANTES DE CARGAR GAS*
- *GAS L.P. INFLAMABLE*
- *NO CARGUE GAS CON PERSONAS A BORDO*
- *PROHIBIDO EL PASO A PERSONAS AJENAS*

Se tendrá un tablero con instrucciones para la operación de suministro así como una tabla de colores diferenciando los diferentes tipos de tubería.

Se impartirán cursos de capacitación para el personal encargado de la estación de gas L.P., así como a los conductores de los vehículos.

Tipo de recipiente y/o envase de almacenamiento.

Se utilizará un tanque de almacenamiento para gas L.P. con las siguientes características:

Capacidad del tanque:	5 000 l, agua al 100%
Forma del tanque:	horizontal con cabezas semiesféricas
Material de construcción:	acero (soldado con arco eléctrico)
Peso del tanque:	1 032 kg
Altura del tanque:	1.16 m
Longitud del tanque de cabeza a cabeza	4.84 m
Longitud de pata a pata:	3.53 m
Longitud (de separación) entre patas:	0.50 m
Altura de patas de capuchón:	1.43 m

El concepto de gas L.P. (gas licuado de petróleo) se aplica a ciertos hidrocarburos específicos que se pueden licuar a presiones moderadas y temperaturas normales; pero que son gaseosos en condiciones atmosféricas normales. Los principales constituyentes del gas licuado del petróleo son el propano, propileno, butano, butileno e isobutano, mezclados en cualquier proporción o con el aire. El gas L.P. producido en la separación de hidrocarburos más pesados o más densos del gas natural se encuentra primordialmente en la serie parafínica (saturada). El gas L.P. derivado del gas de refinería petrolera puede contener cantidades bajas variables de hidrocarburos olefínicos (insaturados).

La mezcla más común del gas L.P. es de propano y butano, por lo que las propiedades físicas y químicas serán referidas en su mayor parte a estos compuestos alifáticos.

Precauciones que deben ser tomadas para el manejo y almacenamiento

El gas L.P. es el combustible que más seguridad representa, mientras se le mantenga confinado adecuadamente y se le quemé bajo control.

El gas L.P., como se ha mencionado, está compuesto de butano y propano, ya sea separadamente o como mezcla y conteniendo algunas veces bajas cantidades de isobutano. Todos estos son productos de petróleo con características que los colocan en el periodo entre la gasolina y el gas natural. En estado libre y a temperaturas mayores que la de congelamiento, todos esos compuestos son gases, el butano tiene un punto de ebullición de -0.5 C , a temperaturas mayores que ésta, normalmente es gaseoso, pero a temperaturas menores, se convierte en líquido. El punto de ebullición del isobutano es de 117°C , mientras que el propano es de -42°C . Se licúan en el punto de producción por las ventajas y la economía que en ese estado presenta su almacenamiento y transporte, pero sólo puede conservarse a temperaturas normales confinándolos en recipientes de acero. Como las presiones que estos productos desarrollan se incrementan conforme la temperatura aumenta, es necesario utilizar recipientes de alta resistencia capaces de soportar las presiones desarrolladas como resultado de cualquier temperatura normal a la que pueden ser almacenados.

Para evitar que los recipientes exploten por el efecto de la presión a temperaturas altas, se diseñan con aproximadamente 4 ó 5 veces la resistencia que se requiere para soportar presiones normales de almacenamiento. Es concebible que bajo condiciones de extremo calor la presión interna pueda elevarse lo suficiente para reventar aún estos recipientes de alta resistencia. Si esto sucediera, el contenido total del tanque sería liberado instantáneamente causando la condición catastrófica desde el punto de vista de peligro de incendio. Para evitar que el tanque reviente, se equipa con una o más válvulas de relevo de presión, que se abren a presiones inferiores al límite de resistencia del tanque, para descargar parte de su contenido y mantener así la presión dentro del límite de seguridad del recipiente.

Ante el riesgo de incendio, el tanque dejaría escapar cierta cantidad de su contenido, si se calentara demasiado. La válvula de relevo de presión tiene la finalidad de evitar la pérdida del contenido total del tanque, pero se debe tener la precaución de instalarla en forma tal que no se presente el escape de gas y sea mantenido al límite más bajo. La válvula de relevo de presión se instala en la zona de vapor del tanque de modo que sólo descargue vapor. El instalar la válvula de relevo en la zona de líquido permitiría el escape del propio líquido, lo que haría que la descarga representara muchas veces el volumen de vapor, multiplicando de esta manera el riesgo considerablemente. Es precisamente el riesgo de descargar líquido en lugar de vapor lo que hace que el llenado de tanques más allá de la densidad de llenado sea una práctica muy peligrosa. Ningún tanque de gas L.P. debe ser sobrellenado bajo ninguna circunstancia.

El gas L.P. se encenderá sólo si está mezclado con aire en determinadas proporciones. Los límites de inflamabilidad dentro de los cuales se efectuaría la combustión son los siguientes.

Gas	Límite Inferior	Límite Superior
Propano	2.4%	9.5%
Butano	1.9%	8.4%

Ya que en la mayor parte del gas L.P. se maneja una mezcla de butano y propano, debe de considerarse el grado de inflamabilidad inferior y superior para ambos compuestos.

Si en alguna ocasión se necesita combatir un incendio en el cual esté involucrado el gas L.P. o deba intervenir en una situación en la cual el gas se haya fugado pero no encendido, no debe esperarse a analizar la mezcla de aire y gas para determinar sus proporciones, debe considerarse que ningún gas que escapa a la atmósfera es seguro, a menos que exista una difusión más baja que el límite de inflamabilidad. La mezcla inflamable se quemará solo si obtiene un punto de ignición; sin embargo, la mezcla que sea "demasiado rica para encender" debe pasar a través de todo el grado de inflamabilidad antes de que pueda considerarse como inocua.

Los métodos más adecuados para la prevención y control de incendios de gas L.P., se basan en las características de inflamabilidad.

Se deben tener medidas para prevenir incendios y explosiones, considerando que el gas L.P. en estado de vapor es invisible y en estado natural es inodoro. Su evaporación rápida produce un efecto refrigerante causando la condensación de la humedad atmosférica, la cual es visible en el punto de escape y se puede apreciar como un chorro de vapor de agua. Esta niebla puede flotar y desarrollarse con el gas escapado desapareciendo gradualmente en el aire. Para ayudar a localizar el gas se utilizan odorantes que le dan un olor distintivo y desagradable. Es tan poderoso este odorante que un individuo normal puede darse cuenta de una fuga por su olor en concentraciones tan bajas como la décima parte del límite de inflamabilidad.

El odorante es una advertencia; si se puede oler se debe tener cuidado. No puede decirse sólo por el olor si el gas presente está o no en cantidades inflamables; de manera que la única acción inteligente a seguir es considerar que es peligroso, hasta asegurarse que la fuga ha cesado y que el gas está diluido más allá del punto de peligro.

Todo gas L.P. es más pesado que el aire. El propano pesa 1.5 veces lo que el aire, y el butano y el isobutano tienen 2 veces el peso que el aire. Cuando escapan a la atmósfera tienden a asentarse sobre la superficie y, al menos que se disipen rápidamente por aire en movimiento, flotarán hacia abajo, ya sea sobre el piso, o hacia sótanos o cualquier otra cavidad que pueda haber en dirección de las corrientes. En este aspecto el gas actúa en forma idéntica al vapor de la gasolina. En el aire sin movimiento la dispersión en la atmósfera es muy lenta, pero su mezcla con aire se lleva a cabo con mayor rapidez conforme aumenta el movimiento del aire.

Resumiendo, las características del gas L.P. que producen riesgo de incendio y que por lo tanto determinan las acciones para evitar que ocurran incendios y para combatir los que tengan efecto, son las siguientes:

El gas es altamente volátil y es mantenido bajo presión; se incendiará si obtiene una fuente de ignición al estar mezclado con aire en proporciones de inflamabilidad; su rápida evaporación produce un efecto refrigerante; es odorizado como una advertencia de que puede estar presente en cantidades peligrosas.

Puede moverse a distancia considerable desde el punto de escape en concentraciones peligrosas, ya sea en el sentido de la corriente de aire o hacia abajo.

Propiedades físicas

En el Cuadro 4.1, se presentan algunas de las propiedades de los componentes del gas licuado del petróleo.

Cuadro 4.1
Propiedades Físicas de Hidrocarburos Ligeros
(Componentes del Gas L.P.)

PARAMETROS	Propano	Isobutano	Butano
Fórmula	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₁₀
Volumen molecular del gas, pies ³ +	372.7	366.7	365.4
Peso molecular del gas	44.09	58.12	58.12
Gal/lb mol a 60 °F	10.41	12.38	11.94
Peso			
% de Carbono	81.72	82.66	
% de Hidrógeno	18.28	17.34	17.34
Densidad Relativa			
Del Líquido (agua = 1)	0.508	0.563	0.584
Del Líquido A.P.I.	147	120	111
Del Gas (aire = 1)	1.550	2.077	2.084
Pesos y Volúmenes			
Lb/gal de líquido	4.235	4.694	4.873
Pie ³ de gas/gal de líquido	36.28	30.65	31.46
Pie ³ de gas/lb de líquido	8.55	6.50	
Razón, volumen de gas a volumen de líquido &	272.7	229.3	237.8
Punto de ebullición inicial (Presión Atmosférica)	-43.7	10.9	31.1
Poder Calorífico (bruto)			
Btu/pie ³ de gas	2 522	3 163	3 261
Btu/lb de líquido	21 560	20 732	21 180
Btu/gal de líquido	91 500	103 750	102 600
Presión de Vapor, lb/pulg ² , abs.			
A -44 ° F	0	-9	-12
A 0 ° F	38	12	-7
A 33 ° F	54	17	0
A 70 ° F	124	45	31
A 90 ° F	165	62	44
A 100 ° F	189	72	52
A 130 ° F	275	110	81
A 150 ° F	346	138	87
Calor Latente de vaporización en el punto de ebullición:			
Btu/lb	185	158	167
Btu/gal	785	742	808
Calor Específico.			
Del líquido en Cp y 60 ° F, Btu/(lb) (°F)	0.588	0.560	0.549
Del gas, en Cp y 60 ° F, Btu/(lb) (°F)	0.390	0.406	0.396
Del gas, en Cv y 60 ° F, Btu/(lb) (°F)	0.346	0.373	0.363

+ Gas ideal = 379.5 pies³

& Basado en el "gas perfecto"

Temperatura o punto de ignición.

Cuadro 4.2
Temperatura o Punto de Ignición

Gas o vapor	Punto de ignición (°C)
Propano	493
n-butano	408
Isobutano	462

Riesgo para la salud

Aunque el gas L.P. no es venenoso por sí mismo, las fugas en espacios cerrados son peligrosas, porque desplazan oxígeno y las mezclas del gas L.P. y aire son explosivas.

Inhalación

El gas no es venenoso por sí mismo, sin embargo el gas propano y el propileno producen un efecto asfixiante.

Toxicidad

El gas L.P. no es tóxico.

Riesgo de fuego y explosión

Todo gas o vapor que tiene la propiedad de formar mezclas inflamables o explosivas sólo puede formarse cuando la composición de la mezcla queda comprendida entre dos límites. Por ejemplo, 5 y 14 % son aproximadamente los límites mínimo y máximo de inflamabilidad del metano en aire a temperatura y presión ordinarias. Toda mezcla que quede comprendida entre estos dos límites es apta para la autopropagación de la llama de una capa a otra.

Medio de extinción

En el Cuadro 4.3 se muestran algunos métodos para combatir un incendio provocado por gas L.P. Como se mencionó, se utilizará polvo químico ABC que está constituido por Bicarbonato de Sodio casi en su totalidad, que es el agente extintor, polvo fino de mármol, para darle peso y talco para evitar que se formen grumos que en un momento dado provocará la obstrucción de la salida de la sustancia.

Es importante mencionar que estos extinguidores sólo se utilizarán cuando hay conatos de incendio, es decir, cuando comienza o en el peor de los casos una vez que se haya presentado la explosión y fuego. Si se presentara fuego o explosión en grandes dimensiones, lo que conviene es utilizar agua en la mayor cantidad posible.

**Cuadro 4.3
Métodos de Extinción.**

MEDIO DE EXTINCIÓN	CAPACIDAD NOMINAL (kg)
Polvo químico seco, base bicarbonato de sodio	9
	13
	50
	68
	159
Polvo químico seco, base bicarbonato de potasio	9
	13
	50
	68
	159
Polvo químico seco ABC (base fosfato monoamónico)	13
	50
	68
	159
Co ₂	9
	23
	34
	45

Condiciones que conducen a un peligro de fuego y/o explosión no usuales

La Figura 4.3 muestra los principales casos posibles de falla durante operación de la estación de suministro de gas L.P. Las causas más frecuentes son accidentes imprevisibles provocados por las fuerzas de la naturaleza, incluyendo sismos, o por descuido humano o ignorancia.

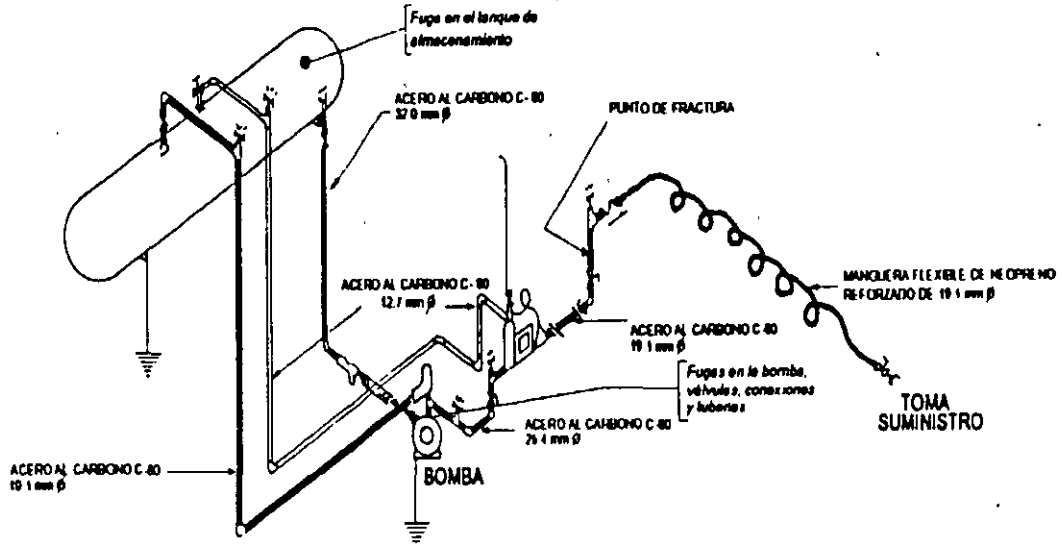


Figura 4.3 Sitios posibles de falla en la estación de suministro de gas L.P.

Antecedentes de riesgo del manejo

De acuerdo a las estadísticas proporcionadas por la Dirección General de Protección Civil del DDF se registraron 5 669 fugas de gas, 3 653 incendios y 70 explosiones en el DF y el área metropolitana durante los meses de enero a julio de 1990.

Determinación y jerarquización de los riesgos en áreas de: carga, almacenamiento y transporte.

Los riesgos se pueden presentar en el proceso de carga del gas L.P. debido a un descuido que pudiera generar una fuga. Dichos riesgos se pueden minimizar mediante un diseño y mantenimiento adecuados

Modelación de el o los eventos probables máximos de riesgo.

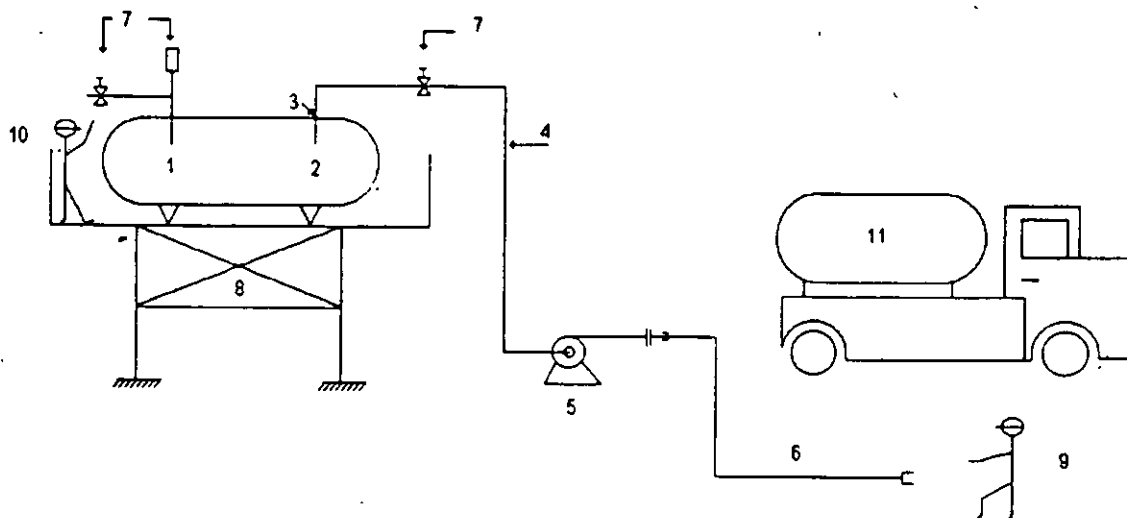
El procedimiento básico en los siguientes apartados para el análisis del riesgo debido a los peligros potenciales de la estación de suministro de gas carburante, comprende tres etapas:

1. Identificación de fallas potenciales;
2. Cálculo de la cantidad de material peligroso liberado en caso de falla; y
3. Evaluación del impacto de la liberación en el equipo de la planta, gente, ambiente y propiedades.

4.4. Identificación de riesgos.

Identificación de fallas potenciales

El primer paso en el análisis es identificar los casos representativos de liberación de material peligroso. Los casos de liberación son accidentes o fallas que pueden llevar a una liberación de gas LP. La Figura 4.4 muestra el conjunto de casos de liberación representativos en los elementos que integran la estación del proyecto.



- | | | | |
|----|---|-----|--|
| 1. | BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) | 7. | Falla de válvulas |
| 2. | Ruptura | 8. | Falla de la estructura de sustentación |
| 3. | Falla de soldadura | 9. | Falla del operador |
| 4. | Falla de tubería (incluye tramos rectos, codos y uniones) | 10. | Falla del empleado de la empresa distribuidora de Gas L.P. |
| 5. | Falla en la bomba | 11. | Falla en el vehículo repartidor con depósito de gas L.P. |
| 6. | Falla de conexiones flexibles (manguera para suministro) | | |

Figura 4.4. Casos típicos de fallas en una estación de gas L.P.

Una vez que se han definido los casos de liberación, deben considerarse las propiedades relevantes del material liberado. Dichas propiedades se describieron en los Cuadros 4.1 y 4.2

Dado que usualmente los gases inflamables son peligrosos sólo si entran en ignición, identificar las fuentes y posibilidades de ignición es una parte muy importante del análisis.

Es conveniente dividir la ignición en dos categorías de acuerdo al tiempo que tarda en iniciarse, como se hace a continuación:

- a) **Ignición inmediata:** en este caso el gas entra en ignición mientras está todavía escapando de su recipiente. La ignición inmediata previene el desarrollo de una nube grande de vapor, pero puede ocasionar una "flama jet" o una "bola de fuego" (definidos más adelante), dependiendo de la naturaleza de la liberación. Esto puede ocasionar daño en la vecindad inmediata de la liberación, pero rara vez afecta más allá de las fronteras donde se produce.
- b) **Ignición retardada:** esta ocurre después que el material ha escapado de su recipiente y ha formado una nube que se mueve en la dirección del viento. La ignición retardada puede provocar una explosión o un "fogonazo", que causaría daños en un área amplia.

Los cálculos de los efectos de calor y presión debidos a fuego o a explosión se usan para evaluar las tragedias y daños materiales, y el efecto dominó¹, o sea el daño causado a otros elementos que contengan material peligroso. Otra parte importante del análisis de una liberación de gas es el cálculo de la densidad de la nube, dado que la densidad es un factor principal para determinar qué tan lejos viajará la nube y su dispersión antes de que tenga una concentración segura.

4.4.1 Liberación instantánea (bola de fuego).

Una liberación instantánea del gas L.P. contenido en el tanque de almacenamiento podría ocurrir solamente si se produjera un incendio muy cercano al tanque de tal manera que se expusiera a temperaturas anormalmente altas, a tal grado que se elevara la presión interna lo suficiente para reventar el recipiente. Si esto sucediera, el contenido total del tanque sería liberado y entraría en ignición instantáneamente provocando una "bola de fuego".

No se identificaron causas por las cuales pudiera presentarse una liberación instantánea sin ignición inmediata, por lo que no se considera posible una "expansión adiabática".

4.4.2 Liberación no instantánea.

Una liberación no instantánea de gas L.P. puede presentarse por fugas en la bomba, válvulas, conexiones y tuberías. En este caso debe estimarse la duración de la fuga y calcularse la tasa de gas liberado.

Aún cuando muy baja, la probabilidad de ignición inmediata existe, pudiéndose presentar una "flama jet".

En caso de que no se produjera una ignición inmediata, se presentaría una dispersión jet, y como el gas L.P. es más pesado que el aire, podría presentarse una nube densa; en este caso, una

¹ Efecto dominó es la consecuencia de ondas de expansión y de proyectiles de una explosión que pueden afectar a la integridad de otras plantas que contengan materiales inflamables y/o tóxicos, causando, de ese modo, una intensificación del desastre.

ignición retardada provocaría un "fogonazo" o una explosión.

4.5 Escenarios accidentales.

La liberación de gas L.P. puede tener muchas consecuencias y deben de tratarse de considerar todas ellas; la Figura 4.5 muestra un árbol de sucesos (eventos). En cada nodo o ramificación se pregunta el analista acerca de la liberación; la respuesta determina el patrón que debe seguirse en el análisis. Si se considera que ambas repuestas son posibles, entonces deben analizarse ambos patrones.

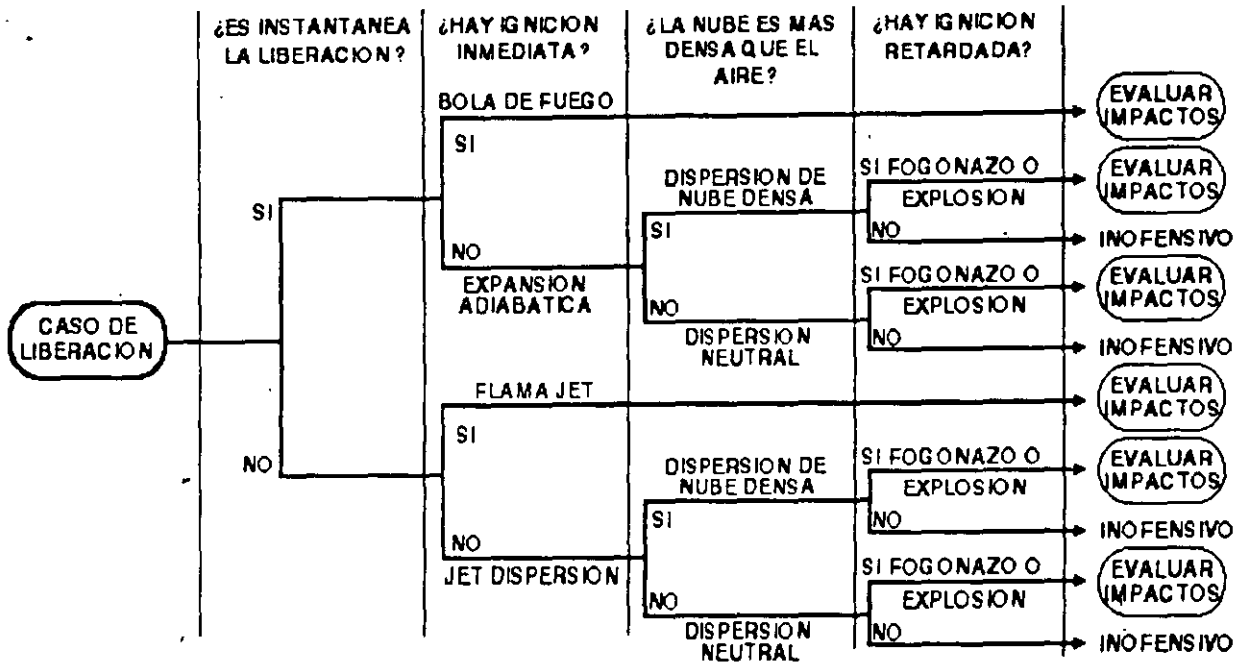


Figura 4.5. Arbol de sucesos para gases inflamables.

Considerando las características del gas L.P. y del proyecto se analizaron los eventos que podrían presentarse durante el desarrollo de la actividad propuesta, obteniéndose un árbol de eventos reducido (Figura 4.6), el cual se tomará como secuela de cálculo en la siguiente etapa de análisis del impacto debido a los peligros potenciales de la estación de suministro de gas L.P.

4.5 Modelación de el o los eventos probables máximos de riesgo

4.5.1 Determinación del índice de explosividad

La Oficina de Minas de los Estados Unidos (United States Bureau of Mines) desarrolló tres índices relativos al peligro de explosión: **sensitividad de la ignición**; **severidad de la explosión** e **índice de explosividad**. Todos estos índices son adimensionales y se derivan de la comparación de parámetros de explosividad medidos para una sustancia dada con los del carbón Pittsburg. Se eligió el carbón Pittsburg debido a las muchas pruebas a que ha sido sometido por muchos años en minas experimentales a gran escala.

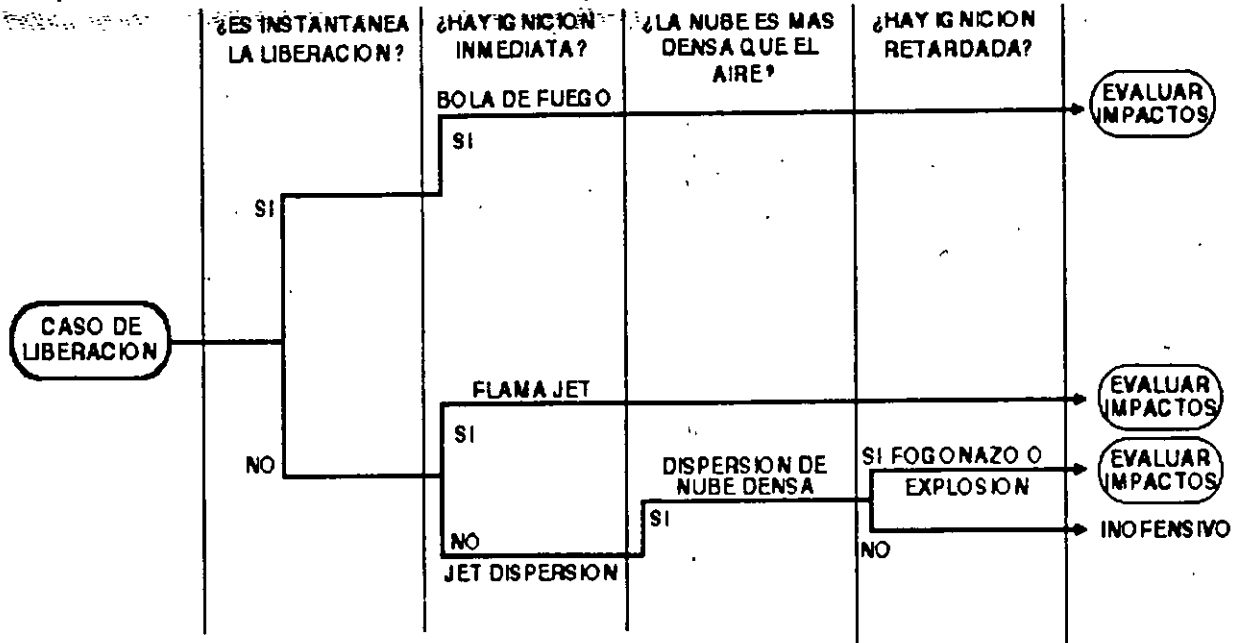


Figura 4.6. Arbol de sucesos reducido para el proyecto de estación de servicio de gas L.P. con almacenamiento fijo, en estudio.

Las expresiones matemáticas correspondientes a las tres medidas relativas al riesgo de explosión, son:

$$\text{Sensitividad de la ignición} = \frac{(IT \times IE_{\min} \times EC_{\min})_{\text{carbón}}}{(IT \times IE_{\min} \times EC_{\min})_{\text{sustancia}}} \quad (a.1)$$

$$\text{Severidad de la explosión} = \frac{(EP_{\max} \times PR_{\max})_{\text{carbón}}}{(EP_{\max} \times PR_{\max})_{\text{sustancia}}} \quad (a.2)$$

$$\text{Indice de explosividad} = \text{Sensitividad de la ignición} \times \text{Severidad de la explosión} \quad (a.3)$$

donde:

IT = temperatura de ignición en °C;

IE_{min} = energía mínima de ignición de la nube en joules;

IE_{min} = concentración mínima de explosión en g/m³;

IP_{máx} = presión máxima de explosión, en psi; y

PR_{máx} = tasa máxima de elevación de la presión, en psi/s.

Las características de explosión del carbón Pittsburg se muestran en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4
Características explosivas del carbón Pittsburg.

	Indice de explosividad	Sensibilidad de la ignición	Severidad de la explosión	EP _{máx} psig	PR _{máx} psi/s	IT °C	IE _{máx} joules	EC _{máx} g/m ³
Carbón Pittsburg	1.0	1.0	1.0	90	2,300	610	0.06	55

Para el caso del gas L.P., los parámetros de explosividad se muestran en el Cuadro 4.5.

En los siguientes apartados se presentan los cálculos efectuados para la obtención del índice de explosividad del gas L.P.

Cuadro 4.5
Características explosivas del gas L.P.

	Indice de explosividad	Sensibilidad de la ignición	Severidad de la explosión	EP _{máx} psig	PR _{máx} psi/s	IT °C	IE _{máx} joules	EC _{máx} g/m ³
Gas L.P.	4.70	9.07	0.519	103.49 ^{n 1)}	3,850 ^{n 2)}	493 ^{n 3)}	0.01 ^{n 4)}	45.40 ^{n 5)}

4.5.1.1 Presión máxima de explosión EP_{máx}

La presión máxima de la explosión se obtuvo de manera aproximada mediante una analogía con la denominada "presión de detonación" de un explosivo, que es la presión en la zona de reacción, medida frecuentemente en kilobares.

La presión de la detonación se puede aproximar con la siguiente fórmula, tomada de Explosives and Rock Blasting. Field Technical Operations, Atlas Powder Company:

$$DP = 2.325 \times 10^{-7} \times VOD^2 \times \rho$$

donde:

- DP = presión de la detonación en kbar
- ρ = densidad en g/cm³
- VOD = velocidad de la detonación en pie/s

Adoptando el valor de la concentración mínima de la explosión como densidad (45.40 g/cm³), y una velocidad de detonación de 26,000 pie/s, valor alto por tratarse de expansión en el aire, se tiene:

$$DP = 2.325 \times 10^{-7} \times 26,000^2 \times 0.0000454$$

$$DP = 0.007135518 \text{ kbar}$$

Convirtiendo esta presión a psi y haciendo la analogía, se obtiene:

$$EP_{máx} = DP = 0.007135518 \text{ kbar} \times 14,504 \text{ psi/kbar}$$

$$EP_{máx} = 103.49 \text{ psi}$$

que es la presión máxima de explosión aproximada.

4.5.1.2 Tasa máxima de elevación de la presión $PR_{m\acute{a}x}$

La tasa máxima de explosión se considera de aproximadamente 3,850 psi/s (tomado de Industrial Fire Hazards Handbook, NFPA).

4.5.1.3 Temperatura de Ignición IT

La temperatura de ignición del gas L.P., suponiendo que se trata de propano es de 493 a 549 °C. Su temperatura de autoignición es de 504 °C.

4.5.1.4 Energía mínima de ignición de la nube $IE_{m\acute{i}n}$

Si la concentración del gas está dentro de los límites inflamables y la temperatura de la mezcla es suficientemente alta, el gas entrará en ignición. La temperatura a la cual la ignición ocurre sin la presencia de una flama se le llama temperatura de autoignición. Si la temperatura es menor que la de autoignición, se requiere una cantidad mínima de unos cuantos milijoules (0.01 joules) para la ignición de la nube.

4.5.1.5 Concentración mínima de la explosión $EC_{m\acute{i}n}$

El peso específico del propano es de 1915.8 g/m³. Por otra parte, el límite inferior de explosividad es 2.37%, lo que significa que si de propano se tiene 2.37% y un 97.63% de aire, la mezcla será explosiva.

Entonces,

$$EC_{m\acute{i}n} = 1915.8 \text{ g/m}^3 \times 0.0237 = 45.40 \text{ g/m}^3$$

4.5.1.6 Cálculo del índice de explosividad

Sustituyendo los valores de las características explosivas obtenidos en los apartados 4.5.1.1 a 4.5.1.5 en las ecuaciones a.1 a a.3, se obtiene lo siguiente:

$$\text{Sensitividad de la ignición} = \frac{610 \times 0.060 \times 0.055}{493 \times 0.010 \times 0.045} = 9.07$$

$$\text{Severidad de la explosión} = \frac{90 \times 2300}{103.49 \times 3850} = 0.519$$

$$\text{Índice de explosividad} = 9.07 \times 0.519 = 4.70$$

El índice de explosividad constituye un parámetro útil de la evaluación de la explosividad relativa. El Cuadro 4.6 muestra una correlación empírica entre los índices de la Oficina de Minas de Estados Unidos y una categorización descriptiva del peligro de explosión.

Cuadro 4.6
Correlación entre las categorías descriptivas de las explosiones de gas L.P. y los índices de la Oficina de Minas de los Estados Unidos

Tipo de explosión	Sensitividad de la ignición	Severidad de la explosión	Índice de explosividad
Débil	< 0.2	< 0.5	< 0.1
Moderada	0.2 - 1.0	0.5 - 1.0	0.1 - 1.0
Fuerte	1.0 - 5.0	1.0 - 2.0	1.0 - 10
Severa	> 5.0	> 2.0	> 10

Fuente : Industrial Fire Hazards, National Fire Protection Association.

A partir de los resultados obtenidos de las medidas relativas al riesgo de explosión, y de acuerdo a los índices de explosión de la Oficina de Minas de los Estados Unidos (Cuadro 4.6), se concluye que:

1. La sensibilidad a la ignición del gas L.P. que será manejado en la etapa de operación del proyecto es severa ($9.07 > 5$);
2. La severidad de la explosión sería moderada en el caso de que llegara a presentarse un siniestro ($0.5 < 0.519 < 1$); y
3. El índice de explosividad, obtenido como el producto de los dos índices anteriores sitúa a la explosión en una categoría fuerte ($1.0 < 4.7 < 10$).

4.5.2 Arbol de fallas para la determinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento extraordinario.

En la Figura 4.4, se muestran los casos típicos de fallas y en la Figura 4.7 se presenta el árbol de fallas para el proyecto en estudio.

La frecuencia, es un concepto basado en la experiencia para la confiabilidad de los instrumentos utilizados en una estación de gas L.P., ello se ha determinado en probabilidades históricas de errores tanto humanos como de operación.

Con fundamento en datos obtenidos de la bibliografía, sobre la historia de falla de los diversos equipos y dispositivos que se utilizarán en el proyecto, en el Cuadro 7 se presentan los cálculos correspondientes a la frecuencia con que ocurrirán las fallas, así como la frecuencia total de fallas del sistema, que es de 4.7511×10^{-5} veces por hora, valor que se considera una frecuencia muy baja del evento de riesgo.

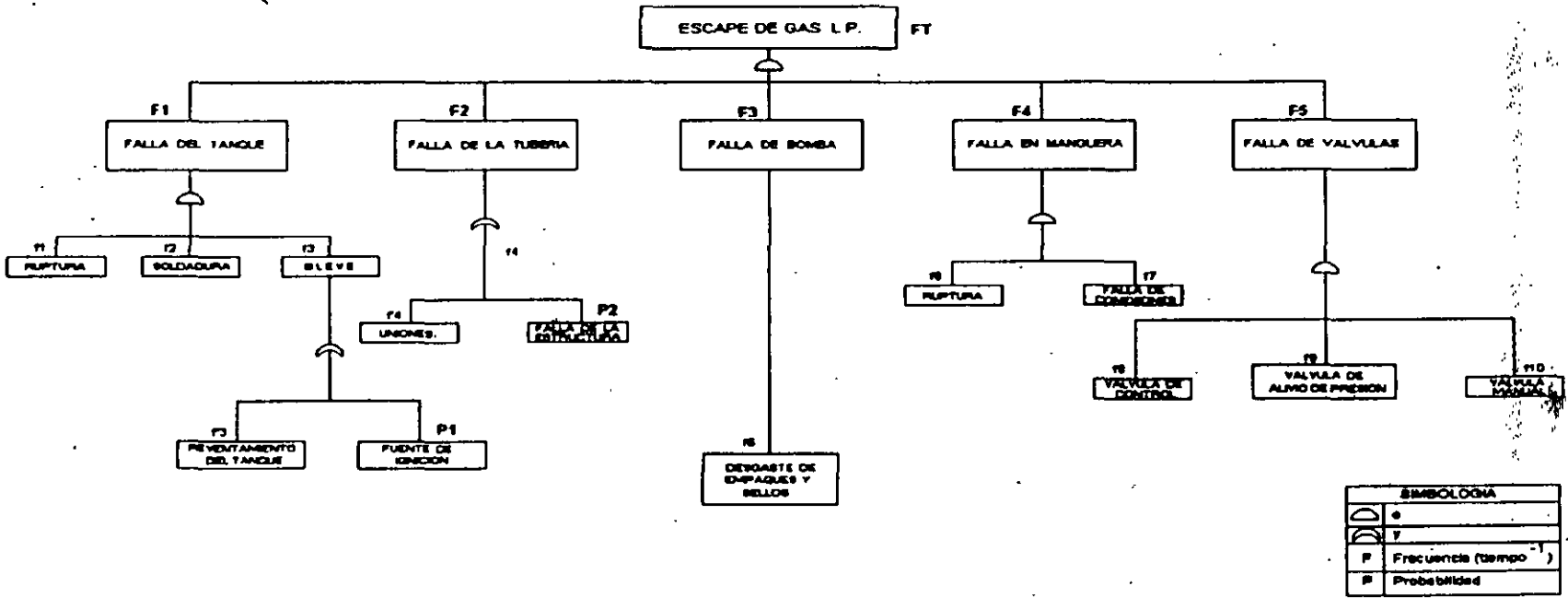


Figura 4.7. Arbol de fallas para el proyecto en estudio.

Cuadro 4.7.
Reglas para el cálculo ^(a) del árbol de fallas en una estación de gas L.P.

Falla del tanque veces/ hora			Falla de tubería			Falla de bomba		Falla en manguera		Falla de válvulas			
Ruptura	f1	3×10^{-12}	Uniones f4'	$f4 = f4' \times P2$	1×10^{-10}	Desgaste de empaques y sellos f5	1×10^{-6}	ruptura f6	3×10^{-12}	Válvula de control f8	3×10^{-6}		
	Soldadura	f2	1×10^{-10}	Falla de la estructura P2''	1×10^{-10}			F3 = $\sum f_i$	1×10^{-6}	Falla de conexión f7	1×10^{-6}	Válvula de alivio de presión f9	2.5×10^{-6}
												Válvula manual f10	1.5×10^{-6}
Bleve	Rev.	$f3 = f3' \times P1'$	F2 = $\sum f_i$					F4 = $\sum f_i$	1.0003×10^{-6}	F5 = $\sum_{i=1}^{10} f_i$	4.75×10^{-6}		
	Fuente de ignición												
		$F1 = \sum f_i$											

$$F_T = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 = 4.7511 \times 10^{-6} \text{ veces por hora}$$

Se considera una probabilidad de 1 % de que se presente un BLEVE, en virtud de que no hay fuentes de ignición cercanas por las cuales pudiera elevarse la presión interna hasta reventar el tanque.

Se considera una probabilidad de 1 % en la falla de tuberías en virtud de que de acuerdo al modelo SAP90 para la simulación de la estructura, se concluyo que ante el efecto de sismo no se tendrán deformaciones significativas que puedan provocar la falla de uniones en tuberías.

P Probabilidad
 F Frecuencia (t⁻¹)
 t Tiempo (hr)

4.6 Cálculo de Consecuencias.

4.6.1 Cálculo de la cantidad de material peligroso liberado en caso de falla

La mayor parte de los incidentes comienzan con el escape de un material peligroso de su confinamiento. Existen ecuaciones bien conocidas que pueden usarse para calcular la cantidad de material liberado dada la dimensión del orificio y las propiedades termodinámicas y físicas del material liberado. El análisis se efectuará siguiendo la secuencia del árbol de eventos reducido de la Figura 4.6.

Liberación instantánea

Bola de fuego

Si la liberación del gas fuera instantánea y la ignición inmediata, se presentaría una bola de fuego. Este evento podría suceder por ruptura total del tanque como resultado de la presión que pueda desarrollarse si se expusiera a temperaturas anormalmente altas. Bajo condiciones de extremo calor, la presión interna puede elevarse lo suficiente para reventar aún estos recipientes tan resistentes. Si esto sucediera, el contenido total del tanque sería liberado instantáneamente, causando la peor condición posible desde el punto de vista de peligro de incendio.

El modelo empleado en este caso es la correlación empírica derivada por Moorhouse y Pritchard en 1982. La intensidad de radiación a una distancia del centro de la bola de fuego y su duración pueden determinarse usando una ley de escala simple. El máximo radio de la bola de fuego en metros se calcula con la siguiente expresión:

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

donde R_f es el radio máximo de la bola de fuego en metros, y M es la masa inflamable liberada en kilogramos.

Suponiendo el caso más desfavorable en el que el tanque este lleno a su máxima capacidad posible, se tiene:

La densidad absoluta del gas L.P. líquido es $\rho = 530.0 \text{ kg/m}^3$ a 15°C .

Para el tanque de almacenamiento de 5,000 litros (5 m^3) y considerando que sólo podrá llenarse al 85 % de su capacidad, se tiene:

$$M = \left(530 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (5 \text{ m}^3) (0.85)$$

$$M = 2,252.5 \text{ kg}$$

En consecuencia, el radio máximo de la bola de fuego sería:

$$R_f = 2.665 (2252.5)^{0.327}$$

$$R_f = 33.27 \text{ m}$$

La bola de fuego tendría una duración, t_f , dada por:

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

donde t_f es la duración de la bola de fuego, en segundos

$$t_f = 1.089 (2252.5)^{0.327}$$

$$t_f = 13.59 \text{ s}$$

La tasa de liberación de energía por combustión se da entonces por

$$Q = \frac{\eta H_c M}{t_f}$$

donde Q es la liberación de energía de la combustión en J, η es la eficiencia de combustión, la cual se ha encontrado que varía con la presión de vapor saturado del material almacenado, en MN/m^2 , como sigue:

$$\eta = 0.27 P_s^{0.32}$$

P_s Presión de vapor saturado, en $\text{MN/m}^2 = 650 \text{ kg/cm}^2 = 65.86 \text{ MN/m}^2$ a 15°C

H_c Calor de combustión, en J/kg

Suponiendo que se trata de propano (mayor poder calorífico que el butano), se tiene:

$$H_c = 21,560 \text{ BTU/lb} = 21,560 \times 2.3241 = 50,107.60 \text{ kJ/kg}$$

$$H_c = 50,107,600 \text{ J/kg}$$

$$\text{Así, } \eta = 0.27 (65.86)^{0.32} = 1.031$$

$$\text{Entonces, } Q = \frac{1.031 (50107600) (2252.5)}{13.59}$$

$$Q = 8.56 \times 10^9 \text{ J}$$

El flux de radiación I a una distancia r del centro de la bola de fuego está dado por:

$$I = \frac{8.56 \times 10^9}{4 \pi (33.27)^2} = 6.15 \times 10^5 \text{ Wm}^{-2}$$

Liberación no instantánea

Una liberación no instantánea del gas L.P. en la estación de servicio pudiera darse en el caso de fugas en la bomba, válvulas, conexiones y tubería. La descarga de este tipo de elementos que contienen gas bajo presión, pueden calcularse empleando ecuaciones estándar para flujo de gas.

El primer paso en el cálculo es determinar si el flujo es crítico o subcrítico. Asumiendo expansión adiabática reversible y el comportamiento de un gas ideal, se tiene que el flujo es crítico si

$$P_a < P_1 \left[\frac{2}{\gamma + 1} \right]^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

y es subcrítico si

$$P_a > P_1 \left[\frac{2}{\gamma + 1} \right]^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

donde:

- P_a es la presión atmosférica en Nm^{-2}
- P_1 es la presión en el elemento en Nm^{-2}
- γ es el coeficiente de calor específico

A la altitud de la Ciudad de México, $P_a = 0.797 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$$P_a = 0.797 (1.0133 \times 10^2) = 80.76 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 80,760 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$P_1 = 18.67 \text{ m} = 1.867 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} (1.0133 \times 10^2) = 189.18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 189,183 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$\gamma = 1.133$ (suponiendo que el gas L.P. es sólo propano)

Así, se tiene

$$189,183 \left[\frac{2}{1.133 + 1} \right]^{\frac{1.133}{1.133 - 1}} = 109317.38 \text{ Nm}^{-2}$$

Como $P_a = 80,760 \text{ Nm}^{-2}$, $80,760 < 109,317.38$, por lo que el flujo es crítico

El segundo paso es calcular la descarga usando la siguiente fórmula, tomada de Crane (1981):

$$Q = \gamma C_d A_1 P_1 \sqrt{\left[\frac{M\gamma}{R T_1} \right] \left[\frac{2}{\gamma + 1} \right]^{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}}$$

donde:

- Q es la tasa de liberación en kg/s
- γ es coeficiente de flujo, para flujo crítico $\gamma = 1$
- C_d es el coeficiente de descarga, para el caso de la liberación de gas (fuga) se usa $C_d = 1.0$
- A_1 es el área del orificio de liberación, en m^2
- P_1 es la presión del gas en el elemento, en Nm^{-2}
- M es el peso molecular
- γ es el calor específico
- R es la constante universal de los gases, en $\text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$
- T_1 es la temperatura del líquido, en $^{\circ}\text{K}$

En la instalación se manejan cuatro diámetros: 32, 25.4, 19.1 y 12.7 mm, por lo que la expresión se evaluará en los tres casos, suponiendo orificio de fuga con diámetro igual al 20 % del diámetro de la tubería.

El peso molecular del propano es 44.094.

La constante universal de los gases es 8.314 J/mol ° K.

$$T = -28 \text{ ° K} = 244.9 \text{ K.}$$

Si la fuga se presentara en válvulas, accesorios y tuberías de 32 mm de diámetro D, suponiendo un orificio regular de la fuga de diámetro 0.2 D, se tendría

$$A_r = \frac{\pi (0.20 \times 0.032^2)}{4} = 0.00016 \text{ m}^2$$

$$Q = (1)(1)(0.00016)(189,183) \sqrt{\frac{(44.094)(1.133) \left(\frac{2}{1.133}\right)^{0.125}}{(8.314)(244.9) \cdot 1.133}}$$

$$Q = 2.83 \text{ kg/s}$$

Si la fuga se presentara en válvulas, accesorios o tuberías de 25.4 mm, de diámetro.

$$A_r = \frac{\pi (0.20 \times 0.0254^2)}{4} = 0.00010 \text{ m}^2.$$

y sustituyendo, se tendría

$$Q = 1.79 \text{ kg/s}$$

Para el caso de válvulas, accesorios o tuberías de 19.1 mm.

$$A_r = \frac{\pi (0.20 \times 0.0191^2)}{4} = 0.000057 \text{ m}^2$$

y

$$Q = 1.01 \text{ kg/s}$$

Inmediatamente después de la liberación el material descargado muestra variaciones en su comportamiento dado que es todavía fuertemente influenciado por su origen y por la duración de la liberación. A menos que entre en ignición en esta fase temprana, la mayor parte de las fugas desarrollan nubes de gas disperso.

Si se tuviera una liberación no instantánea con ignición inmediata se tendría una flama jet.

Flama jet

El modelo aplicado aquí es el relativamente simple debido a TNO (1979).

El modelo de TNO se aplica a un jet de vapor en condiciones ambiente.

En muchos casos el material no estará en condiciones ambiente inmediatamente después de su descarga, la temperatura será menor que la temperatura ambiente y la presión estará sobre la presión ambiente. El jet es modelado como un jet equivalente con la misma tasa de liberación que la descarga real pero con las condiciones de flujo ambiente.

Este jet equivalente emerge de un orificio con un diámetro equivalente D_{eq} dado por:

$$D_{eq} = D_o \sqrt{\frac{\rho_{g,a}}{\rho_{g,s}}}$$

donde:

- D_o es el diámetro del orificio real, usado en el cálculo de flujo (se usará el del diámetro mayor, como caso más desfavorable)
- $\rho_{g,s}$ es la densidad relativa del gas a las condiciones de flujo; esto es la densidad inmediatamente después de la liberación relativa al aire a las condiciones ambiente
- $\rho_{g,a}$ es la densidad del gas a las condiciones ambiente, relativa al aire a las mismas condiciones.

Suponiendo que el gas L.P. es 100% propano:

$$\rho_{g,s} = \frac{530 \text{ kg/m}^3}{998.2 \text{ kg/m}^3} = 0.531$$

$$\rho_{g,a} = 1.550$$

$$D_{eq} = 0.20 (0.032) \sqrt{\frac{0.531}{1.550}} = 0.0037 \text{ m}$$

Se asume que el flujo alcanza las condiciones del ambiente inmediatamente, de tal manera que el orificio equivalente puede considerarse coincidente con el orificio real.

Perfil de la concentración del jet

La concentración sobre el eje del jet a una distancia x del orificio puede obtenerse con:

$$C_m = \left[\frac{\frac{b_1 + b_2}{b_1}}{0.32 \times \frac{x}{D_o} \frac{\rho_{g,s}}{\sqrt{\rho_{g,a}}} + 1 - \rho_{g,s}} \right]$$

donde C_m es la concentración del vapor sobre el eje del jet, en kg/m^3

$$b_1 = 50.5 + 48 \rho_{g,s} - 9.95 \rho_{g,s}^2$$

$$b_2 = 23.0 + 41.0 \rho_{g,s}$$

$$b_1 = 50.5 + 48 (1.550) - 9.95(1.550)^2 = 100.99$$

$$b_2 = 23.0 + 41(1.550) = 86.55$$

$$C_m = \frac{1.85}{0.32 \times \frac{x}{0.0037} \frac{1.550}{\sqrt{0.531}} + 1 - 1.550} = \frac{1.85}{183.96 x - 0.550}$$

x m	C _m kg/m ³	Porcentaje de gas en la mezcla aire gas
1	0.01	1%
2	0.005	0.5
3	0.003	0.3
4	0.002	0.2
5	0.002	0.2
6	0.001	0.1
7	0.001	0.1
8	0.001	0.1
9	0.001	0.1
10	0.001	0.1

Como consecuencia del jet, puede presentarse un incendio.

El modelo usado para estimar los efectos de la radiación térmica es una extensión del modelo anterior (API RP521, Flare Radiation). La flama se modela como una serie de fuentes puntuales esparcidas a lo largo del centro de línea con todas las fuentes radiando iguales cantidades de calor Q_p.

El calor radiado, Q_p, con un gasto liberado Q y η_p fuentes puntuales está dado por:

$$Q_p = \eta Q H_c$$

- Q_p calor radiado en Jkg⁻¹
- η factor de eficiencia (conservadoramente tomado como 0.35)
- Q Gasto liberado, en kg/s
- H_c Calor de combustión, en Jkg⁻¹

En nuestro caso, se tiene

$$Q_p = 0.35 (2.83) (50,107,600)$$

$$Q_p = 49'631,577.8 \text{ Jkg}^{-1}$$

La radiación I, de un punto particular en la flama a una distancia r, es dada por

$$I = \frac{X_p Q_p}{4 \pi r^2}$$

donde

I es la intensidad de calor de la radiación Wm^{-2}

Q_p calor irradiado en Jkg^{-1}

r distancia del receptor, en m

X_g factor de emisión (para fuegos jet, se toma como 0.2)

$$I = \frac{0.2 (49'631,577.8)}{4\pi r^2}$$

$$I = \frac{789,911}{r^2}$$

r [m]	I [$\frac{W}{m^2}$]
1	789,911
2	197,477.7
3	87,767.9
4	49,369.4
5	31,596.4
6	21,941.9
7	16,120.6
8	12,342.3
9	9,751.9
10	7,899.1

Dispersión jet

Si se presentara una liberación no instantánea, y no hay ignición inmediata, se daría una dispersión del jet. Como la nube de gas L.P. es más pesada que el aire, debe analizarse la dispersión de la nube densa.

Explosión

Una explosión es una liberación repentina de energía, generalmente catastrófica, que causa una onda de presión.

La explosión es uno de los posibles resultados de la ignición de una nube de gas. El otro resultado posible es un fogonazo con efectos de irradiación pero sin efectos de ráfaga. La probable división entre los dos efectos es materia del juicio de los analistas; típicamente, 15% de las igniciones retardadas se asume que provocan explosiones, y 85% fogonazos. Hay dos métodos para estimar los efectos de explosiones. El primero es la estimación de los niveles de daño directamente y el segundo consiste en encontrar la sobrepresión y otros parámetros y estimar su daño. El primer método es más directo y simple; de allí que se recomienda su uso.

La correlación del método dado aquí se ha tomado de TNO (1979).

El método predice el radio de daño R(s), dado por

$$R(s) = C(s) [NE_0]^{\frac{1}{3}}$$

donde:

- R(s) es el radio de daño, en m
- C(s) es el coeficiente de daño
- N es un factor de rendimiento (producción)
- E₀ energía total de explosión, en J

El coeficiente de daño es una constante derivada experimentalmente que define el nivel de daño basado en estudios de las explosiones de nubes de vapor de Flixborough (1974) y Beek (1975). La relación entre C(s) y el nivel de daño se muestran en el Cuadro 4.8.

El factor de producción N es la proporción de la energía total de producción que está disponible para la propagación de la onda de presión.

La energía total de la explosión puede determinarse calculando la máxima energía liberada de una expansión isentrópica del gas, con la siguiente relación.

$$E = \frac{P_b V}{(\gamma - 1)} \left[1 - \left(\frac{P_a}{P_b} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} \right]$$

donde:

E es la máxima energía liberada en joules

V es el volumen del gas en el tanque: 5 m³

P_b es la presión de reventamiento del tanque: 1'418,620 N/m² (14 Kg/cm²)

P_a es la presión atmosférica : 80, 760 N/m² (Cd. de México = 0.797 kg/cm²)

γ es la relación de los calores específicos : 1.133

Cuadro 4.8
Valores límite para varios tipos de daños de explosión característicos

C(s)	Valor límite mJ ^{1/3}	Características del daño	
		Al equipo	A la gente
C(1)	0.03	Daño intenso a edificios y equipo de proceso.	1% de muertes por daño a los pulmones >50% de ruptura de tímpanos >50% con serias lesiones por proyectiles
C(2)	0.06	Daño reparable a edificios y daño a las fachadas de viviendas.	1% de ruptura de tímpanos 1% con serias lesiones por proyectiles
C(3)	0.15	Daño a vidrios	Ligeras lesiones por vidrios lanzados.
C(4)	0.4	Daño a cristales de aproximadamente 10% de las ventanas	

N se obtiene como

$$N = N_c N_m$$

donde N_c es la proporción de pérdida de producción debida al desarrollo continuo de concentración de combustible.

N_m es la producción mecánica de combustión, usualmente tomada como 33 %

Por tanto, $N = 0.30 \times 0.33 = 0.10$ ó 10 %

Por otra parte:

$$E = \frac{1'418,620 (5)}{(1.133 - 1)} \left[1 - \left(\frac{80,760}{1'418,620} \right)^{\frac{(1.133 - 1)}{1.133}} \right]$$

$$E = 15'235,891.89 \frac{N}{m^2} \text{ m}^3 \text{ (joules)}$$

$$E = 3'425,028.497 \text{ Lbf m}$$

$$E = 15'234,898.85$$

Utilizando la expresión para calcular R(s) sustituyendo los datos se obtiene:

$$R(s) = C(s) [0.10 \times 15'235,891.89]^{\frac{1}{3}}$$

Para los diferentes niveles de daño, el radio correspondiente se presenta en el Cuadro 4.9.

Cuadro 4.9
Niveles de daño como consecuencia de una explosión

C(s)	Valor límite m J ^{1/3}	R (s) (m)
C(1)	0.03	3.45
C(2)	0.06	6.90
C(3)	0.15	17.26
C(4)	0.40	46.02

4.6.2 Area de afectación potencial en el entorno de la estación de suministro.

La última etapa del procedimiento de análisis de riesgo es la evaluación del impacto de una posible liberación de gas L.P. en el equipo de la planta, gente y propiedades; los resultados de los cálculos deben considerarse en relación con la geografía local y la población. Dado que los resultados de cada caso de liberación incluyen un efecto de distancia, los impactos deben estimarse dibujando el "radio de efectos" como círculos sobre mapas locales. Se analizarán los casos en el orden que fueron expuestos en el apartado 4.6.1.

Bola de fuego

El radio máximo de una bola de fuego sería de 33.27 m. La Figura 4.8 muestra el área de influencia de dicho evento con base en el radio de efectos. Considerando las condiciones actuales en los predios colindantes, se observa que el siniestro no causaría daños a construcciones ni a la gente.

El flux de radiación en el radio máximo sería de $6.15 \times 10^5 \text{ W/m}^2$ (615 kW/m²); al comparar esta intensidad con los valores del Cuadro 4.10, se observa que se rebasarían las correlaciones de incidentes de fluxes de radiación y niveles de daño en la población reportados.

CUADRO 4.10

DAÑO CAUSADO A DIFERENTES NIVELES INCIDENTES DE RADIACION TERMICA

FLUX INCIDENTE kW/m ²	TIPO DE DAÑO CAUSADO	
	DAÑO AL EQUIPO	DAÑO A LA GENTE
37.5	Daño al equipo de proceso	100% de letalidad en 1 min. 1% de letalidad en 10 s
25.0	Energía mínima para consumir madera en una exposición sin flama.	100% de letalidad en 1 min. Lesiones significativas en 10 s
12.5	Energía mínima para consumir madera en una exposición a flama. Se funden las tuberías plásticas	1% de letalidad en 1 min. Quemaduras de primer grado en 10 s.
4.0		Causa dolor si la duración es mayor a 20 s. pero son improbables las ampulas
1.6		No causa discomfort con larga exposición

Flama jet

Si a partir de una liberación no instantánea se tuviera una ignición inmediata se originaría una flama jet. El flux de radiación a diferentes distancias se muestran en el Cuadro 4.11 y se representa en la Figura 4.9.

Como puede observarse, la mayor afectación ocurriría dentro del predio de la empresa.

Cuadro 4.11
Radio de efectos como consecuencia de una flama jet

DISTANCIA m	FLUX DE RADIACION kW/m ²
1	789.90
2	197.47
3	87.78
4	49.37
5	31.60
6	21.94
7	16.12
8	12.34
9	9.75
10	7.90
11	6.53
12	5.48
13	4.67
14	4.03
15	3.51
16	3.08
17	2.73
18	2.44
19	2.18
20	1.97

Explosión

El Cuadro 4.9 presenta los cálculos correspondientes al caso de una explosión; se observa que la mayor afectación ocurriría en un radio de 3.45 m.

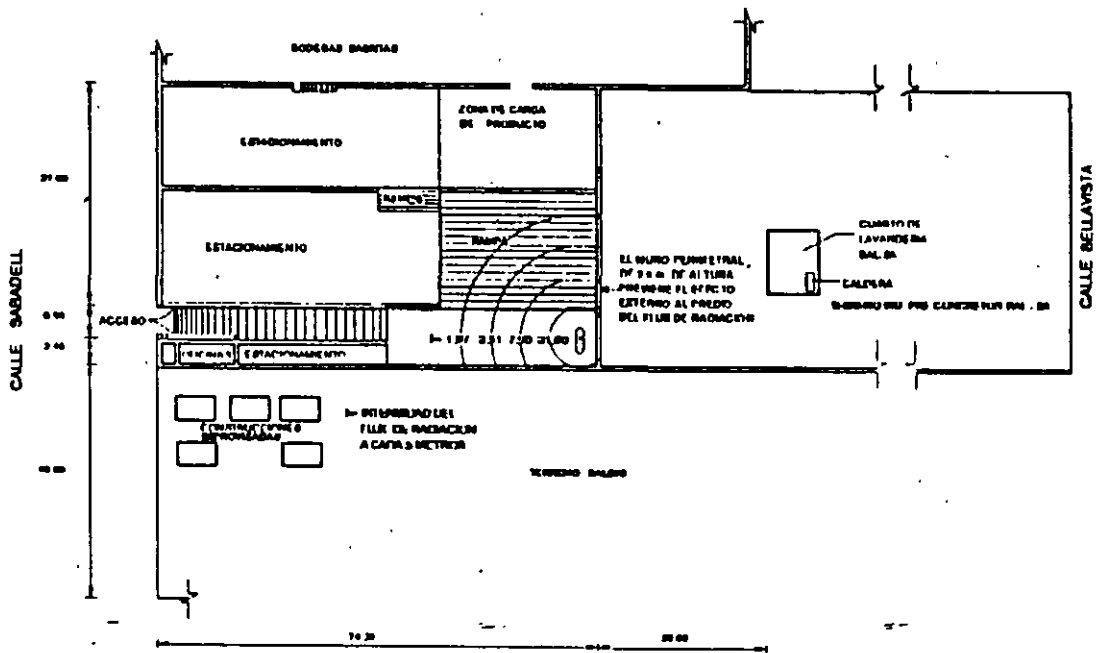


Figura 4.9. Flux de radiación a diferentes distancias en el caso de una flama jet

PRIMER Y SEGUNDO LISTADOS DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

La ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente establece, en su artículo 146, que deberán publicarse en el D.O.F. los listados de las actividades consideradas altamente riesgosas, lo cual ha ocurrido en dos ocasiones: el 28 de marzo de 1990 y el 4 de mayo de 1992. El Primer Listado se publicó en la Gaceta Ecológica # 9 y el Segundo nunca ha aparecido en sus páginas. Con el propósito de difundir y mantener actualizada a la sociedad en general y, en particular, al sector industrial, presentamos ambos Listados. Un elemento adicional que muestra su importancia es que están siendo utilizados como referencia en el Programa de Desregulación y Simplificación de Trámites a la Industria en Materia de Impacto Ambiental.

PRIMER LISTADO DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

ACUERDO por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los Artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expide el primer listado de actividades altamente riesgosas.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Gobernación.

ACUERDO POR EL QUE LAS SECRETARIAS DE GOBERNACION Y DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA, CON FUNDAMENTO EN LO DISPUESTO POR LOS ARTICULOS 5o. FRACCION X Y 146 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE; 27 FRACCION XXXII Y 37, FRACCIONES XVI Y XVII DE LA LEY ORGANICA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL, EXPIDEN EL PRIMER LISTADO DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.

CONSIDERANDO

Que la regulación de las actividades que se consideren altamente riesgosas por la magnitud o gravedad de los efectos que puedan generar en el equilibrio ecológico o el ambiente, está contemplada en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como asunto de alcance general de la nación o de interés de la Federación y se prevé que una vez hecha la determinación de las mismas, se publicarán los listados correspondientes.

Que el criterio adoptado para determinar cuáles actividades deben considerarse como altamente riesgosas, se fundamenta en que la acción o conjunto de acciones, ya sean de origen natural o antropogénico; estén asociadas con el manejo de sustancias con propiedades inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, radioactivas, corrosivas o biológicas, en cantidades tales que, en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas o bien una explosión, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

Que por lo tanto, se hace necesario determinar la cantidad mínima de las sustancias peligrosas con las propiedades antes mencionadas, que en cada caso, conviene su producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, en actividades que, de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas, vía atmosférica, provocarían la presencia de límites de concentración superiores a los permisibles, en un área determinada por una franja de 100 metros en torno de las instalaciones, o medios de transporte, y en el caso de la formación de nubes explosivas, la existencia, de ondas de sobrepresión. A esta cantidad mínima de sustancia peligrosa, se le denomina cantidad de reporte.

Que en consecuencia, para la determinación de las actividades consideradas altamente riesgosas, se partirá de la clasificación de las sustancias peligrosas, en función de sus propiedades, así como de las cantidades de reporte correspondiente.

Que cuando una sustancia presente más de una de las propiedades señaladas, esta se clasificará en fun-

ción de aquella ó aquéllas que presenten el o los más altos grados potenciales de afectación al ambiente, a la población o a sus bienes y aparecerá en el listado o listados correspondientes.

Que mediante este Acuerdo se expide el primer listado de actividades altamente riesgosas y que corresponde a aquéllas en que se manejan sustancias tóxicas. En dicho listado quedan exceptuadas en forma expresa el uso y aplicación de plaguicidas con propiedades tóxicas, en virtud de que existe una legislación específica para el caso, en la que se regula esta actividad en lo particular.

Que este primer listado y los subsecuentes que se expidan, para el caso de aquellas actividades asociadas con el manejo de sustancias inflamables, explosivas, reactivas, corrosivas o biológicas, éstas constituirán el sustento para determinar las normas técnicas de seguridad y operación, así como para la elaboración de los programas para la prevención de accidentes, previstos en el artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, mismos que deberán observarse en la realización de dichas actividades. Que cuando las actividades asociadas con el manejo de sustancias con propiedades radioactivas, podrían considerarse altamente riesgosas, las Secretarías de Gobernación y de Desarrollo Urbano y Ecología no establecerán un listado de las mismas, en virtud de que la expedición de las normas de seguridad nuclear, radiológica y física de las instalaciones nucleares o radioactivas compete a la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal y a la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con la participación que en su caso corresponda a la Secretaría de Salud, de conformidad con lo dispuesto por la legislación que de manera específica regula estas actividades.

Que las Secretarías de Gobernación y de Desarrollo Urbano y Ecología, previa opinión de las Secretarías de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Agricultura y Recursos Hidráulicos y del Trabajo y Previsión Social, llevaron a cabo los estudios que sirvieron de sustento para determinar los criterios y este primer listado de actividades que deben considerarse altamente riesgosas.

En mérito de lo anterior, hemos tenido a bien dictar el siguiente:

ACUERDO

ARTICULO 1o.- Se considerará como actividad altamente riesgosa, el manejo de sustancias peligrosas en un volumen igual o superior a la cantidad de reporte.

ARTICULO 2o.- Para los efectos de este ordenamiento se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las siguientes:

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

Manejo: Alguna o el conjunto de las actividades siguientes: producción, procesamiento, transporte, almacenamiento uso o disposición final de sustancias peligrosas.

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

Sustancia tóxica: Aquella que puede producir en organismos vivos, lesiones, enfermedades, implicaciones genéticas o muerte.

ARTICULO 3o.- Con base en lo previsto en el artículo primero, se expide el primer listado de actividades altamente riesgosas, que corresponde a aquéllas en que se manejen sustancias tóxicas. Estas actividades son la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final de las sustancias que a continuación se indican, cuando se manejen volúmenes iguales o superiores a las cantidades de reporte siguientes:

I. Cantidad de reporte: a partir de 1kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso:

ANEXO 1 PRIMER Y SEGUNDO LISTADOS DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

Acido cianhídrico
 Acido fluorhídrico-(fluoruro de hidrógeno)
 Arsina
 Cloruro de hidrógeno
 Cloro (1)
 Diborano
 Dióxido de nitrógeno
 Flúor
 Fosgeno
 Hexafluoruro de telurio
 Oxido nítrico
 Ozono(2)
 Seleniuro de hidrógeno
 Tetrafluoruro de azufre
 Tricloruro de boro

b) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

Acroleína
 Alil amina
 Bromuro de propargilo
 Butil vinil éter
 Carbonilo de níquel
 Ciclopentano
 Clorometil metil eter
 Cloruro de metacrilato
 Dioxolano
 Disulfuro de metilo
 Fluoruro cianúrico
 Furano
 Isocianato de metilo
 Metil hidracina
 Metil vinil cetona
 Pentaborano
 Sulfuro de dimetilo
 Tricloroetil silano

c) En el caso de las siguientes sustancias en estado sólido:

2 Clorofenil tiourea
 2,4 Ditiobiuret
 4,6 Dinitro-cresol
 Acido becen arsénico
 Acido cloroacético
 Acido fluoroacético
 Acido metil-carbamilo
 Acido tiocianico 2-benzotiánico
 Aldicarb
 Arseniato de calcio
 Bis clorometil cetona
 Bromodiolona

Carbofurano (furdán)
 Carbonilos de cobalto
 Cianuro de potasio
 Cianuro de sodio
 Cloroplatinato de amonio
 Cloruro crómico
 Cloruro de dicloro benzalkonio
 Cloruro platinoso
 Cobalto
 Cobalto (2,2-(1,2-etano)
 Complejo de organorodio
 Decaborano
 Dicloro xileno
 Difacionona
 Didisocianato de isoformona
 Dimetil-p-fenilendiamina
 Dixitoxin
 Endosulfan
 Epn
 Estereato de cadmio
 Estricnina
 Fenamifos
 Fenil tiourea
 Fluoroacetamida
 Fósforo (rojo, amarillo y blanco)
 Fósforo de zinc
 Fosmet
 Hexacloro naftaleno
 Hidruro de litio
 Metil anzifos
 Metil paration
 Monocrotófos (azodrin)
 Oxido de cadmio
 Paraquat
 Paraquat-metasulfato
 Pentadecilamina
 Pentóxido de arsénico
 Pentóxido de fósforo
 Pentóxido de vanadio
 Pireno
 Piridina, 2 metil, 5 vinil
 Seleniato de sodio
 Sulfato de estricnina
 Sulfato taloso
 Sulfato de talio
 Tetracloruro de iridio
 Tetracloruro de platino
 Tetraóxido de osmio
 Tiosemicarbazida
 Triclorofón
 Trióxido de azufre

II. Cantidad de reporte: a partir de 10 kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso:

Acido sulfhídrico
Amoniacó anhidro
Fosfina
Metil mercaptano
Trifluoruro de boro

b) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

1,2,3,4 diepoxibutano
2,cloroetanol
Bromo
Cloruro de acrilóilo
1 Solfuorato
Mesitileno
Oxícloruro fosforoso
Pentacarbonilo de fierro
Propionitrilo
Pseudocumeno
Tetracloruro de titanio
Tricloro (clorometil) silano
Vinil norbomeno

c) En el caso de las siguientes sustancias en estado sólido:

Acetato de metoxietilmercurio
Acetato fenil mercúrico
Acetato mercúrico
Arsenito de potasio
Arsenito de sodio
Azida de sodio
Bromuro cianógeno
Cianuro potásico de plata
Cloruro de mercurio
Cloruro de talio
Fenol
Fosfato etilmercúrico
Hidroquinona
Isotiosianato de metilo
Lindano
Malonato taloso
Malononitrilo
Níquel metálico
Oxido mercúrico
Pentaclorofenol
Pentacloruro de fósforo

Salcomina
Selenito de sodio
Telurio
Telurito de sodio
Tiosemicarbácida acetona
Tricloruro de galio
Warfarin

III. Cantidad de reporte: a partir de 100 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en el estado gaseoso:

Bromuro de metilo
Etano (3)
Oxido de etileno

b) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

2,6-Diisocianato de tolueno
Acetaldehído (3)
Acetato de vinilo
Acido nítrico
Acrilonitrilo
Alcohol alílico
Beta propiolactona
Cloroacetaldehído
Crotonaldehído
Disulfuro de carbono
Eter bis-cloro metílico
Hidracina
Metil tricloro silano
Nitrosodimetilamina
Oxido de propileno
Pentacloroetano
Pentafluoruro de antimonio
Perclorometil mercaptano
Piperidina
Propilenimina
Tetrametilo de plomo
Tetranitrometano
Tricloro benceno
Tricloruro de arsénico
Trietoxisilano
Trifluoruro de boro

c) En el caso de las siguientes sustancias en estado sólido:

Acido cresílico
Acido selenioso
Acrilamida

ANEXO 1 PRIMER Y SEGUNDO LISTADOS DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

Carbonato de talio
Metomil
Oxido silico
Yoduro cianogeno

Tricloro de etilo
Tolueno (3)

VI. Cantidad de reporte: a partir de 100.000 Kg.

IV. Cantidad de reporte: a partir de 1.000 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso:

Butadieno

b) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

Acetonitrilo
Benceno (3)
Cianuro de bencilo
Cloroformo
Cloruro de benzal
Cloruro de bencilo
2,4-Diisocianato de tolueno
Epiclorohidrina
Isobutironitrilo
Oxicloruro de selenio
Peroxido de hidrógeno
Tetracloruro de carbono (3)
Tetraetilo de plomo
Trimetilcloro silano

V. Cantidad de reporte: a partir de 10.000 Kg.

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

2,4,6 Trimetil anilina
Anilina
Ciclohexilamina
Cloruro de bencen sulfonilo
Diclorometil fenil silano
Etilen diamina
Forato
Formaldehido cianohidrina
Gas mostaza; sinónimo (sulfato de bis 2-cloroetilo)
Hexacloro ciclo pentadieno
Lactonitrilo
Mecloretamina
Metanol
Oleum -
Sulfato de dimetilo

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

1,1-Dimetil hidracina
Anhídrido metacrílico
Cumeno
Diclorvos
Eter dicloroetilico
Eter diglicidílico
Fenil dicloro arsina
Nevinfos (fosforin)
Octametil difosforamida
Tricloro fenil silano

VII. Cantidad de reporte: a partir de 1.000.000 kg

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

Adiponitrilo
Clordano
Dibutilftalato
Dicrotofos (bidrín)
Dimetil 4 ácido fosfórico
Dimetilftalato
Dioctilftalato
Fosfamidón
Metil-5-Dimetón
Nitrobenceno
Tricloruro fosforoso

(1) Se aplica exclusivamente a actividades industriales y comerciales.

(2) Se aplica exclusivamente a actividades donde se realicen procesos de ozonización.

(3) En virtud de que esta sustancia presenta además propiedades explosivas o inflamables, también será considerada, en su caso, en el proceso para determinar los listados de actividades altamente riesgosas, correspondientes a aquellas en que se manejen sustancias explosivas o inflamables.

ARTICULO 4o.- Se exceptúa del listado de actividades altamente riesgosas, previsto en el artículo

anterior, el uso o aplicación de plaguicidas con propiedades tóxicas.

ARTICULO 5o.- Para efectos del presente Acuerdo, se entenderá como sustancias en estado sólido, aquéllas que se encuentren en polvo menor de 10 micras.

ARTICULO 6o.- En el caso de las sustancias señaladas en el artículo 3o. que correspondan a plaguicidas, la cantidad de reporte se entenderá referida a su ingrediente técnico llamado también activo.

En los demás casos, las cantidades de reporte de las sustancias indicadas en este Acuerdo, deberán considerarse de conformidad con su más alto porcentaje de concentración. Cuando dichas sustancias se encuentran en solución o mezcla, deberá realizarse el cálculo correspondiente, a fin de determinar la cantidad de reporte para el caso de que se trate.

SEGUNDO LISTADO DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

ACUERDO por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5o.- fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 fracción XXXII y 37 fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el segundo listado de actividades altamente riesgosas.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Gobernación.

ACUERDO POR EL QUE LAS SECRETARÍAS DE GOBERNACION Y DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA, CON FUNDAMENTO EN LO DISPUESTO POR LOS ARTICULOS 5o.

ARTICULO 7o.- Las Secretarías de Gobernación y de Desarrollo Urbano y Ecología, previa opinión de las Secretarías de Energía, Minas e Industria Paraestatal; Comercio y Fomento Industrial; de Salud; Agricultura y Recursos Hidráulicos y del Trabajo y Previsión Social, podrán ampliar y modificar el listado objeto del presente Acuerdo, con base en el resultado de investigaciones que al efecto se lleven a cabo.

TRANSITORIO

UNICO.- El presente acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el *Diario Oficial de la Federación*.

Ciudad de México a 26 de marzo de mil novecientos noventa.- El Secretario de Gobernación, Fernando Gutiérrez Barrios.- Rúbrica.- El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, Patricio Chirinos Calero.-Rúbrica.

Publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 28 de marzo de 1990.

FRACCION X Y 146 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE, 27 FRACCION XXXII Y 37 FRACCIONES XVI Y XVII DE LA LEY ORGANICA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL EXPIDEN EL SEGUNDO LISTADO, DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.

CONSIDERANDO

Que la regulación de las actividades altamente riesgosas, está contemplada en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como asunto de alcance general de la nación o de interés de la Federación y se prevé que una vez hecha la determinación de las mismas se publicarán los listados correspondientes.

Que el criterio adoptado para determinar cuáles actividades deben considerarse como altamente riesgosas, se fundamenta en que la acción o conjunto de acciones, ya sean de origen natural o antropogénico, estén asociadas con el manejo de sustancias con propiedades inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, radioactivas, corrosivas o biológicas, en cantidades tales que, en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas o bien una explosión, ocasionarían una afectación significativa al ambiente a la población o a sus bienes.

Que por lo tanto, se hace necesario fijar dicha cantidad para cada sustancia peligrosa que presente las propiedades antes mencionadas. A esta cantidad se le denomina cantidad de reporte.

Que con base en el criterio anterior se ha procedido a determinar las actividades altamente riesgosas en función de las propiedades de las sustancias que se manejen y a agrupar dichas actividades en los listados correspondientes.

Que cuando una actividad esté relacionada con el manejo de una sustancia que presente más de una de las características de peligrosidad señaladas, en cantidades iguales o superiores a su cantidad de reporte, dicha actividad será considerada altamente riesgosa y se incluirá en cada uno de los listados que correspondan.

Que el 28 de marzo de 1990 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el primer listado de actividades altamente riesgosas que corresponde a aquellas en que se manejen sustancias tóxicas. Que mediante este Acuerdo se expide el segundo listado de actividades altamente riesgosas que corresponde a aquellas en que se manejen sustancias inflamables y explosivas, en cantidades tales que de producirse una liberación, ya sea por fuga o derrame de las mismas en la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final provocaría la formación de nubes inflamables, cuya concentración sería semejante a la de su límite inferior de inflamación de nubes inflamables, cuya concentración sería semejante a la de su límite inferior de inflamabilidad, en un área determinada por una franja de 100 de longitud en torno de las instalaciones o medio de transporte dados, y en el caso de formación de nubes explosivas, la presencia de ondas de sobrepresión de 0.51b/pulg² en esa misma franja.

Que tanto el primer listado que corresponde al manejo de sustancias tóxicas y este concerniente al manejo de sustancias inflamables y explosivas así como los subsecuentes que se expidan para el caso de aquellas actividades relacionadas con el manejo de sustancias reactivas, corrosivas o biológicas, constituirán el sustento para determinar las normas técnicas de seguridad y operación, así como para la elaboración y presentación de los programas para la prevención de accidentes previstos en el artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, mismos que deberán observarse en la realización de dichas actividades.

Que aun cuando las actividades asociadas con el manejo de sustancias con propiedades radioactivas podrían considerarse altamente riesgosas, las Secretarías de Gobernación y de Desarrollo Urbano y Ecología no establecerán un listado de las mismas, en virtud de que la expedición de las normas de seguridad nuclear, radiológica y física de las instalaciones nucleares o radioactivas compete a la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal y a la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con la participación que en su caso corresponda a la Secretaría de Salud de conformidad con lo dispuesto por la legislación que de manera específica regula estas actividades.

Que la Secretaría de Gobernación y de Desarrollo Urbano y Ecología previa opinión de las Secretarías de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Comercio y Fomento Industrial, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud y del Trabajo y Previsión Social, así como con la participación de la Secretaría de la Defensa Nacional, llevaron a cabo los estudios que sirvieron de sustento para determinar los criterios y este segundo listado de actividades que deben considerarse altamente riesgosas.

En mérito de lo anterior, hemos tenido a bien dictar el siguiente:

ACUERDO

ARTICULO 1o.- Se expide el segundo listado de actividades altamente riesgosas que corresponde a aquellas en que se manejen sustancias inflamables y explosivas.

ARTICULO 2o.- Se considerará como actividad altamente riesgosa, el manejo de sustancias peli-

grosas en cantidades iguales o superiores a la cantidad de reporte.

ARTICULO 3o.- Para los efectos de este Acuerdo se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las siguientes:

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

Manejo: Alguna o el conjunto de las actividades siguientes: producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final de sustancias peligrosas.

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

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

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

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

I. Cantidad de reporte a partir de 500 kg.

a) en el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso:

Acetileno
Acido sulfhídrico
Anhídrido hipocloroso
Butano (Niso)
Butadieno
1-Buteno
2-Buteno (cis,trans)
Cianógeno
Ciclobutano
Ciclopropano
Cloruro de metilo
Cloruro de vinilo
Difluoruro 1-Cloroetano
Dimetil amina
2,2-Dimetil propano
Etano
Eter metílico
Etileno
Fluoruro de etilo
Formaldehido
Hidrógeno
Metano
Metilamina
2-Metil propeno
Propano
Propileno
Propino
Sulfuro de carbonilo
Tetrafluoroetileno
Trifluorocloroetileno
Trimetil amina

b) En el caso de las sustancias en estado gaseoso no previstas en el inciso anterior y que tengan las siguientes características:

Temperatura de inflamación <37.8° C
Temperatura de ebullición <21.1° C
Presión de vapor >760 mm hg

c) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

2-Butino
Cloruro de etilo
Etilamina
3-Metil-1-Buteno
Metil etil eter
Nitrito de etilo
Oxido de etileno
1-Pentano

II. Cantidad de reporte a partir de 3,000 kg.

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

Acetaldehído
 Ácido cianhídrico
 Amileno(cis,trans)
 Colodión
 Disulfuro de carbono
 2-Metil-1-Buteno
 2-Metil-2-Buteno
 Óxido de propileno
 Pentano (Niso)
 1-Penteno
 1-Penteno
 Sulfuro de dimetilo

2-Metil-2-Penteno
 2-Metil-1-Penteno
 4-Metil-2-Penteno
 2-Metil-2-Propanotiol
 Metil propil acetileno
 Metil triclorosilano
 Propil amina (Niso)
 Propenil etil éter
 Tetrahidrofurano
 Triclorosilano
 Vinil etil éter
 Vinil isopropil éter

III. Cantidad de reporte a partir de 10,000 kg.

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

Acroleína
 Alil amina
 Bromuro de alilo
 Carboñilo de níquel
 Ciclopentano
 Ciclopenteno
 1-Cloro propileno
 2-Cloro propileno
 Cloruro de alilo
 Cloruro de acetilo
 Cloruro de propilo (Niso)
 1,1-Dicloroetileno
 Dietilamina
 Dihidropirán
 2,2 Dimetil butano
 2,3 Dimetil butano
 2,3 Dimetil 1-Buteno
 2,3 Dimetil 2-Buteno
 2- Etil 1-Buteno
 Eter dietílico
 Eter vinílico
 Etilico mercaptano
 Etoxiacetileno
 Formiato de etilo
 Formiato de metilo
 Furano
 Isopreno
 Isopropenil acetileno
 2-Metil-Pentano
 3-metil Pentano
 2-Metil-1-Penteno

Acetato de etilo
 Acetato de metilo
 Acetato de vinilo
 Acetona
 Acrilato de metilo
 Acrilonitrilo
 Alcohol metílico
 Alcohol etílico
 Benceno
 1-Bromo-2-Buteno
 Butilamina (Niso,sec,ter)
 Ciclohexano
 Ciclohexeno
 Cicloheptano
 2-Cloro-2-Buteno
 Cloruro de butilo (Niso,sec,ter)
 Cloruro de vinilideno
 Dicloroetano
 Dicloroetileno (cis,trans)
 1,2-Dicloroetileno
 Dimetil diclorosilano
 1,1 Dimetil hidrazina
 2,3 Dimetil pentano
 2,4 Dimetil pentano
 Dimetoxi metano
 Diisobutileno
 Diisopropilamina
 Dioxolano
 Eter etil propílico
 Eter propílico (Niso)
 Etil butil éter
 Etil ciclobutano
 Etil ciclopentano
 Etil diclorosilano

IV. Cantidad de reporte a partir de 20,000 kg.

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

Etil metil cetona

Gas L.P. comercial ¹¹

Etilenimina

Formiato de propilo (Niso)

VI. Cantidad de reporte a partir de 100.000 kg

Fluorobenceno

1-Hexeno

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

2-Hexeno (cis,trans)

Heptano (Niso y mezclas de isómeros)

Hepteno

Heptileno

Heptileno 2-trans

1,4-Hexadieno

Hexano (Niso y mezclas de isómeros)

Isobutiraldehído

2-Metil furano

Metil Ciclohexano

Metil Ciclopentano

Metil Diclopentano

Metil Diclorosilano

Metil éter propílico

2-Metil hexano

3-Metil hexano

Metil hidrazina

2-Metil-1,3-Pentadieno

4-Metil-1,3-Pentadieno

Metil pirrolidina

2-Metil tetrahidrofurano

Metil vinil cetona

Monoxido de butadieno

Nitrato de etilo

2,5-Norbornadieno

Oxido de butileno

Oxido de pentametileno

1,2-Oxido de butileno

Pirrolidina

Propionaldehído

Propionato de metilo

Propionato de vinilo

Trietilamina

2,2,3-Trimetil butano

2,3,3-Trimetil-1-Buteno

2,3,4-Trimetil-1-Penteno

2,4,4-Trimetil-2-Penteno

3,4,4-Trimetil-2-Penteno

Trimetilclorosilano

Vinil isobutil éter

Acetato de propilo (Niso)

Alcohol alílico

Alcohol desnaturalizado

Alcohol propílico (Niso)

Amilamina (N.sec)

Bromuro de N-butilo

Butirato de metilo

Butironitrilo (Niso)

1,2-Dicloropropano

2,3-Dimetil hexano

2,4-dimetil hexano

P-Dioxano

Eter alílico

Formiato de isobutilo

2-Metil-2-Butanol

2-Metil Butiraldehído

2-Metil-3-Etil pentano

3-Metil-2-Butanotiol

Metil metacrilato

Piperidina

Piridina

Propionato de etilo

Propionitrilo

Tetrametilo de plomo

2,2,3-Trimetil pentano

2,2,4-Trimetil pentano

2,3,3-Trimetil pentano

Tolueno

VII. Cantidad de reporte a partir de 200,000 kg

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

Acetal

Acetato de butilo (iso.sec)

Acetato de isoamilo

Acetato de isopropenilo

Acetonitrilo

Acrilato de isobutilo

Alcohol alílico (N.sec)

Alcohol butílico (iso.sec.ter)

Añil mercaptan

Benzotrifluoruro

V. Cantidad de reporte a partir de 50.000 kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso:

1-Butanol
 Butil mercaptan (N,sec)
 Butirato de etilo (Niso)
 Clorobenceno
 Cloruro de amilo
 Crotonaldehído
 Cumeno
 Dietilcetona
 Dietílico carbonato
 1,3-Dimetil butilamina
 1,3-Dimetil ciclohexano
 1,4-Dimetil ciclohexano (cis, trans)
 Estireno
 Etil benceno
 Etil butilamina
 2-etil butiraldehído
 Etil ciclohexano
 Etilendiamina
 Etileno-glicol dietílico éter
 Ferropenacarbonilo
 Isobromuro de amilo
 Isoformiato de amilo
 Metacrilato de etilo
 Metil isobutil cetona
 Metil propil cetona
 Nitroetano
 Nitrometano
 Octano (N, iso)
 Octeno (iso)
 1-Octeno
 2-Octeno
 Oxido de mesitilo
 2,2,5-Trimetil hexano
 Vinil triclorosilano
 Xileno (M.O.P.)

IX. Cantidad de reporte a partir de 10,000 barriles.

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

Gasolinas ⁽¹⁾
 Kerosenas incluye naftas y diáfano ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Se aplica exclusivamente a actividades industriales y comerciales.

ARTICULO 5.- Se exceptúa de este listado a las actividades relacionadas con el manejo de las sustancias a que se refiere el artículo 41 de la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos.

ARTICULO 6.- Las cantidades de reporte de las sustancias indicadas en este Acuerdo, deberán considerarse referidas a su más alto porcentaje de concentración. Cuando dichas sustancias se encuentren en solución o mezcla, deberá realizarse el cálculo correspondiente, con el fin de determinar la cantidad de reporte para el caso de que se trate.

ARTICULO 7.- Las Secretarías de Gobernación y de Desarrollo Urbano y Ecología, previa opinión de las Secretarías de Energía Minas e Industria Paraestatal de Comercio y Fomento Industrial, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud y de Trabajo y Previsión Social, podrán ampliar y modificar el listado objeto del presente Acuerdo, con base en el resultado de las investigaciones que sobre el particular se lleven a cabo.

TRANSITORIO

UNICO.- El presente acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el *Diario Oficial de la Federación*.

México D.F. a 30 de Abril de 1992.- El Secretario de Gobernación, Fernando Gutiérrez Barrios.- Rúbrica.- El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, Luis Donald Colosio Murrieta.- Rúbrica.

Publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 4 de mayo de 1992.

VIII. Cantidad de reporte a partir de 10,000 kg

a) En el caso de las sustancias en estado líquido, no previstas en las fracciones anteriores y que tengan las siguientes características:

Temperatura de inflamación <37.8 °C
 Temperatura de ebullición >21.1 °C
 Presión de vapor ≤760 mm hg

GUIAS PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS DE RIESGO EN SUS TRES MODALIDADES

GUIA PARA LA ELABORACION DEL INFORME PRELIMINAR DE RIESGO

Datos generales

La información solicitada en este apartado, es necesario escribirla sin abreviaturas y legible; cuando existan varios Departamentos involucrados en el plan o proyecto, anotarlos, pero con la observación de cuál es el responsable.

Nombre de la empresa u organismo.

Registro federal de causantes de la empresa.

Objeto de la empresa u organismo.

Cámara o Asociación a la que pertenece.

Número de registro de la cámara o asociación.

Fecha.

Instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa u organismo (escritura pública, decreto de creación, etc.).

Departamento proponente.

Domicilio para oír y recibir notificaciones.

Estado; ciudad; calle; municipio; localidad; código postal; teléfono.

Nombre completo de la persona responsable del estudio. Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.

Puestó.

Instrumento jurídico mediante el cual se concede poder suficiente al responsable para suscribir el presente documento (mandato, nombramiento, etc.). Anexar comprobante.

Firma del responsable bajo protesta de decir verdad.

Descripción general del plan o proyecto

Para contestar sobre la información que se solicita en este apartado, si es necesario anexar hojas adicionales. Cuando la localización del predio sea fácilmente identificable, no contestar el renglón de las coordenadas del predio.

RIESGO AMBIENTAL

- II.1.** Nombre de la planta.
- II.1.1.** Planes de crecimiento futuro.
- II.2.** Ubicación de la planta.
Estado, municipio, localidad.
- Anexar planos de localización, marcando puntos importantes de interés cercanos al plan o proyecto en un radio de 200 m, la escala de plano puede ser 1:20,000 o 1:25,000 en la microrregión, y 1:100,000 en la región.
- II.2.1.** Coordenadas del predio.
- II.2.2.** Describir las colindancias del predio y los usos del suelo en un radio de 200 metros en su entorno, anotando los datos pertinentes del registro público de la propiedad correspondiente.
- II.2.3.** Superficie total (m²); requerida (m²).
- II.2.4.** Origen legal del predio (compra, venta, concesión, expropiación, arrendamiento, etc.).
- II.2.5.** Descripción de acceso (marítimo, terrestre y/o aéreo).
- II.2.6.** Infraestructura necesaria (actual y proyectada).
- II.3.** Actividades conexas (industriales, comerciales y de servicios).
- II.4.** Lineamiento y programas de contratación de personal.
- II.5.** Programas de capacitación y adiestramiento de personal.
- II.6.** Especificar si cuentan con otras autorizaciones oficiales para realizar la actividad propuesta (licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, etc.). Anexar comprobantes.
- III.** **Aspectos del medio natural y socioeconómico**
- Describa el sitio seleccionado para la realización del proyecto bajo los siguientes parámetros contestando negativa o afirmativamente y especificando los elementos relevantes en su caso.
- III.1.** ¿Es una zona de cualidades estéticas únicas o excepcionales (por ejemplo: miradores sobre paisajes costeros naturales)?
- III.2.** ¿Es o se encuentra cercano a una zona donde hay hacinamiento?
- III.3.** ¿Es o se encuentra cercano a un recurso acuático (lago, río, etc.)?
- III.4.** ¿Es o se encuentra cercano a un lugar o zona de atracción turística?
- III.5.** ¿Es o se encuentra cercano a una zona de recreo (parques, escuelas u hospitales)?
- III.6.** ¿Es o se encuentra cercano a zonas que se reservan o debieran reservarse para hábitat de fauna silvestre?
- III.7.** ¿Es o se encuentra cercano a una zona de especies acuáticas?
- III.8.** ¿Es o se encuentra cercano a una zona de ecosistemas excepcionales?

ANEXO 2 GUIAS PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS DE RIESGO EN SUS TRES MODALIDADES

¿Es o se encuentra cercano a una zona de centros culturales, religiosos o históricos del país?

¿Es o se encuentra cercano a una zona de parajes para fines educativos (por ejemplo: zonas ricas en características geológicas o arqueológicas)?

¿Es o se encuentra cercano a una zona de pesquerías comerciales?

¿Se están evaluando otros sitios donde sería posible establecer el proyecto? ¿Cuáles son?

¿Se encuentra incluido el sitio seleccionado para el proyecto en un programa de planificación adecuado o aplicable (por ejemplo: el Plan de Ordenamiento Ecológico del Área)?

Dentro de un radio aproximado de 10 km del área del proyecto, ¿qué actividades se desarrollan?

- Tierras cultivables.
- Bosques.
- Actividades industriales (incluidas las minas).
- Actividades comerciales o de negocios.
- Centros urbanos.
- Núcleos residenciales.
- Centros rurales.
- Zona de uso restringido (por motivos culturales, históricos, arqueológicos o reservas ecológicas).
- Cuerpos de agua.

¿Está el lugar ubicado en una zona susceptible a:

- Terremotos (sismicidad)?
- Corrimientos de tierra?
- Derrumbamientos o hundimientos?
- Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)
- Inundaciones (historial de 10 años, promedio anual de precipitación pluvial)?
- Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimiento y erosión?
- Riesgos radiológicos?

¿Ha habido informes sobre contaminación del aire, de las aguas o por residuos sólidos debido a otras actividades en la zona del proyecto? Describir.

¿Existirán durante las etapas de construcción y operación del proyecto niveles de ruido que pudieran afectar a las poblaciones cercanas a él?

¿Existe historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto?

¿Existen especies animales, vegetales (terrestres o acuáticas) en peligro de extinción o únicas, dentro del área del proyecto?

¿Existirá alguna afectación a los hábitats presentes?

Describa en términos de su composición biológica, física y su grado actual de degradación.

RIESGO AMBIENTAL

- III.21. ¿Es la economía del área exclusivamente de subsistencia?
- III.22. ¿Cuál es el ingreso medio anual per cápita de los habitantes del área del proyecto (en un radio de 10 km) en relación con el resto del país? Describa asimismo, los aspectos demográficos y socioeconómicos del área de interés.
- III.23. ¿Crearé el proyecto una demanda excesiva de:
- () Fuerza de trabajo de la localidad?
 - () Servicios para la comunidad (vivienda y servicios en general)?
 - () Sistema de servicios públicos y de comunicaciones?
 - () Instalaciones o servicios de eliminación de residuos?
 - () Materiales de construcción?
- III.24. ¿Cortará o aislará sectores de núcleos urbanos, vecindarios (barrios o distritos) o zonas étnicas o creará barreras que obstaculicen la cohesión y continuidad cultural de vecindarios?
- III.25. Además de los equipos de control de la contaminación del suelo, aire y agua, ¿se tienen contempladas otras medidas preventivas o programas de contingencias para evitar el deterioro del medio ambiente?
- IV. Integración del proyecto a las políticas marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo
- Este apartado se deberá desglosar de acuerdo con los distintos capítulos que conforman el Plan Nacional de Desarrollo y que tengan vinculación directa con el proyecto propuesto.
- IV.1. Etapa de construcción.
- IV.1.1. Construcción (desglose por etapas) y mantenimiento.
 - IV.1.2. Materiales requeridos por etapa del proyecto.
 - IV.1.3. Funcionarios.
 - IV.1.4. Técnicos
 - IV.1.5. Empleados
 - IV.1.6. Obreros.
 - IV.1.7. Equipos requeridos por etapa del proyecto (en cantidad, tiempo estimado de uso y descripción).
 - IV.1.8. Requerimiento de agua y energía.
 - IV.1.8.1. Agua (origen, fuente, suministro, cantidad, almacenamiento).
 - IV.1.8.2. Agua cruda.
 - IV.1.8.3. Agua potable.
 - IV.1.8.4. Electricidad (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento).
- IV.2. Etapa de operación.
- IV.2.1. Descripción del proyecto (debiendo anexar diagramas de flujo y bloques).
 - IV.2.2. Metabolismo industrial
 - IV.2.2.1. Descripción de líneas de producción, reacción principal y secundarias.
 - IV.2.2.2. Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, especificando: sustancia, equipo de seguridad, cantidad o volumen y concentración.
 - IV.2.2.3. Tipo de recipientes y/o envase de almacenamiento, especificando: características, tipo, dimensionamiento y cantidad o volumen del recipiente.

- IV.3. Sustancias involucradas en el proceso.
 - IV.3.1. Componentes riesgosos
 - IV.3.1.1. Por ciento y nombre de los componentes
 - IV.3.1.2. Número CAS.
 - IV.3.1.3. Número de Naciones Unidas.
 - IV.3.1.4. Especificar si algún componente tiene efectos cancerígenos y/o teratogénicos.
 - IV.3.1.5. Limite máximo permisible de concentración.
 - IV.3.1.6. Nombre del fabricante o importador.
 - IV.3.1.7. En caso de emergencia comunicarse al teléfono o fax número:
 - IV.3.2. Precauciones especiales.
 - IV.3.2.1. Precauciones que deben ser tomadas para el manejo y almacenamiento.
 - IV.3.2.2. Precauciones que deben ser tomadas de acuerdo con la reglamentación de transporte.
 - IV.3.2.3. Precauciones que deben ser tomadas de acuerdo con las reglamentaciones ecológicas.
 - IV.3.2.4. Otras precauciones
 - IV.3.3. Propiedades físicas
 - IV.3.3.1. Nombre comercial.
 - IV.3.3.2. Nombre químico y peso molecular.
 - IV.3.3.3. Familia química.
 - IV.3.3.4. Sinónimos.
 - IV.3.3.5. Temperatura de ebullición (°C)
 - IV.3.3.6. Presión de vapor (mmHg a 20°C)
 - IV.3.3.7. Densidad de vapor (aire=1).
 - IV.3.3.8. Reactividad en agua.
 - IV.3.3.9. Velocidad de evaporación (butil-acetato=1).
 - IV.3.3.10. Temperatura de autoignición.
 - IV.3.3.11. Temperatura de fusión (°C).
 - IV.3.3.12. Densidad relativa.
 - IV.3.3.13. Solubilidad en agua.
 - IV.3.3.14. Estado físico, color y olor.
 - IV.3.3.15. Punto de inflamación.
 - IV.3.3.16. Por ciento de volatilidad.
 - IV.3.3.17. Otros datos.
 - IV.3.4. Riesgo para salud.
 - IV.3.4.1. Ingestión accidental
 - IV.3.4.2. Contacto con los ojos.
 - IV.3.4.3. Contacto con la piel.
 - IV.3.4.4. Absorción.
 - IV.3.4.5. Inhalación.
 - IV.3.4.6. Toxicidad:
 - IDLH (ppm o mg/m³)
 - TLV 8 horas (ppm o mg/ m³)
 - TLV 15 min (ppm o mg/ m³)
 - IV.3.4.7. Daño genético.
 - Clasificación de sustancias de acuerdo a las características en humanos, por ejemplo Instructivo No. 10 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social u otras. Especificar.
 - IV.3.5. Riesgos de fuego o explosión.
 - IV.3.5.1. Medio de extinción
 - () Niebla
 - () Espuma
 - () Halón
 - () CO₂

() Químico seco

() Otros

IV.3.5.2. Equipo especial de protección (general) para combate de incendio.

IV.3.5.3. Procedimiento especial de combate de incendio.

IV.3.5.4. Condiciones que conducen a un peligro de fuego y/o explosión no usuales.

IV.3.5.5. Productos de la combustión.

IV.3.5.6. Inflamabilidad:

Límite superior de inflamabilidad (%)

Límite inferior de inflamabilidad (%)

IV.3.6. Datos de reactividad

Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua y potencial de oxidación.

IV.3.6.1. Sustancia estable o inestable.

IV.3.6.2. Condiciones a evitar.

IV.3.6.3. Incompatibilidad, sustancias a evitar.

IV.3.6.4. Disposición de componentes peligrosos.

IV.3.6.5. Polimerización peligrosa.

IV.3.6.6. Condiciones a evitar.

IV.3.7. Corrosividad

Clasificación de sustancias por su grado de corrosividad.

IV.3.8. Radiactividad

Clasificación de sustancias radiactivas.

IV.4. Condiciones de operación

Equipos de proceso y auxiliares (descripción, características, tiempo estimado de uso y localización). Asimismo anexar plano del arreglo general de la planta, señalando distanciamientos existentes entre cada equipo.

Debe incluir:

IV.4.1. Temperaturas extremas de operación.

IV.4.2. Presiones extremas de operación.

IV.4.3. Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

IV.4.4. Características del régimen operativo de la instalación.

IV.4.5. Características de instrumentación y control.

IV.4.6. Origen de la ingeniería básica del proceso.

IV.5. Riesgos

IV.5.1. Antecedentes de riesgo del proceso.

IV.5.2. Responsable de la ingeniería de detalle.

IV.5.3. Identificar y jerarquizar los riesgos en áreas de: proceso, almacenamiento y transporte, (en relación al transporte describir las normas para el manejo de materias primas, productos y subproductos utilizados, que se consideren tóxicos, inflamables, explosivos, etc.).

- IV.5.4. Modelación matemática del o los eventos máximos probables de riesgo.
- IV.5.5. Descripción de riesgos que tengan afectación potencial al entorno de la planta. Asimismo se deberá anexar el diagrama de pétales, señalando el área de afectación en un plano de localización a escala 1: 50,000.
- IV.5.6. Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación.
- IV.5.7. Descripción de medidas de seguridad y operación para abatir el riesgo.
- IV.5.8. Especificar sobre protección: tipo de protección y prácticas de higiene.
- IV.5.9. Respuesta a la lista de comprobaciones de seguridad.
- IV.5.10. Residuos principales, (características y volumen):
- IV.5.11. Emisiones atmosféricas.
- IV.5.12. Descarga de aguas residuales.
- IV.5.13. Residuos sólidos y líquidos
 - IV.5.13.1. Inocuos.
 - IV.5.13.2. Peligrosos.
 - IV.5.13.3. Metodología usada para su clasificación.
 - IV.5.13.4. Sistema y tecnología de control y tratamiento, (descripción general, características, capacidad).
- IV.5.14. Disposición final.
 - IV.5.14.1. Volumen y composición de aguas tratadas o sin tratar.
 - IV.5.14.2. Cuerpos receptores de aguas tratadas o sin tratar.
 - IV.5.14.3. Volumen y composición de residuos sólidos.
 - IV.5.14.4. Cuerpos receptores de residuos sólidos.
 - IV.5.14.5. Factibilidad de reciclaje.
 - IV.5.14.6. Usos del agua corriente abajo del proyecto, (abastecimiento público, riego, recreo, hábitat de especies acuáticas únicas o valiosas). No contestar en caso de que la descarga se realice a la red de alcantarillado municipal.
- V. **Conclusiones**
 - V.1. Hacer un resumen de la situación general que presenta la planta o proyecto, en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y áreas de afectación.
 - V.2. Recomendaciones para corregir, mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.
- VI. **Anexar memoria fotográfica del sitio de ubicación de la planta o proyecto**

**GUIA PARA LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE RIESGO
MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO**

I. Datos generales

La información solicitada en este apartado, es necesario escribirla sin abreviaturas y legible; cuando existan varios Departamentos involucrados en el plan o proyecto, anotarlos, pero con la observación de cuál es el responsable.

- I.1. Nombre de la empresa u organismo.
- I.2. Registro federal de causantes.
- I.3. Objeto de la empresa u organismo.
- I.4. Cámara o Asociación a la que pertenece.
 - I.4.1. Número de registro de la cámara o asociación.
 - I.4.2. Fecha.
- I.5. Instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa u organismo (escritura pública, decreto de creación, etc.).
- I.6. Departamento proponente.
 - I.6.1. Domicilio para oír y recibir notificaciones.
Estado; ciudad; calle; municipio; localidad; código postal; teléfono.
 - I.6.2. Nombre completo de la persona responsable del estudio.
Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.
 - I.6.3. Puesto.
 - I.6.4. Instrumento jurídico mediante el cual se concede poder suficiente al responsable para suscribir el presente documento (mandato, nombramiento, etc.). Anexar comprobante.
 - I.6.5. Firma del responsable bajo protesta de decir verdad.

II: Descripción general del plan o proyecto

la información que se solicita en este apartado se requiere de forma concisa y breve, en caso necesario anexar hojas adicionales. Cuando la localización del predio sea fácilmente identificable, no contestar el renglón de las coordenadas del predio.

- II.1. Nombre de la planta.
 - II.1.1. Naturaleza del proyecto (descripción general, capacidad proyectada, inversión, vida útil).
 - II.1.2. Planes de crecimiento futuro.
- II.2. Ubicación del proyecto
Estado, municipio, localidad.

Anexar planos de localización, marcando puntos importantes de interés cercanos al plan o proyecto en un radio de 200 m, la escala de plano puede ser 1:20,000 o 1:25,000 en la microrregión, y 1:100,000 en la región.

- II.2.1. Coordinadas del predio.
- II.2.2. Describir las colindancias del predio y los usos del suelo en un radio de 200 metros en su entorno, anotando los datos pertinentes del registro público de la propiedad correspondiente.
- II.2.3. Superficie total (m²); requerida (m²).
- II.2.4. Origen legal del predio (compra, venta, concesión, expropiación, arrendamiento, etc.).
- II.2.5. Descripción de acceso (marítimo, terrestre y/o aéreo).
- II.2.6. Infraestructura necesaria (actual y proyectada).

- II.3. Actividades conexas (industriales, comerciales y de servicios).

- II.4. Lineamiento y programas de contratación de personal.

- II.5. Programas de capacitación y adiestramiento de personal.

- II.6. Especificar si cuentan con otras autorizaciones oficiales para realizar la actividad propuesta (licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, etc.). Anexar comprobantes.

- III. **Aspectos del medio natural y socioeconómico**

Describa el sitio seleccionado para la realización del proyecto bajo los siguientes parámetros contestando negativa o afirmativamente y especificando los elementos relevantes en su caso.

- III.1. ¿Es una zona de cualidades estéticas únicas o excepcionales (por ejemplo: miradores sobre paisajes costeros naturales)?
- III.2. ¿Es o se encuentra cercano a una zona donde hay hacinamiento?
- III.3. ¿Es o se encuentra cercano a un recurso acuático (lago, río, etc.)?
- III.4. ¿Es o se encuentra cercano a un lugar o zona de atracción turística?
- III.5. ¿Es o se encuentra cercano a una zona de recreo (parques, escuelas u hospitales)?
- III.6. ¿Es o se encuentra cercano a zonas que se reservan o debieran reservarse para hábitat de fauna silvestre?
- III.7. ¿Es o se encuentra cercano a una zona de especies acuáticas?
- III.8. ¿Es o se encuentra cercano a una zona de ecosistemas excepcionales?
- III.9. ¿Es o se encuentra cercano a una zona de centros culturales, religiosos o históricos del país?
- III.10. ¿Es o se encuentra cercano a una zona de parajes para fines educativos (por ejemplo: zonas ricas en características geológicas o arqueológicas)?
- III.11. ¿Es o se encuentra cercano a una zona de pesquerías comerciales?
- III.12. ¿Se están evaluando otros sitios donde sería posible establecer el proyecto? ¿Cuáles son?
- III.13. ¿Se encuentra incluido el sitio seleccionado para el proyecto en un programa de

planificación adecuado o aplicable (por ejemplo: el Plan de Ordenamiento Ecológico del Área)?

III.14. Dentro de un radio aproximado de 10 km del área del proyecto, ¿qué actividades se desarrollan?

- Tierras cultivables.
- Bosques.
- Actividades industriales (incluidas las minas).
- Actividades comerciales o de negocios.
- Centros urbanos.
- Núcleos residenciales.
- Centros rurales.
- Zona de uso restringido (por motivos culturales, históricos, arqueológicos o reservas ecológicas).
- Cuerpos de agua.

III.15. ¿Está el lugar ubicado en una zona susceptible a:

- Terremotos (sismicidad)?
- Corrimientos de tierra?
- Derrumbamientos o hundimientos?
- Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)
- Inundaciones (historial de 10 años, promedio anual de precipitación pluvial)?
- Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimiento y erosión?
- Riesgos radiológicos?

III.16. ¿Ha habido informes sobre contaminación del aire, de las aguas o por residuos sólidos debido a otras actividades en la zona del proyecto? Describir.

III.17. ¿Existirán durante las etapas de construcción y operación del proyecto niveles de ruido que pudieran afectar a las poblaciones cercanas a él?

III.18. ¿Existe historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto?

III.19. ¿Existen especies animales, vegetales (terrestres o acuáticas) en peligro de extinción, o únicas, dentro del área del proyecto?

III.20. ¿Existirá alguna afectación a los hábitats presentes?

Describa en términos de su composición biológica, física y su grado actual de degradación.

III.21. ¿Es la economía del área exclusivamente de subsistencia?

III.22. ¿Cuál es el ingreso medio anual per cápita de los habitantes del área del proyecto (en un radio de 10 km) en relación con el resto del país? Describa asimismo, los aspectos demográficos y socioeconómicos del área de interés.

III.23. ¿Crearé el proyecto una demanda excesiva de:

- Fuerza de trabajo de la localidad?
- Servicios para la comunidad (vivienda y servicios en general)?
- Sistema de servicios públicos y de comunicaciones?

() Instalaciones o servicios de eliminación de residuos?

() Materiales de construcción?

III.24. ¿Cortará o aislará sectores de núcleos urbanos, vecindarios (barrios o distritos) o zonas étnicas o creará barreras que obstaculicen la cohesión y continuidad cultural de vecindarios?

III.25. Además de los equipos de control de la contaminación del suelo, aire y agua, ¿se tienen contempladas otras medidas preventivas o programas de contingencias para evitar el deterioro del medio ambiente?

IV. **Integración del proyecto a las políticas marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo**

Este apartado se deberá desglosar de acuerdo con los distintos capítulos que conforman el Plan Nacional de Desarrollo y que tengan vinculación directa con el proyecto propuesto.

IV.1. **Etapa de construcción.**

Materiales requeridos por etapa del proyecto: material; cantidad.

IV.1.1. Requerimiento de mano de obra

IV.1.2. Construcción (desglose por etapas) y mantenimiento.

V.1.2.1. Funcionarios.

V.1.2.2. Técnicos

IV.1.2.3. Empleados

IV.1.2.4. Obreros.

IV.1.3. Equipo requerido por etapa del proyecto (en cantidad, tiempo estimado de uso y descripción).

IV.1.4. Requerimiento de agua y energía.

IV.1.4.1. Agua (origen, fuente, suministro, cantidad, almacenamiento).

IV.1.4.2. Agua cruda.

IV.1.4.3. Agua potable.

IV.1.4.4. Electricidad (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento).

IV.1.4.5. Combustibles (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento)

IV.2. **Etapa de operación.**

IV.2.1. Descripción del proyecto (debiendo anexar diagramas de flujo y bloques).

IV.2.2. Metabolismo industrial.

IV.2.3. Descripción de líneas de producción, reacción principal y secundarias.

IV.2.4. Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, especificando: sustancia, equipo de seguridad, cantidad o volumen y concentración.

IV.2.5. Tipo de recipientes y/o envase de almacenamiento, especificando: características, tipo, dimensionamiento y cantidad o volumen del recipiente.

IV.3. **Sustancias involucradas en el proceso.**

V.3.1. Componentes riesgosos

V.3.1.1. Porcentaje y nombre de componentes riesgosos.

IV.3.1.2. Número CAS.

IV.3.1.3. Número de Naciones Unidas.

RIESGO AMBIENTAL

- IV.3.1.4. Nombre del fabricante o importador.
- IV.3.1.5. En caso de emergencia comunicarse al teléfono o fax número:
- IV.3.2. Precauciones especiales.
- IV.3.2.1. Precauciones que deben ser tomadas para el manejo y almacenamiento.
- IV.3.2.2. Especificar cumplimiento de acuerdo con la regulación de transporte.
- IV.3.2.3. Especificar cumplimiento de acuerdo a la reglamentación ecológica.
- IV.3.2.4. Otras precauciones
- IV.3.3. Propiedades físicas
- IV.3.3.1. Nombre comercial; nombre químico.
- IV.3.3.2. Sinónimos
- IV.3.3.3. Fórmula química; estado físico.
- IV.3.3.4. Peso molecular (gr/grmol).
- IV.3.3.5. Densidad a temperatura inicial (T1) (gr/ml)
- IV.3.3.6. Punto de ebullición (°C).
- IV.3.3.7. Calor de evaporización a (T2) (cal/gr)
- IV.3.3.8. Calor de combustión (como líquido) (BTU/lb)
- IV.3.3.9. Calor de combustión (como gas) (BTU/lb).
- IV.3.3.10. Temperatura del líquido en proceso (°C)
- IV.3.3.11. Volumen a condiciones normales (ft³)
- IV.3.3.12. Volumen del proceso (gal)
- IV.3.3.13. Presión de vapor (mmHg a 20°C)
- IV.3.3.14. Densidad de vapor (aire=1).
- IV.3.3.15. Reactividad en agua.
- IV.3.3.16. Velocidad de evaporación (butil-acetato=1).
- IV.3.3.17. Temperatura de autoignición.
- IV.3.3.18. Temperatura de fusión (°C).
- IV.3.3.19. Densidad relativa.
- IV.3.3.20. Solubilidad en agua.
- IV.3.3.21. Estado físico, color y olor.
- IV.3.3.22. Punto de inflamación.
- IV.3.3.23. Por ciento de volatilidad.
- IV.3.3.24. Otros datos.
- IV.3.4. Riesgo para salud.
- IV.3.4.1. Ingestión accidental
- IV.3.4.2. Contacto con los ojos.
- IV.3.4.3. Contacto con la piel.
- IV.3.4.4. Absorción.
- IV.3.4.5. Inhalación.
- IV.3.4.6. Toxicidad:
- | | |
|-------------|-----------------------------|
| IDLH | (ppm o mg/m ³) |
| TLV 8 horas | (ppm o mg/ m ³) |
| TLV 15 min | (ppm o mg/ m ³) |
- IV.3.4.7. Daño genético.
Clasificación de sustancias de acuerdo a las características en humanos, por ejemplo Instructivo No. 10 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social u otras. Especificar.
- IV.3.5. Riesgos de fuego o explosión.

- IV.3.5.1. Medio de extinción
() Niebla
() Espuma
() Halón
() CO₂
() Químico seco
() Otros
- IV.3.5.2. Equipo especial de protección (general), para combate de incendio.
- IV.3.5.3. Procedimiento especial de combate de incendio.
- IV.3.5.4. Condiciones que conducen a un(a) peligro de fuego y/o explosión no usuales.
- IV.3.5.5. Productos de la combustión.
- IV.3.5.6. Inflamabilidad:
Límite superior de inflamabilidad (%)
Límite inferior de inflamabilidad (%)
- IV.3.6. Datos de reactividad
- IV.3.6.1. Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua y potencial de oxidación.
- IV.3.6.2. Estabilidad de las sustancias
- IV.3.6.3. Condiciones a evitar.
- IV.3.6.4. Incompatibilidad, sustancias a evitar.
- IV.3.6.5. Disposición de componentes peligrosos.
- IV.3.6.6. Polimerización peligrosa.
- IV.3.6.7. Condiciones a evitar.
- IV.3.7. Corrosividad

Clasificación de sustancias por su grado de corrosividad.
- IV.3.8. Radiactividad.

Clasificación de sustancias por radiactividad
- IV.4. Residuos principales (características, volumen, emisiones atmosféricas, descarga de aguas residuales).
- IV.4.1. Residuos sólidos:
Industriales
Domésticos
- IV.4.2. Sistema y tecnología de control y tratamientos (descripción general, características y capacidad).
- IV.4.3. Disposición final: volumen, composición y cuerpos receptores.
- IV.4.4. Aguas tratadas.
- IV.4.5. Residuos sólidos.
- IV.4.6. Factibilidad de reciclaje.
- IV.4.7. Usos del agua corriente abajo del proyecto, (abastecimiento público, riego, recreo, hábitat

RIESGO AMBIENTAL

de especies acuáticas únicas o valiosas). No contestar en caso de que la descarga se realice a la red de alcantarillado municipal.

IV.5. Condiciones de operación

- IV.5.1. Características de instrumentación y control (debiendo incluir diagrama lógico de control y planos de tuberías e instrumentación).
- IV.5.2. Métodos usados y bases de diseño en el dimensionamiento y capacidad de los sistemas de relevo y venteo.
- IV.5.3. Equipos de proceso y auxiliares (descripción, características, tiempo estimado de uso y localización).
- IV.5.4. Asimismo se deberá incluir: temperaturas extremas de operación, presiones extremas de operación y estado físico de las diversas corrientes del proceso.
- IV.5.5. Características del régimen de instalación.
- IV.5.6. Características de los recipientes y/o envases para almacenamiento (tipo de recipientes y/o envases, diámetro del recipiente, tipo de material, capacidad y densidad máxima de llenado).

V. Riesgo Ambiental

- V.1. Antecedentes de riesgo del proceso.
- V.2. Determinar y jerarquizar los riesgos en áreas de: proceso, almacenamiento y transporte.
- V.2.1. Metodología usada para la jerarquización de los riesgos (descripción y memoria de cálculo de la misma)
- V.3. Describir los riesgos potenciales de accidentes ambientales por:
 - V.3.1. Fugas de productos tóxicos o carcinogénicos.
 - V.3.2. Derrame de productos tóxicos.
 - V.3.3. Explosión
- V.4. Modelación matemática del o los eventos máximos probables de riesgo.
- V.5. Descripción de riesgos que tengan afectación potencial al entorno de la planta. Asimismo se deberá anexar el diagrama de pétalos, señalando el área de afectación en un plano de localización a escala 1: 5,000.
- V.6. Descripción de medidas de seguridad y operación para abatir el riesgo.
- V.7. Describir los dispositivos de seguridad con que se cuenta para el control de eventos extraordinarios.
- V.8. Descripción de las normas de transportación para el manejo de: materias primas, productos y subproductos utilizados que se consideran tóxicos, inflamables, explosivos, etc.
- V.9. Descripción de rutas de traslado de sustancias que se consideren tóxicas, inflamables, explosivas, etc.
- V.10. Descripción del entrenamiento para capacitación de los operarios de transportes.
- V.11. Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación.
- V.12. Respuesta a la lista de comprobaciones detallada de seguridad.

- V.13. Descripción de auditorías de seguridad.
- V.14. Drenajes y efluentes acuosos.
 - V.14.1. Planos de distribución de drenajes.
 - V.14.2. Diagrama de la instalación del sistema de segregación de drenajes.
 - V.14.3. Frecuencia de monitoreo de la calidad fisicoquímica de los efluentes y parámetros analizados en los mismos.
 - V.14.4. Registro y medición de los gastos volumétricos de los efluentes.
 - V.14.5. Tratamiento o disposición actual de los efluentes.
 - V.14.6. Manifiesto y condiciones particulares de descarga de efluentes.
 - V.14.7. Colectores o cuerpos de de descarga de sus efluentes.

VI. Conclusiones

- VI.1. Hacer un resumen de la situación general que presenta la planta o proyecto, en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas, metodologías utilizadas para la identificación y evaluación de riesgos y áreas de afectación.
- VI.2. Recomendaciones para corregir, mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

VII. Anexar memoria fotográfica del sitio de ubicación de la planta o proyecto

**GUIA PARA LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE RIESGO
MODALIDAD ANALISIS DETALLADO DE RIESGO**

I. Datos generales

La información solicitada en este apartado, es necesario escribirla sin abreviaturas y legible; cuando existan varios Departamentos involucrados en el plan o proyecto, anotarlos, pero con la observación de cuál es el responsable.

- I.1. Nombre de la empresa u organismo.
- I.2. Registro Federal de causantes.
- I.3. Objeto de la empresa u organismo.
- I.4. Cámara o Asociación a la que pertenece.
 - I.4.1. Número de registro de la cámara o asociación.
 - I.4.2. Fecha.
- I.5. Instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa u organismo (escritura pública, decreto de creación, etc.).
- I.6. Departamento proponente.
 - I.6.1. Domicilio para oír y recibir notificaciones.
Estado; ciudad; calle; municipio; localidad; código postal; teléfono.
 - I.6.2. Nombre completo de la persona responsable del estudio.
Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.
 - I.6.3. Puesto.

RIESGO AMBIENTAL

- I.6.4. Instrumento jurídico mediante el cual se concede poder suficiente al responsable para suscribir el presente documento (mandato, nombramiento, etc.). Anexar comprobante.
- I.6.5. Firma del responsable bajo protesta de decir verdad.

II. Descripción general del plan o proyecto

La información que se solicita en este apartado se requiere de forma concisa y breve, en caso necesario anexar hojas adicionales. Cuando la localización del predio sea fácilmente identificable, no contestar el renglón de las coordenadas del predio.

II.1. Nombre de la planta.

II.1.1. Planes de crecimiento futuro.

II.2. Ubicación de la planta
Estado, municipio, localidad.

Anexar planos de localización, marcando puntos importantes de interés cercanos al plan o proyecto en un radio de 200 m, la escala de plano puede ser 1:20,000 o 1:25,000 en la microrregión, y 1:100,000 en la región.

II.2.1. Coordenadas del predio.

II.2.2. Describir las colindancias del predio y los usos del suelo en un radio de 200 metros en su entorno, anotando los datos pertinentes del registro público de la propiedad correspondiente.

II.2.3. Superficie total (m²); requerida (m²).

II.2.4. Origen legal del predio (compra, venta, concesión, expropiación, arrendamiento, etc.).

II.2.5. Descripción de acceso (marítimo, terrestre y/o aéreo).

II.2.6. Infraestructura necesaria (actual y proyectada).

II.3. Actividades conexas (industriales, comerciales y de servicios).

II.4. Lineamiento y programas de contratación de personal.

II.5. Programas de capacitación y adiestramiento de personal.

II.6. Especificar si cuentan con otras autorizaciones oficiales para realizar la actividad propuesta (licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, etc.). Anexar comprobantes.

III. Aspectos del medio natural y socioeconómico

Describe el sitio seleccionado para la realización del proyecto bajo los siguientes parámetros contestando negativa o afirmativamente y especificando los elementos relevantes en su caso.

III.1. ¿Es una zona de cualidades estéticas únicas o excepcionales (por ejemplo: miradores sobre paisajes costeros naturales)?

III.2. ¿Es o se encuentra cercano a una zona donde hay hacinamiento?

III.3. ¿Es o se encuentra cercano a un recurso acuático (lago, río, etc.)?

- III.4. Es o se encuentra cercano a un lugar o zona de atracción turística?
- III.5. ¿Es o se encuentra cercano a una zona de recreo (parques, escuelas u hospitales)?
- III.6. ¿Es o se encuentra cercano a zonas que se reservan o debieran reservarse para hábitat de fauna silvestre?
- III.7. ¿Es o se encuentra cercano a una zona de especies acuáticas?
- III.8. ¿Es o se encuentra cercano a una zona de ecosistemas excepcionales?
- III.9. ¿Es o se encuentra cercano a una zona de centros culturales, religiosos o históricos del país?
- III.10. ¿Es o se encuentra cercano a una zona de parajes para fines educativos (por ejemplo: zonas ricas en características geológicas o arqueológicas)?
- III.11. ¿Es o encuentra cercano a una zona de pesquerías comerciales?
- III.12. ¿Se están evaluando otros sitios donde sería posible establecer el proyecto? ¿Cuáles son?
- III.13. ¿Se encuentra incluido el sitio seleccionado para el proyecto en un programa de planificación adecuado o aplicable (por ejemplo: el Plan de Ordenamiento Ecológico del Area)?
- III.14. Dentro de un radio aproximado de 10 km del área del proyecto, ¿qué actividades se desarrollan?
- () Tierras cultivables.
 - () Bosques.
 - () Actividades industriales (incluidas las minas),
 - () Actividades comerciales o de negocios.
 - () Centros urbanos.
 - () Núcleos residenciales.
 - () Centros rurales.
 - () Zona de uso restringido (por motivos culturales, históricos, arqueológicos o reservas ecológicas).
 - () Cuerpos de agua.
- III.15. ¿Está el lugar ubicado en una zona susceptible a:
- () Terremotos (sismicidad)?
 - () Corrimientos de tierra?
 - () Derrumbamientos o hundimientos?
 - () Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)
 - () Inundaciones (historial de 10 años, promedio anual de precipitación pluvial)?
 - () Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimiento y erosión?
 - () Riesgos radiológicos?
- III.16. ¿Ha habido informes sobre contaminación del aire, de las aguas o por residuos sólidos debido a otras actividades en la zona del proyecto? Describir.
- III.17. ¿Existirán durante las etapas de construcción y operación del proyecto niveles de ruido que pudieran afectar a las poblaciones cercanas a él?

RIESGO AMBIENTAL

- III.18. ¿Existe historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto?
- III.19. ¿Existen especies animales, vegetales (terrestres o acuáticas) en peligro de extinción o únicas, dentro del área del proyecto?
- III.20. ¿Existirá alguna afectación a los hábitats presentes?
Describe en términos de su composición biológica, física y su grado actual de degradación.
- III.21. ¿Es la economía del área exclusivamente de subsistencia?
- III.22. ¿Cuál es el ingreso medio anual per cápita de los habitantes del área del proyecto (en un radio de 10 km) en relación con el resto del país? Describe asimismo, los aspectos demográficos y socioeconómicos del área de interés.
- III.23. ¿Crearé el proyecto una demanda excesiva de:
- () Fuerza de trabajo de la localidad?
 - () Servicios para la comunidad (vivienda y servicios en general)?
 - () Sistema de servicios públicos y de comunicaciones?
 - () Instalaciones o servicios de eliminación de residuos?
 - () Materiales de construcción?
- III.24. Cortará o aislará sectores de núcleos urbanos, vecindarios (barrios o distritos) o zonas étnicas o creará barreras que obstaculicen la cohesión y continuidad cultural de vecindarios?
- III.25. Además de los equipos de control de la contaminación del suelo, aire y agua, se tienen contempladas otras medidas preventivas o programas de contingencias para evitar el deterioro del medio ambiente?
- IV. Integración del proyecto a las políticas marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo**
- Este apartado se deberá desglosar de acuerdo con los distintos capítulos que conforman el Plan Nacional de Desarrollo y que tengan vinculación directa con el proyecto propuesto.
- Diseño del proceso
- IV.1. Elaborar breve descripción de la historia del proceso.
- IV.2. Describir en forma detallada la selección de la ingeniería básica del proceso tomando como base las características de los materiales involucrados.
- IV.3. Sustancias involucradas en el proceso.
- IV.3.1. Componentes riesgosos
- IV.3.1.1. Porcentaje y nombre de componentes riesgosos.
- IV.3.1.2. Número CAS.
- IV.3.1.3. Número de Naciones Unidas.
- IV.3.1.4. Nombre del fabricante o importador.

- IV.3.1.5. En caso de emergencia comunicarse al teléfono o fax número:
- IV.3.2. Precauciones especiales.
- IV.3.2.1. Precauciones que deben ser tomadas para el manejo y almacenamiento.
- IV.3.2.2. Precauciones que deben ser tomadas en cuenta de acuerdo a la regulación de transporte.
- IV.3.2.3. Precauciones que deben ser tomadas en cuenta de acuerdo a la reglamentación ecológica.
- IV.3.2.4. Otras precauciones
- IV.4. Propiedades físicas
 - Datos de las sustancias peligrosas que se manejan como: materia prima, producto y subproducto.
 - IV.4.1. Nombre comercial; nombre químico.
 - IV.4.2. Sinónimos
 - IV.4.3. Fórmula química; estado físico.
 - IV.4.4. Peso molecular (gr/grmol).
 - IV.4.5. Densidad a temperatura inicial (T1) (gr/ml)
 - IV.4.6. Punto de ebullición (°C).
 - IV.4.7. Calor de evaporización a (T2) (cal/gr)
 - IV.4.8. Calor de combustión (como líquido) (BTU/lb)
 - IV.4.9. Calor de combustión (como gas) (BTU/lb).
 - IV.4.10. Temperatura del líquido en proceso (°C)
 - IV.4.11. Volumen a condiciones normales (ft³)
 - IV.4.12. Volumen del proceso (gal)
 - IV.4.13. Presión de vapor (mmHg a 20°C)
 - IV.4.14. Densidad de vapor (aire= 1).
 - IV.4.15. Reactividad en agua.
 - IV.4.16. Velocidad de evaporación (butil-acetato= 1).
 - IV.4.17. Temperatura de autoignición.
 - IV.4.18. Temperatura de fusión (°C).
 - IV.4.19. Densidad relativa.
 - IV.4.20. Solubilidad en agua.
 - IV.4.21. Estado físico, color y olor.
 - IV.4.22. Punto de inflamación.
 - IV.4.23. Por ciento de volatilidad.
 - IV.4.24. Otros datos.
- IV.5. Riesgo para salud.
 - IV.5.1. Ingestión accidental
 - IV.5.2. Contacto con los ojos.
 - IV.5.3. Contacto con la piel.
 - IV.5.4. Absorción.
 - IV.5.5. Inhalación.
 - IV.5.6. Toxicidad:
 - IDLH (ppm o mg/m³)
 - TLV 8 horas (ppm o mg/ m³)
 - TLV 15 min (ppm o mg/ m³)
 - IV.5.7. Daño genético.
 - Clasificación de sustancias de acuerdo a las características en humanos, por ejemplo

Instructivo No. 10 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social u otras. Especificar.

- IV.6. Datos de riesgo de fuego o explosión.**
- IV.6.1. Medio de extinción**
() Niebla
() Espuma
() Halón
() CO₂
() Químico seco
() Otros
- IV.6.2. Equipo especial de protección (general), para combate de incendio.**
- IV.6.3. Procedimiento especial de combate de incendio.**
- IV.6.4. Condiciones que conducen a un(a) peligro de fuego y/o explosión no usuales.**
- IV.6.5. Productos de la combustión.**
- IV.6.6. Inflamabilidad:**
Límite superior de inflamabilidad (%)
Límite inferior de inflamabilidad (%)
- IV.7. Datos de reactividad.**
- IV.7.1. Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua y potencial de oxidación.**
- IV.7.2. Estabilidad de las sustancias**
- IV.7.3. Condiciones a evitar.**
- IV.7.4. Incompatibilidad, sustancias a evitar.**
- IV.7.5. Disposición de componentes peligrosos.**
- IV.7.6. Polimerización peligrosa.**
- IV.7.7. Condiciones a evitar.**
- IV.8. Corrosividad**
- Clasificación de sustancias por su grado de corrosividad.**
- IV.9. Radioactividad.**
- Clasificación de sustancias por radiactividad**
- IV.10. Describir las características termodinámicas del proceso.**
- IV.11. Describir características de diseño y operativas de los equipos de alto riesgo, (reactores, equipos destilación, sistemas de refrigeración y transferencia térmica).**
- IV.12. Describir la cinética de las reacciones llevadas a cabo en el proceso, bajo condiciones normales y anormales.**
- IV.13. Descripción en forma detallada sobre plantas piloto.**
- IV.14. Anexar diagramas de flujo de proceso, así como de balance de materia y energía.**
- IV.15. Especificar en forma detallada sobre el equipo básico de proceso referente a:**
- Bases de diseño.

- Condiciones de operación.
- Factores de seguridad.
- Dimensiones.
- Pruebas de operabilidad.

- IV.16. Indicar las sustancias que se consideren de riesgo involucradas en el proceso y sus cantidades de almacenamiento.
- IV.16.1. Proceso.
- IV.16.2. Almacenamiento (tipo, capacidad, etc.).
- IV.17. Arreglo general de la planta.
- IV.17.1. Anexar plano a escala con la distribución de los diversos equipos de proceso en función de los accidentes probables.
- IV.17.2. Describir e identificar los riesgos más relevantes del proceso.
- IV.17.3. Describir justificación de accesos y rutas de evacuación.
- IV.18. Diseño mecánico.
- IV.18.1. Anexar planos de detalle de los principales equipos de proceso.
- IV.18.2. Anexar plano a escala de instrumentación y tuberías.
- IV.18.3. Describir normas de materiales y diseño de los equipos y sistemas de conducción.
- IV.18.4. Describir los sistemas de desfogue existentes en la planta.
- IV.19. Diseño del servicio.
- IV.19.1. Anexar planos generales de los sistemas de servicio.
- IV.19.2. Descripción de análisis de confiabilidad de los servicios externos e internos.
- IV.19.3. Descripción y justificación de los sistemas redundantes de servicios.
- IV.20. Diseño civil y estructural.
- IV.20.1. Describir el diseño sísmico de la instalación.
- IV.20.2. Describir normas y especificaciones de los materiales de construcción.
- IV.20.3. Especificar en forma detallada las bases de diseño para el cuarto de control.
- IV.21. Diseño de la instrumentación.
- IV.21.1. Indicar las bases de diseño de los sistemas de instrumentación utilizados.
- IV.21.2. Especificaciones de los principales elementos del sistema de instrumentación.
- IV.22. Diseño de los sistemas de control de accidentes.
- IV.22.1. Describir las bases de diseño de los sistemas de aislamiento y contención.
- IV.22.2. Anexar planos generales de los sistemas de aislamiento y contención.
- IV.23. Sistema contra incendio.
- IV.23.1. Describir las bases de diseño de los sistemas integrales de protección contra incendio, (sistema de aspersión, sistema de hidrantes y monitores, así como una descripción del diseño del sistema de almacenamiento y distribución de agua y bombeo.
- IV.23.2. Anexar planos generales de la planta donde se indique la localización de los sistemas

integrales de protección contra incendio.

V. Análisis de riesgo

V.1. Identificación de riesgos.

Describir los efectos de riesgo que pueden presentarse tanto en forma accidental como premeditada, las posibles causas, sus consecuencias y las acciones requeridas para eliminar y reducir los efectos negativos detectados.

V.2. Evaluación de riesgo

Describir a través de una metodología o la utilización de modelos matemáticos para los eventos máximos probables para la determinación de áreas de afectación. Se deberá incluir la memoria de cálculo y criterios empleados para este punto.

Los resultados anteriores deberán representarse en un plano a escala adecuada que muestre las áreas afectadas (diagrama de pétalos).

VI. Auditorías de seguridad.

VI.1. Presentar reporte del resultado de auditorías de seguridad practicadas a todas las instalaciones de la planta.

VI.2. Describir las medidas de prevención y abatimiento de los posibles riesgos del proceso.

VII. Transporte

VII.1. Describir rutas de traslado de los productos involucrados que se consideren riesgosos.

VII.2. Descripción de los señalamientos utilizados en el transporte de acuerdo a las características de los productos involucrados.

VII.3. Describir medidas inmediatas a ser tomadas en caso de accidente en el transporte.

VII.5. Indicar los programas de plan de ayuda mutua.

VII.6. Descripción del entrenamiento para la capacitación de los operarios de transportes.

VII. Conclusiones

VIII.1. Hacer un resumen de la situación general que presenta la planta o proyecto, en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas, metodologías utilizadas para la identificación y evaluación de riesgos y áreas de afectación.

VIII.2. Recomendaciones para corregir, mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

IX. Anexar memoria fotográfica del sitio de ubicación de planta o proyecto

ACRONIMOS

ACRONIMOS

AAR	Actividades Altamente Riesgosas.
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres.
COAAPPA	Comité de Análisis y Aprobación de los Programas Para la Prevención de Accidentes.
DDF	Departamento del Distrito Federal.
DGNA	Dirección General de Normatividad Ambiental.
DGPC	Dirección General de Protección Civil.
DOF	Diario Oficial de la Federación.
ERA	Estudio de Riesgo Ambiental
IDLH	Immediate Dangerous to Life or Health.
INE	Instituto Nacional de Ecología.
IP	Informe Preventivo.
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental.
NOM	Normas Oficiales Mexicanas.
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económico.
OIA	Oficina de Industria y Ambiente.
OIT	Organización del Internacional del Trabajo.
ONU	Organización de las Naciones Unidas.
Pa	Unidad de Presión en el Sistema Internacional de Unidades.
PIVS	Peligro Inmediato a la Vida o a la Salud. Castellanización de IDLH.
PIA	Procedimiento de Impacto Ambiental.
PNUMA	Programa Internacional para el Mejoramiento de las Condiciones y Medio Ambiente.
PPA	Programa para la Prevención de Accidentes.
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
Psi	Poúnd Square Inch. lb/plg ² . Unidad de Presión en el Sistema Americano de Ingeniería.
SAGAR	Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural.
SECOFI	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
SEMARNAP	Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca.
SE	Secretaría de Energía.
SEGOB	Secretaría de Gobernación.
SSA	Secretaria de Salud.
STEL	Short - Term Exposure Limit.

RIESGO AMBIENTAL

STPS	Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
TLV(s)	Threshold Limit Value(s).
TLV 8	Nombre Usual del TWA.
TLV 15	Nombre Usual del STEL.
TWA	Time Weighted Average.
ZIS	Zona Intermedia de Salvaguardia.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. SEDESOL. Serie Monográfica No.1. Regulación y Gestión de Productos Químicos en México Enmarcados en el Contexto Internacional. México D.F., Noviembre de 1992.
2. SEDESOL. Serie Monográfica No. 5. Prevención y Preparación de la Respuesta en caso de Accidentes Químicos en México y en el Mundo. México D.F., Diciembre de 1994.
3. SEDESOL. Serie Monográfica No.6. Bases para una Estrategia Ambiental para la Industria en México. México D.F., Febrero de 1995.
4. SEDESOL. Informe de la situación general en materia de equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1989-1990. México D.F., Febrero de 1992.
5. Control de riesgos de accidentes mayores. Manual práctico. Oficina Internacional del Trabajo.
6. Technical, Ltd, Techniques for Assessing Industrial Hazards. A Manual. Word Bank technical paper number 55. Washington D C.
7. Brañez Raúl."Manual de derecho ambiental mexicano" Edit. Fondo de Cultura Económica. México D.F., 1994.
8. INE; Gaceta Ecológica Número, 1 Junio 1989.
9. INE, Gaceta Ecológica Número 36, Septiembre 1995.
10. Dirección General de Protección Civil, Guía Técnica, Metodologías para el análisis de riesgos, visión general. Edit. Imprenta Nacional del Boe. España. Primera edición, Diciembre de 1994.
11. Dirección General de Protección Civil, Guía Técnica, Métodos cualitativos para el análisis de riesgo. Edit. Imprenta Nacional del Boe. España. Primera edición, Diciembre de 1994



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS INSTITUCIONALES**

Curso
RIESGO AMBIENTAL
13-17 Octubre de 1997

= ASPECTOS DE LA COORDINACION EN CASO DE UNA EMERGENCIA =

Ing. Gustavo Garnica
Palacio de Minería
México, D.F.

ASPECTOS DE LA

C O O R D I N A C I O N

EN CASO DE UNA

EMERGENCIA

PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS

CONTENIDO

I. OBJETIVO

II. IDENTIFICACION DE RIESGOS POTENCIALES

III. RECURSOS EXTERNOS

IV. TELEFONOS PERSONAL CLAVE

V. ORGANIGRAMA Y FUNCIONES

VI. COMUNICACION INICIAL

VII. PROCEDIMIENTOS DE RESPUESTA

VIII. ENTRENAMIENTO Y PRACTICAS

OBJETIVO :

**PROTEGER VIDAS, PROTEGER EL MEDIO
AMBIENTE Y MINIMIZAR DAÑOS A LA
PROPIEDAD PUBLICA Y PRIVADA MEDIANTE
EL ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS PARA
RESPONDER EFICAZMENTE ANTE UNA
SITUACION DE EMERGENCIA.**

IDENTIFICACION DE RIESGOS POTENCIALES

*** INCENDIO O EXPLOSION :**

- * ALMACEN DE CARTON, PLASTICOS, ETC.**
- * TANQUE DE GAS L.P.**
- * ALMACENAMIENTO DE HIDROGENO**
- * TANQUE DE ALCOHOL ETILICO**

*** DERRAMES O FUGAS**

- * ACIDO SULFURICO**
- * HELIO LIQUIDO**
- * CLORO**

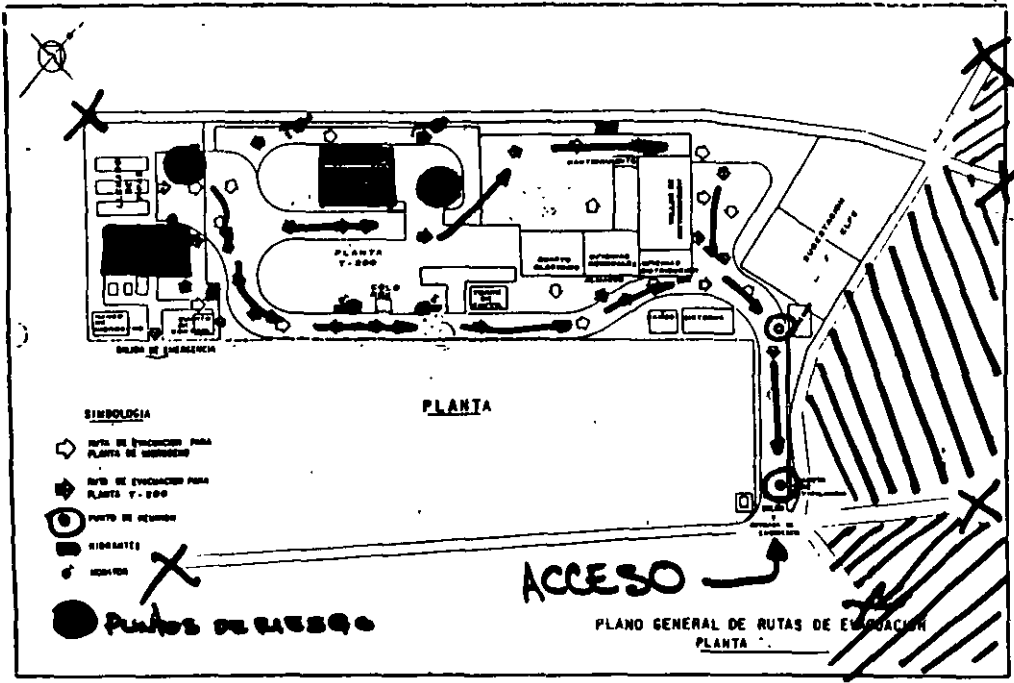
*** OTROS EVENTOS**

- * TEMBLOR**
- * INUNDACION**
- * HURACAN**

ORGANIZACIONES Y SERVICIOS DE AUXILIO EXTERNO

ORGANISMO	TELEFONOS	T. APROX. RESP.	RECURSOS
1. BOMBEROS	315-7120/7122/7123	5 MIN.	DOS CARROS MOTOBOMBA 20 EXTINTORES
2. CRUZ ROJA	321-2330/2331/2332	10 MIN.	TRES AMBULANCIAS CUATRO CAMAS
3. POLICIA Y TRAN.	385-4058/4059/4060	5 MIN.	TRES PATRULLAS OCHO POLICIAS

Control Gerencial de Riesgos
México, D.F. Nov. 1995



ORGANIGRAMA DE EMERGENCIAS

COORDINADOR GENERAL DE EMERGENCIAS **SUPLENTE**

**JEFE BRIGADA
INCENDIO
SUPLENTE**

**JEFE BRIGADA
EVACUACION
SUPLENTE**

**JEFE BRIGADA
PRIMEROS AUXILIOS
SUPLENTE**

**JEFE BRIGADA
VIGILANCIA
SUPLENTE**

**JEFE BRIGADA
SERVICIOS
SUPLENTE**

*Control Gerencial de Riesgos
México, D.F.*

7

DEFINICION DE FUNCIONES

COORDINADOR GENERAL DE EMERGENCIAS

* **ANTES DE CUALQUIER EVENTO**

- ASEGURAR QUE EL PLAN ESTE ACTUALIZADO
- CONTAR CON EL PERSONAL NECESARIO
- TENER EL PERSONAL CAPACITADO
- CONTAR CON EQUIPOS NECESARIOS Y EN BUEN ESTADO
- CONTAR CON MEDIOS DE COMUNICACION
- REALIZAR PRACTICAS PERIODICAS Y SIMULACIONES
- MANTENER CONTACTO AUTORIDADES Y ORGANIZACIONES

* **DURANTE UN EVENTO**

- CONDUCCION DE OPERACIONES DE EMERGENCIA
- ORGANIZACION DE BRIGADAS
- CONTROL DE COMANDO
- CUERPOS DE AUXILIO EXTERNO
- OTRAS ORGANIZACIONES
- MEDIOS DE DIFUSION

* **DESPUES DEL EVENTO**

- VERIFICAR INSTALACIONES ANTES DE REANUDAR OPERACIONES
- ASEGURAR BUEN ESTADO DE EQUIPO INCENDIO
- EVALUAR RESULTADOS DEL EVENTO
- ESTABLECER EN SU CASO MEJORAS

COMUNICACION INICIAL Y CONSECUENTES

A. PERSONAL INTERNO

- * COORDINADOR GENERAL DE LA EMERGENCIA**
- * BRIGADA DE EVACUACION**
- * BRIGADA DE ATAQUE**
- * BRIGADA PRIMEROS AUXILIOS**
- * VIGILANCIA**
- * PERSONAL DIRECTIVO**

B. ORGANIZACIONES EXTERNAS

- * CUERPO DE BOMBEROS**
- * AMBULANCIAS CENTROS HOSPITALARIOS**
- * PROTECCION CIVIL**
- * POLICIA Y TRANSITO**
- * EJERCITO**

C. OTRAS INSTALACIONES

- * PLANTAS VECINAS**
- * GRUPOS DE AYUDA MUTUA**

PROCEDIMIENTOS DE RESPUESTA

PARA RESPONDER ANTE UNA EMERGENCIA PODREMOS CONSIDERAR ENTRE OTROS ALGUNOS DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS. "SUPONDREMOS UNA FUGA DE CLORO EN PLANTA PRODUCTIVA":

- * EVACUACION DEL PERSONAL Y VECINOS**
- * REUNION DEL PERSONAL DE RESPUESTA**
 - ASIGNACION DE FUNCIONES**
 - PERSONAL DE RESCATE DE LESIONADOS**
 - PERSONAL ASIGNADO A CONTROLAR LA FUGA Y DE APOYO O RESPALDO**
 - PERSONAL ASIGNADO A ATENDER LESIONADOS**
 - PERSONAL ASIGNADO EQUIPO CONTRA INCENDIO**
 - PERSONAL DE OBSERVACION Y CONTROL**
 -
- * EQUIPO DE RESPUESTA**
 - EQUIPOS DE AIRE AUTONOMOS Y REPUESTOS**
 - TRAJES DE ATAQUE CONTRA INCENDIO**
 - TRAJES ANTIACIDO**
 - EQUIPO PARA CONTROL DE FUGAS DE CLORO**
 - EQUIPO CONTRA INCENDIO**
- * ACORDONAMIENTO DEL AREA**
- * CONTROL Y COORDINACION DEL EVENTO**
- * LLAMADO Y COORDINACION DE APOYO EXTERNO**
- * ATENCION MEDIOS DE DIFUSION**

ENTRENAMIENTO Y PRACTICAS

ELEMENTOS BASICOS DEL ENTRENAMIENTO:

AL PERSONAL:

- ORIGEN DEL FUEGO Y SU CONTROL
- PLAN DE EMERGENCIAS
- RIESGOS DE LA INSTALACION
- RUTAS DE EVACUACION
- MANEJO DE EXTINGUIDORES

AL PERSONAL DE BRIGADAS:

- IRA ORIENTADO AL TIPO DE ACTIVIDAD QUE REALIZARA EL PERSONAL DURANTE UNA EMERGENCIA. ENTRE LOS ELEMENTOS QUE PUEDEN MENCIONARSE ESTAN:

- ORIGEN DEL FUEGO Y SU CONTROL
- PLAN DE EMERGENCIAS
- HOJAS DE SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS
- MANEJO DEL EQUIPO DE ATAQUE
- PRIMEROS AUXILIOS
- PRACTICAS EN CAMPO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA
- SISTEMAS DE COMUNICACION

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

An explanation of the terms used herein may be found in OSHA 29 CFR 1910.1200, available from OSHA regional or area offices.

(Essentially similar to US Department of Labor Form OMB No: 1218-0072)
Do Not Duplicate This Form. Request an Original.



I. PRODUCT IDENTIFICATION

PRODUCT	Silane		
CHEMICAL NAME	Silane	SYNONYMS	Silicon Tetrahydride, Silicane, Monosilane
FORMULA	SiH ₄	CHEMICAL FAMILY	Metalloid Hydride
		MOLECULAR WEIGHT	32.12

TRADE NAME Silane

II. HAZARDOUS INGREDIENTS

For mixtures of this product request the respective component Material Data Safety Sheets. See Section IX.

MATERIAL (CAS NO.)	Wt (%)	1992-1993 ACGIH TLV-TWA (OSHA-PEL)
Silane (7803-62-5)	100	5 ppm (5 ppm)

III. PHYSICAL DATA

BOILING POINT, 760 mm. Hg	-117.7°C (-169°F)	FREEZING POINT	-185°C (-301°F)
SPECIFIC GRAVITY (H ₂ O = 1)	0.68 @ -185°C	VAPOR PRESSURE AT 20°C.	Gas
VAPOR DENSITY (air = 1)	1.114 @ 21.1°C	SOLUBILITY IN WATER, % by wt.	Negligible
PERCENT VOLATILES BY VOLUME	100	EVAPORATION RATE (Butyl acetate = 1)	Not applicable

APPEARANCE AND ODOR Colorless gas at normal temperature and pressure; choking odor.

EMERGENCY PHONE NUMBER

IN CASE OF EMERGENCIES involving this material, further information is available at all times:

Call CHEMTREC 800-424-9300 only in the event of chemical emergencies involving a spill, leak, fire, exposure or accident involving chemicals. For routine information contact your supplier.

This product is subject to the Pennsylvania Worker and Community Right-To-Know Act (35 P.S. Sections 7301-7320).

Praxair requests the users of this product to study this Material Safety Data Sheet (MSDS) and become aware of product hazards and safety information. To promote safe use of this product a user should (1) notify its employees, agents and contractors of the information on this MSDS and any product hazards and safety information, (2) furnish this same information to each of its customers for the product, and (3) request such customers to notify their employees and customers for the product of the same product hazards and safety information.

PRAXAIR, INC.

Printed on recycled paper



12

IV. HEALTH HAZARD DATA

THRESHOLD LIMIT VALUE: See Section II.

EFFECTS OF A SINGLE (ACUTE) OVEREXPOSURE:

SWALLOWING—An unlikely route of exposure.

SKIN ABSORPTION—No information available.

INHALATION—May cause headache, nausea, and irritation of the respiratory tract.

SKIN CONTACT—No information available.

EYE CONTACT—No information available.

EFFECTS OF REPEATED (CHRONIC) OVEREXPOSURE: No information available.

OTHER EFFECTS OF OVEREXPOSURE: None currently known.

MEDICAL CONDITIONS AGGRAVATED BY OVEREXPOSURE: A knowledge of the available toxicology information and of the physical and chemical properties of the material suggest that overexposure is unlikely to aggravate existing medical conditions.

EMERGENCY AND FIRST AID PROCEDURES:

SWALLOWING—This product is a gas at normal temperature and pressure.

SKIN CONTACT—Wash with soap and water.

INHALATION—Remove to fresh air. If not breathing give artificial respiration, give oxygen. Call a physician.

EYE CONTACT—Flush with water. If irritation develops, see a physician, preferably an ophthalmologist, immediately.

NOTES TO PHYSICIAN: *There is no specific antidote. Treatment of overexposure should be directed at the control of symptoms and the clinical condition.*

V. FIRE AND EXPLOSION HAZARD DATA

FLASH POINT (test method)	None currently known	AUTOIGNITION TEMPERATURE	None currently known
FLAMMABLE LIMITS IN AIR, % by volume	LOWER	- 1	UPPER 96

EXTINGUISHING MEDIA: Gas may ignite spontaneously in air (fire cannot be extinguished).

SPECIAL FIRE FIGHTING PROCEDURES: Evacuate all personnel from danger area. Do not use halon fire extinguisher. Do not approach area without self-contained breathing apparatus and protective clothing. Immediately cool containers with water spray from maximum distance. Stop flow of gas if without risk while continuing cooling water spray. If flow of gas cannot be shut off, allow fire to burn out. Reduce combustion products with water spray or fog. Remove all containers from area if without risk. Allow to burn out. If fire is extinguished while gas is present, re-ignition may occur with possible overpressure.

UNUSUAL FIRE AND EXPLOSION HAZARDS: Gas may ignite spontaneously in air. Under certain conditions of low ambient temperature and high flow, ignition may be delayed. Under sonic flow conditions ignition may not occur. Vapors form from this product and may travel or be moved by air currents and ignited by pilot lights, other flames, smoking, sparks, heaters, electrical equipment, static discharges or other ignition sources at locations distant from product handling point. May form explosive mixtures in air. Container may rupture due to heat of fire. No part of a container should be subjected to a temperature higher than 52°C (approximately 125°F). Reverse flow into cylinder may cause rupture. Most containers are provided with a pressure-relief device designed to vent contents when they are exposed to elevated temperature.

VI. REACTIVITY DATA

STABILITY		CONDITIONS TO AVOID: Temperatures in excess of 400°C. See Section IX.
UNSTABLE	STABLE	
X		

INCOMPATIBILITY (materials to avoid): Air, water, solutions of bases, oxidizing agents chlorine, halogens, will react violently with halocarbons.

HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS: Hydrogen, silica dust, amorphous dioxide. Powder produced by the decomposition of silane in the absence of air may be flammable. (Note: Minimum ignition energy may be less than 5m J, Kst may be greater than 400 bar meters-seconds⁻¹.)

HAZARDOUS POLYMERIZATION		CONDITIONS TO AVOID: None currently known.
May Occur	Will not Occur	
	X	

VII. SPILL OR LEAK PROCEDURES

STEPS TO BE TAKEN IF MATERIAL IS RELEASED OR SPILLED: Immediately evacuate all personnel from danger area.

DANGER: Flammable, toxic gas. May ignite spontaneously in air. May form explosive mixtures in air. See Section V. Use self-contained breathing apparatus and protective clothing where needed. See Section VIII. Reduce combustion products with fog or fine water spray. Shut off leak if without risk. Ventilate area of leak or move leaking container to well-ventilated area.

WASTE DISPOSAL METHOD: Prevent waste from contaminating surrounding environment. Keep personnel away. Discard any product, residue, disposable container or liner in an environmentally acceptable manner, in full compliance with federal, state and local regulations.

DISPOSAL: Silane, silane mixtures, and silane purge or vent gases can readily be treated to destroy the silane by several means as follows:

1. Burning the silane by slowly bleeding silane containing gases into a continuously burning pilot flame.
2. By venting the silane containing gases slowly to the air through a water seal and burning by self-ignition of the silane in an isolated area away from personnel.
3. Scrubbing the silane through a caustic bed or caustic solution (10% sodium hydroxide);
4. By reaction with aqueous mercuric chloride.

VIII. SPECIAL PROTECTION INFORMATION

RESPIRATORY PROTECTION (specify type): Use air-supplied respirator for concentrations up to 10 times the applicable permissible exposure limit while a full face self-contained breathing apparatus in a positive pressure demand mode is required for higher concentrations. The respiratory protection use must conform with OSHA rules as specified in 29 CFR 1910.134.

VENTILATION	LOCAL EXHAUST —Use an explosion-proof local exhaust system with sufficient air flow velocity to maintain its concentration below the TLV in the worker's breathing zone.
	MECHANICAL (general) —Not recommended as a primary ventilation system to control worker's exposure.
	SPECIAL —None
	OTHER —None

PROTECTIVE GLOVES: Preferred for cylinder handling.

EYE PROTECTION: Select in accordance with OSHA 29 CFR 1910.133.

OTHER PROTECTIVE EQUIPMENT: Metatarsal shoes for cylinder handling. Protective clothing where needed. Select in accordance with OSHA 29 CFR 1910.132 and 1910.133. Fire-resistant clothing, ear protection and face shields recommended when connecting or disconnecting transfer lines. Eye bath.

IX. SPECIAL PRECAUTIONS

DANGER: Flammable, high-pressure gas. Gas may ignite spontaneously in air. May form explosive mixtures with air. Does not need a source of ignition. Harmful in inhaled. Keep away from heat, sparks and flames. Avoid breathing gas. Use piping and equipment adequately designed to withstand pressures to be encountered. Use only in a close system purged with an inert gas prior to discharge from cylinder. Store and use with adequate ventilation. Close valve when not in use and when empty. Ground all equipment. Only use spark-proof tools and explosion-proof equipment.

NOTE: Reverse flow into cylinder may cause rupture. Use a check valve or other protective apparatus in any line or piping on the cylinder to prevent reverse flow.

MIXTURES: When two or more gases, or liquefied gases are mixed, their hazardous properties may combine to create additional, unexpected hazards. Obtain and evaluate the safety information for each component before you produce the mixture. Consult an Industrial Hygienist, or other trained person when you make your safety evaluation of the end product. Remember, gases and liquids have properties which can cause serious injury or death.

Be sure to read and understand all labels and other instructions supplied with all containers of this product.

NOTE: Compatibility with plastics should be confirmed prior to use. For safety information on general handling of compressed gas cylinders, obtain a copy of pamphlet P-1, "Safe Handling of Compressed Gas in Containers" from the Compressed Gas Association, Inc., 1725 Jefferson Davis Highway, Suite 1004, Arlington, VA 22202.

OTHER HANDLING AND STORAGE CONDITIONS: Never work on a pressurized system. If there is a leak, close the cylinder valve, blow down the system by venting to a safe place, then repair the leak.

The use of engineering controls such as: flow limiting orifices on the valve; automatic gas panels for purging of systems upon cylinder change out; excess flow valves throughout the distribution system; double containment for the gas distribution system and continuous gas monitors is recommended. Store cylinders outdoors in a protected but fully ventilated area. Thoroughly purge system prior to use.

The opinions expressed herein are those of qualified experts within Praxair, Inc. We believe that the information contained herein is current as of the date of this Material Safety Data Sheet. Since the use of this information and these opinions and the conditions of use of the product are not within the control of Praxair, Inc., it is the user's obligation to determine the conditions of safe use of the product.



GENERAL OFFICES
Praxair, Inc.
39 Old Ridgebury Road
Danbury, CT 06810-5113

15

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

An explanation of the terms used herein may be found in OSHA 29 CFR 1910.1200, available from OSHA regional or area offices.

(Essentially similar to US Department of Labor Form OMB No. 1218-0072)
Do Not Duplicate This Form. Request an Original.



I. PRODUCT IDENTIFICATION

PRODUCT	Arsine		
CHEMICAL NAME	Arsine	SYNONYMS	Arsenic Hydride, Arsenic Trihydride, Arseniuretted Hydrogen, Arsenous Hydride, Hydrogen Arsenide
FORMULA	AsH ₃	CHEMICAL FAMILY	Covalent Hydride
		MOLECULAR WEIGHT	77.95
TRADE NAME	Arsine		

II. HAZARDOUS INGREDIENTS

For mixtures of this product request the respective component Material Data Safety Sheets. See Section IX.

MATERIAL (CAS NO.)	Wt (%)	1992-1993 ACGIH TLV-TWA (OSHA-PEL)	
Arsine (7784-42-1)	100	0.05 ppm	(0.05 ppm)

III. PHYSICAL DATA

BOILING POINT, 760 mm. Hg	-62.5°C (-80.5°F)	FREEZING POINT	-117°C (-178°F)
SPECIFIC GRAVITY (H ₂ O = 1)	1.65 @ -73.2°/4°C	VAPOR PRESSURE AT 21°C.	205 psig
VAPOR DENSITY (air = 1)	2.69 @ 21°C	SOLUBILITY IN WATER, % by wt.	Slight
PERCENT VOLATILES BY VOLUME	100	EVAPORATION RATE (Butyl acetate = 1)	High

APPEARANCE AND ODOR Colorless gas at normal temperature and pressure; garlic-like odor.

EMERGENCY PHONE NUMBER

IN CASE OF EMERGENCIES involving this material, further information is available at all times: Call CHEMTREC 800-424-9300 only in the event of chemical emergencies involving a spill, leak, fire, exposure or accident involving chemicals. For routine information contact your supplier.

This product is subject to the Pennsylvania Worker and Community Right-To-Know Act (35 P.S. Sections 7301-7320).

Praxair requests the users of this product to study this Material Safety Data Sheet (MSDS) and become aware of product hazards and safety information. To promote safe use of this product a user should (1) notify its employees, agents and contractors of the information on this MSDS and any product hazards and safety information, (2) furnish this same information to each of its customers for the product, and (3) request such customers to notify their employees customers for the product of the same product hazards and safety information.

PRAXAIR, INC.

Printed on recycled paper.



16

IV. HEALTH HAZARD DATA

THRESHOLD LIMIT VALUE: See Section II. 0.05 ppm TWA—ACGIH 1992-1993.

EFFECTS OF A SINGLE (ACUTE) OVEREXPOSURE:

SWALLOWING—An unlikely route of exposure, but frostbite of the lips and mouth may result from contact with the liquid. This product is a gas at normal temperature and pressure.

SKIN ABSORPTION—This product is a gas at normal temperature and pressure. No information available.

INHALATION—Extremely toxic. May be fatal if inhaled. Arsine produces rapid intravascular hemolysis (destruction of red blood cells), hemoglobinuria (hemoglobin in urine) with accompanying dark urine, weakness, shivering, decreased blood pressure, dizziness, headache, garlic odor of breath, nausea, vomiting, abdominal and flank pain, diarrhea, thirst, and collapse. Acute exposure to high concentrations can also result in difficulty in breathing and pulmonary edema.

The interval between onset of exposure and symptoms is dependent on the concentration of gas and duration of exposure. Symptoms can be delayed up to 48 hours. Concentrations in excess of 50 ppm are rapidly fatal.

SKIN CONTACT—No harmful effect expected from vapor. Liquid may cause frostbite.

EYE CONTACT—No harmful effect expected from vapor. Liquid may cause frostbite.

EFFECTS OF REPEATED (CHRONIC) OVEREXPOSURE: Repeated exposure can result in anemia, peripheral neuropathy experienced as numbness, tingling, and weakness of the extremities, and cardiovascular disease. When inhaled, arsine releases inorganic arsenic; repeated exposure to arsenic may result in increased pigmentation and thickening of the skin.

OTHER EFFECTS OF OVEREXPOSURE: Delayed effects include hemolytic anemia, jaundice and bronzing of the skin, pulmonary edema, and peripheral neuropathy. Severe overexposure can also result in kidney, liver and heart damage. Kidney failure may occur; with oliguria or anuria leading to uremia and death.

MEDICAL CONDITIONS AGGRAVATED BY OVEREXPOSURE: Individuals with anemia or pre-existing kidney, heart, liver, or nervous system disease may be at increased risk.

SIGNIFICANT LABORATORY DATA WITH POSSIBLE RELEVANCE TO HUMAN HEALTH HAZARD EVALUATION: The International Agency for Research on Cancer (IARC) has reported that there is sufficient evidence that inorganic arsenic compounds are skin and lung carcinogens in humans.

EMERGENCY AND FIRST AID PROCEDURES:

SWALLOWING—This product is a gas at normal temperature and pressure.

SKIN CONTACT—If exposed to liquid, avoid breathing vapor. Immediately warm frostbite area with warm water (not to exceed 105°F). In case of massive exposure, remove clothing and shoes while showering with warm water. Get medical attention immediately.

INHALATION—Immediately remove to fresh air. Given artificial respiration if not breathing. Oxygen may be given by qualified personnel if breathing is difficult. Get medical attention immediately, even if no symptoms are present.

EYE CONTACT—In case of splash contamination, immediately flush eyes thoroughly with water and continue flushing for at least 15 minutes. Obtain medical attention, preferable from an ophthalmologist, urgently.

NOTES TO PHYSICIAN: *Arsine is the most toxic form of arsenic, capable of producing rapid, massive intravascular hemolysis. Serious arsine poisoning produce symptoms within 30 to 60 minutes, however, symptoms can be delayed for up to 48 hours. Laboratory finding include severe hemolytic anemia, hemoglobinuria and hemoglobinemia. Acute renal failure may be an early complication. Hypotension is occasionally seen; T-wave elevations are often observed.*

BAL (Dimercaprol) treatment will not protect against hemolysis, but may prevent long-term effects from arsine (arsenic) poisoning. If major hemolysis has occurred, exchange transfusions may be performed to remove plasma hemoglobin red blood cell debris, and arsine-hemoglobin complexes, in conjunction with hemodialysis to preserve renal function. Hemodialysis may also assist in decreasing arsenic levels.

Contact Poison Control for additional information on patient management and follow-up.

V. FIRE AND EXPLOSION HAZARD DATA

FLASH POINT (test method)	Flammable Gas	AUTOIGNITION TEMPERATURE	Currently unknown
FLAMMABLE LIMITS IN AIR, % by volume	LOWER	4.5%	UPPER 78%

EXTINGUISHING MEDIA: CO₂, dry chemical, water spray or fog.

SPECIAL FIRE FIGHTING PROCEDURES:

DANGER: Poisonous gas (see Section IV). Evacuate all personnel from danger area. Do not approach area without self-contained breathing apparatus and protective clothing. Immediately cool containers with water spray from maximum distance taking care not to extinguish flames. Solid streams of water may be ineffective. Remove ignition sources if without risk. If flames are accidentally extinguished, explosive re-ignition may occur. Reduce toxic vapors with water spray or fog. Stop flow of gas if without risk while continuing cooling water spray. Remove all containers from area of fire if without risk. Allow fire to burn out. On-site fire brigades must comply with OSHA 29 CFR 1910.156.

UNUSUAL FIRE AND EXPLOSION HAZARDS: Poisonous, flammable gas. Forms explosive mixtures with air and oxidizing agents. Because the cylinder valve is not equipped with a safety device, the cylinder may rupture due to heat of fire. Do not extinguish flames due to possibility of explosive re-ignition. Flammable and toxic vapors may spread from spill. Explosive atmospheres may linger. Before entering area, especially confined areas, check with appropriate device. No part of a container should be subjected to a temperature higher than 52°C (approximately 125°F). The cylinders are not equipped with safety device to release pressure. Evacuate the area if the fire cannot be brought under immediate control to protect persons from cylinder fragments and toxic fumes should a rupture occur.

VI. REACTIVITY DATA

STABILITY		CONDITIONS TO AVOID: Exposure to light or heat in the presence of moisture. Decomposes at temperatures in excess of 230-240°C (see Section IX).
UNSTABLE	STABLE	
X		

INCOMPATIBILITY (materials to avoid): Nitric acid, oxidizing agents, aluminum, halogens.

HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS: Arsenic, arsenic oxides, hydrogen.

HAZARDOUS POLYMERIZATION		CONDITIONS TO AVOID: None currently known.
May Occur	Will not Occur	
	X	

VII. SPILL OR LEAK PROCEDURES

STEPS TO BE TAKEN IF MATERIAL IS RELEASED OR SPILLED:

Immediately evacuate all personnel from danger area.

DANGER: Poisonous, flammable gas. Forms explosive mixtures with air (see Section V). Use self-contained breathing apparatus and protective clothing where needed. Remove all sources of ignition if without risk. Reduce vapors with fog or fine water spray. Shut off leak if without risk. Ventilate area of leak or move leaking container to well-ventilated area. Prevent runoff from contaminating surrounding environment. Poisonous, flammable vapors may spread from spill. Before entering area, especially confined areas, check atmosphere with appropriate device.

WASTE DISPOSAL METHOD: Prevent waste from contaminating the surrounding area. Keep personnel away. Discard product, residue, disposable container or liner in an environmentally acceptable manner, in full compliance with federal and local regulations. Arsine can be disposed of by slowly introducing the gas into a gas disposal system containing adequate quantities of sodium hypochlorite, calcium hypochlorite, potassium permanganate, bromine water, or sodium hypobromite solution.

18

VIII. SPECIAL PROTECTION INFORMATION

RESPIRATORY PROTECTION (specify type): Use air-supplied respirators for concentrations up to 10 times the applicable permissible exposure limit while a full face self-contained breathing apparatus in a positive pressure demand mode is required for higher concentrations. The respiratory protection use must conform with OSHA rules as specified in 29 CFR 1910.134.

VENTILATION	LOCAL EXHAUST —Use explosion-proof local exhaust ventilation with sufficient air flow velocity to maintain the Arsine concentration below the TLV in the worker's breathing zone.
	MECHANICAL (general) —Not recommended as a primary ventilation system to control worker's exposure.
	SPECIAL —Canopy type of a forced draft fume hood equipped with an explosion-proof device may be more desirable for certain applications.
	OTHER —Not applicable.

PROTECTIVE GLOVES: Neoprene.

EYE PROTECTION: Select in accordance with OSHA 29 CFR 1910.133.

OTHER PROTECTIVE EQUIPMENT: Metatarsal shoes for cylinder handling. Protective clothing where needed. Select in accordance with OSHA 29 CFR 1910.132 and 1910.133.

IX. SPECIAL PRECAUTIONS

DANGER: Poisonous, flammable, liquefied gas under pressure. May be fatal if inhaled. Do not breathe gas. Do not get liquid or vapors in eyes, on skin or clothing (see Section IV). Safety showers and eyewash fountains should be immediately available. Use piping and equipment adequately designed to withstand pressures to be encountered. May form explosive mixtures with air. Keep away from heat, sparks and open flame. Ground all equipment. Only use spark-proof tools and explosion-proof equipment. Store and use with adequate ventilation at all times. Use only in a closed system. Close valve when not in use and when empty. Keep away from oxidizing agents and flammables.

MIXTURES: When two or more gases, or liquefied gases are mixed, their hazardous properties may combine to create additional, unexpected hazards. Obtain and evaluate the safety information for each component before you produce the mixture. Consult an Industrial Hygienist, or other trained person when you make your safety evaluation of the end product. Remember, gases and liquids have properties which can cause serious injury or death. Be sure to read and understand all labels and instructions supplied with all containers of this product.

NOTE: Compatibility with plastics should be confirmed prior to use. For safety information on general handling of compressed gas cylinders, obtain a copy of pamphlet P-1, "Safe Handling of Compressed Gas in Containers" from the Compressed Gas Association, Inc., 1725 Jefferson Davis Highway, Suite 1004, Arlington, VA 22202.

OTHER HANDLING AND STORAGE CONDITIONS: Never work on a pressurized system. If there is a leak, close the cylinder valve, blow down the system by venting to a safe place, then repair the leak. When returning cylinder, install valve outlet plug tightly.

The use of engineering controls such as: gas cabinet enclosures, automatic gas panels for purging of systems upon cylinder change out, excess flow valves throughout the distribution system, double containment for the gas distribution system, and continuous gas monitors is recommended.

The opinions expressed herein are those of qualified experts within Praxair, Inc. We believe that the information contained herein is current as of the date of this Material Safety Data Sheet. Since the use of this information and these opinions and the conditions of use of the product are not within the control of Praxair, Inc., it is the user's obligation to determine the conditions of safe use of the product.



GENERAL OFFICES
Praxair, Inc.
39 Old Ridgebury Road
Danbury, CT 06810-5113

19



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

RIESGO AMBIENTAL

13 al 17 de octubre

MATERIAL DIDACTICO

ING. HIPOLITO PEREZ EUGENIO

MEXICO D.F.

1997

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIPLOMADO EN PLANEACIÓN AMBIENTAL

Módulo IV.

RIESGO AMBIENTAL

Tema.

"PROGRAMACIÓN DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS"

Presentada Por:

Ing. Hipólito Pérez Eugenio

OBJETIVOS:

OBJETIVOS GENERALES DEL PLAN DE ATENCION A EMERGENCIAS:

- **LOCALIZAR LA EMERGENCIA Y, DE SER POSIBLE, ELIMINARLA**
- **REDUCIR AL MINIMO LOS EFECTOS DEL ACCIDENTE SOBRE LAS PERSONAS Y LOS BIENES .**

CLASIFICACION DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION DE LOS ACCIDENTES AMBIENTALES

MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE CONTROL	MEDIDAS DE ATENCION DE EMERGENCIAS
BASES DE DISEÑO	SISTEMAS DE CONTROL	MEDIDAS DE ATENCION DE EMERGENCIA
ADECUACION DEL SITIO		
ARREGLO GENERAL	SISTEMAS DE CONTENCION Y AISLAMIENTO	
IDENTIFICACION DE	EVALUACION DE RIESGOS	MODELOS DE EVACUACION DE POBLACION
CUMPLIMIENTO DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES	SISTEMA CONTRA INCENDIO	
AUDITORIAS DE SEGURIDAD		

6

CRITERIOS GENERALES:

LA EVALUACION DE LOS ACCIDENTES DEBE DAR ORIGEN A UN INFORME EN EL QUE SE INDIQUEN:

- **LOS RIESGOS QUE PUEDEN CONducIR A LOS PEORES ACONTECIMIENTOS EVENTUALES**
- **LA RUTA DE ESOS ACONTECIMIENTOS**
- **EL TIEMPO NECESARIO PARA REDUCIR LA IMPORTANCIA DE LOS ACONTECIMIENTOS**
- **LA MAGNITUD DE LOS ACONTECIMIENTOS DE MENOR IMPORTANCIA**
- **LA PROBABILIDAD RELATIVA DE LOS ACONTECIMIENTOS**
- **LAS POSIBLES CONSECUENCIAS DE CADA ACONTECIMIENTO.**

V

MARCO LEGAL

LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS ESTABLECE:

LAS BASES DEL SISTEMA JURIDICO DE GESTION AMBIENTAL: A) PREVENCION, B) RESPUESTA, C) REMEDIACION) DE LOS ACCIDENTES TECNOLOGICOS QUE INVULUCRAN SUSTANCIAS QUIMICAS PELIGROSAS.

ESTAS DISPOSICIONES SE ENCUENTRAN DISPERSAS EN TODA LA CONSTITUCION Y SON REFERIDAS A ASPECTOS AMBIENTALES, A DETERMINADAS ACTIVIDADES QUE PUEDEN GENERAR EFECTOS NEGATIVOS EN EL AMBIENTE, LOS RECURSOS NATURALES, LA SALUD HUMANA, Y AL PATRIMONIO CULTURAL, ENTRE OTROS.

ART.4; ART. 25; ART. 27; PARRAFO TERCERO; ART. 73: FRACCION XVI
Y FRACCION XXIX - G
ARTS. 122 Y 123: FRACCION XIII
Y FRACCION XV.

MARCO INSTITUCIONAL

- LA CONSTITUCION DEFINE LOS ORGANOS ADMINISTRATIVOS ENCARGADOS DE EJERCER Y VIGILAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES LEGALES QUE DE ELLA EMANAN, EN RELACION CON LA PREVECION DE ACCIDENTES;
- LA LEY ORGANICA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL ESTABLECE LAS RESPONSABILIDADES DE LOS ORGANISMOS DEL EJECUTIVO FEDERAL QUE, DESDE SU PARTICULAR AREA DE COMPETENCIA, REGULAN Y ACTUAN EN LAS DIFERENTES FASES Y ASPECTOS DE LOS ACCIDENTES QUIMICOS, INCLUYENDO LOS RELATIVOS A LA PREVENCION Y LA PREPARACION DE LA RESPUESTA A EMERGENCIAS.

COMPETENCIA EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

ARTÍCULO 28.-

**LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL
AMBIENTE (LGEEPA), (Modificada el 13 de Diciembre de 1996).**

“LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL ES EL PROCEDIMIENTO A TRAVÉS DEL CUAL LA SECRETARIA ESTABLECE LAS CONDICIONES A QUE SE SUJETARÁ LA REALIZACIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES QUE PUEDAN CAUSAR DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO O REBASAR LOS LÍMITES Y CONDICIONES ESTABLECIDOS EN LAS DISPOSICIONES APLICABLES PARA PROTEGER EL AMBIENTE Y PRESERVAR Y RESTAURAR LOS ECOSISTEMAS, A FIN DE EVITAR O REDUCIR AL MÍNIMO SUS EFECTOS NEGATIVOS SOBRE EL AMBIENTE. PARA ELLO, EN LOS CASOS QUE DETERMINE EL REGLAMENTO QUE AL EFECTO SE EXPIDA, QUIENES PRETENDAN LLEVAR A CABO ALGUNA DE LAS SIGUIENTES OBRAS O ACTIVIDADES, REQUERIRÁN PREVIAMENTE LA AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA SECRETARIA.

COMPETENCIA EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

ARTÍCULO 28.-

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA): *(Modificada el 13 de Diciembre de 1996)*

- CUANDO SE TRATE DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL POR LA REALIZACIÓN DE OBRAS O ACTIVIDADES QUE TENGAN POR OBJETO EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES, LA SECRETARIA REQUERIRA A LOS INTERESADOS QUE EN LA MANIFESTACION DEL IMPACTO AMBIENTAL CORRESPONDIENTE, SE INCLUYA LA DESCRIPCION DE LOS POSIBLES EFECTOS DE DICHAS OBRAS O ACTIVIDADES EN EL ECOSISTEMA DE QUE SE TRATE, CONSIDERANDO EL CONJUNTO DE ELEMENTOS QUE LO CONFORMAN Y NO UNICAMENTE LOS RECURSOS QUE SERIAN SUJETOS DE APROVECHAMIENTO.

COMPETENCIA EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

ARTICULO 28 DE LA LGEEPA: *(Modificada el 3 de Diciembre de 1997)*

- CORRESPONDE AL GOBIERNO FEDERAL, LA ATENCIÓN DE LAS SIGUIENTES MATERIAS:

- I. OBRAS HIDRAULICAS, VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN, OLEODUCTOS, GASODUCTOS, CARBODUCTOS Y POLIDUCTOS;
- II. INDUSTRIA DEL PETRÓLEO, PETROQUÍMICA, QUÍMICA, SIDERÚRGICA, PAPELERA, AZUCARERA, DEL CEMENTO Y ELÉCTRICA;
- III. EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN, Y BENEFICIO DE, MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN EN LOS TÉRMINOS DE LAS LEYES MINERA Y REGLAMENTARIA DEL ARTÍCULO 27 CONSTITUCIONAL EN MATERIA NUCLEAR;
- IV. INSTALACIONES DE TRATAMIENTO, CONFINAMIENTO O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS, ASÍ COMO RESIDUOS RADIATIVOS;
- V. APROVECHAMIENTOS FORESTALES, EN SELVAS TROPICALES Y ESPECIES DE DIFÍCIL REGENERACIÓN;
- VI. PLANTACIONES FORESTALES;

- VII. CAMBIOS DE USO DE SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS;**
- VIII. PARQUES INDUSTRIALES DONDE SE PREVEA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS;**
- IX. DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS;**
- X. OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES;**
- XI. OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE COMPETENCIA DE LA FEDERACIÓN;**
- XII. ACTIVIDADES PESQUERAS, ACUÍCOLAS O AGROPECUARIAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES QUE PUEDAN CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS, Y**
- XIII. OBRAS O ACTIVIDADES QUE CORRESPONDAN A ASUNTOS DE COMPETENCIA FEDERAL, QUE PUEDAN CAUSAR DESEQUILIBRIOS ECOLÓGICOS GRAVES E IRREPARABLES, DAÑOS A LA SALUD PÚBLICA O A LOS ECOSISTEMAS, O REBASAR LOS LÍMITES Y CONDICIONES ESTABLECIDOS EN LAS DISPOSICIONES JURÍDICAS REFERIDAS A LA PRESERVACIÓN DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE.**

EL REGLAMENTO DE LA PRESENTE LEY DETERMINARÁ LAS OBRAS O ACTIVIDADES A QUE SE REFIERE ESTE ARTÍCULO, QUE POR SU UBICACIÓN, DIMENSIONES, CARACTERÍSTICAS O ALCANCES NO PRODUZCAN IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, NO CAUSEN O PUEDAN CAUSAR DESEQUILIBRIOS ECOLÓGICOS, NI REBASEN LOS LÍMITES Y CONDICIONES ESTABLECIDOS EN LAS DISPOSICIONES JURÍDICAS REFERIDAS A LA PRESERVACIÓN DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, Y QUE POR LO TANTO NO DEBAN SUJETARSE AL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PREVISTO EN ESTE ORDENAMIENTO.

PARA LOS EFECTOS A QUE SE REFIERE LA FRACCIÓN XIII DEL PRESENTE ARTÍCULO, LA SECRETARÍA NOTIFICARÁ A LOS INTERESADOS SU DETERMINACIÓN PARA QUE SOMETAN AL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL LA OBRA O ACTIVIDAD QUE CORRESPONDA, EXPLICANDO LAS RAZONES QUE LO JUSTIFIQUEN, CON EL PROPÓSITO DE QUE AQUELLOS PRESENTEN LOS INFORMES, DICTÁMENES Y CONSIDERACIONES QUE JUZGUEN CONVENIENTES, EN UN PLAZO NO MAYOR A DIEZ DÍAS. UNA VEZ RECIBIDA LA DOCUMENTACIÓN DE LOS INTERESADOS LA SECRETARÍA, EN UN PLAZO NO MAYOR A TREINTA DÍAS, LES COMUNICARÁ SI PROCEDE O NO LA PRESENTACIÓN DE UNA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, ASÍ COMO LA MODALIDAD Y EL PLAZO PARA HACERLO. TRASCURRIDO EL PLAZO SEÑALADO, SIN QUE LA SECRETARÍA EMITA LA COMUNICACIÓN CORRESPONDIENTE, SE ENTENDERÁ QUE NO ES NECESARIA LA PRESENTACIÓN DE UNA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

PROCEDIMIENTO DE RIESGO AMBIENTAL

1.- ELABORACION DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

2.- PRESENTACION DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL ACOMPAÑADO DE LA M.I.A.

3.- DICTAMEN CONJUNTO DE IMPACTO Y DE RIESGO AMBIENTAL.

4.- CONDIONANTE PRINCIPAL: LA PRESENTACION DE UN PROGRAMA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES

5.- DICTAMINACION DE PROGRAMA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES POR EL COMITÉ DE ANALISIS Y APROBACION DE LOS PPA,S.

DEPENDENCIAS PARTICIPANTES:

SEGOB; SE; SECOFI; STPS;

SS; Y DDF (EN SU CASO)

RESOLUCION DE SEMARNAP EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

A. AUTORIZACION.

B. DICTAMEN DE RECHAZO

ZONA INTERMEDIA DE SALVAGUARDIA

ESTA CONFORMADA POR DOS ZONAS:

- **ZONA DE ALTO RIESGO: DONDE SOLAMENTE SE PUEDEN REALIZAR LAS ACTIVIDADES PROPIAS DE LA PLANTA INDUSTRIAL, SIENDO RESPONSABILIDAD ABSOLUTA DE LA EMPRESA SU ATENCION.**
- **ZONA DE AMORTIGUAMIENTO: DONDE SE RECOMIENDA NO SE DEBE PERMITIR EL INCREMENTO DEL NUMERO DE VIVIENDAS Y SE DEBE BUSCAR LA REUBICACION PAULATINA Y VOLUNTARIA DE LAS EXISTENTES, PERO DONDE SI SE PUEDE PERMITIR LA REALIZACION DE OTRAS ACTIVIDADES QUE NO INCREMENTEN EL RIESGO EXISTENTE, DEBIENDO SER REGULADA POR LAS AUTORIDADES COMPETENTES.**

ZONA INTERMEDIA DE SALVAGUARDIA

ART. 2º. DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE.

SE CONSIDERA DE UTILIDAD PUBLICA.

Fr. IV.- EL ESTABLECIMIENTO DE ZONAS INTERMEDIAS DE SALVAGUARDIA CON MOTIVO DE LA PRESENCIA DE ACTIVIDADES CONSIDERADAS COMO RIESGOSAS.

CAPITULO V

ACTIVIDADES CONSIDERADAS COMO ALTAMENTE RIESGOSAS

ART. 148 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE LOS VECINOS DE UNA INDUSTRIA QUE LLEVE A CABO ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS, Y SEA NECESARIO ESTABLECER UNA:

ZONA INTERMEDIA DE SALVAGUARDIA

***EL GOBIERNO FEDERAL MEDIANTE DECLARATORIA PODRÁ ESTABLECER RESTRICCIONES:**

a) A LOS USOS URBANOS QUE PUDIERAN OCASIONAR RIESGOS PARA LA POBLACIÓN.

LA SECRETARIA PROMOVERÁ ANTE LAS AUTORIDADES LOCALES COMPETENTES:

a) LOS PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO QUE SE ESTABLEZCAN EN DICHAS ZONAS EN LOS QUE NO SE:

**PERMITIRÁN LOS USOS: HABITACIONALES
COMERCIALES
OTROS QUE PONGAN EN RIESGO
A LA POBLACIÓN**

IDENTIFICACION DE RIESGOS

A). RIESGO DE LA INSTALACION

- **CLIMATOLOGIA: TRAYECTORIA DE CICLONES, VIENTOS DE ALTA INTENSIDAD, PRECIPITACION DE ALTA INTENSIDAD.**
- **GEOLOGIA: CARACTERISTICAS DE SISMICIDAD, TECTONICA, VOLCANISMO, MECANICA DE SUELOS.**
- **TOPOGRAFICAS, HIDROLOGICAS Y OCEANOGRAFICAS: INUNDABILIDAD, EROSION, CUERPOS RECEPTORES/DRENAJE NATURAL.**
- **FACTORES DEMOGRAFICOS: DISTRIBUCION DE POBLACION, GRUPOS CRITICOS DE LA POBLACION.**

IDENTIFICACION DE RIESGOS

B). PRINCIPALES CAUSAS DE RIESGO EN UNA OPERACIÓN INDUSTRIAL.

- **EL RIESGO INTRINSECO DE LA ACTIVIDAD**
- **PROBLEMAS DEL SITIO DE LA UBICACIÓN**
- **ESCASO ESPACIAMIENTO INTERNO Y ARREGLO GENERAL INADECUADO**
- **EVALUACION INADECUADA DE MATERIALES**
- **ESTRUCTURAS FUERA DE ESPECIFICACIONES**
- **PROBLEMAS DEL PROCESO QUIMICO**
- **PROBLEMAS POR MOVIMIENTO DE MATERIALES**
- **FALLAS OPERACIONALES**
- **FALLAS DEL EQUIPO**
- **FALTA DE PROGRAMAS EFICIENTES DE SEGURIDAD.**

METODOLOGIAS PARA LA IDENTIFICACION DE RIESGOS

- **LISTAS DE COMPROBACIONES**
- **ARBOL DE FALLAS**
- **WHAT IF...? O QUE PASA SI...)**
- **HAZARD AND OPERABILITY (HAZOP)**
- **INDICE DOW (PARA FUEGO Y EXPLOSION)**
- **INDICE MOND (PARA FUEGO, EXPLOSION Y TOXICIDAD)**

PROGRAMAS PARA LA ATENCION DE EMERGENCIAS Y/O CONTINGENCIAS.

A.- PLAN DE EMERGENCIAS NIVEL INTERNO

ORGANIZACION

- NOMBRAMIENTO DEL PERSONAL Y DEFINICION DE SUS DEBERES**
- MECANISMO DE ALARMA Y COMUNICACIÓN**
- ESTABLECER UN CENTRO DE CONTROL DE LA EMERGENCIA**
- MEDIDAS QUE SE HAN DE ADOPTAR EN EL LUGAR**
- SIMULACROS DE EMERGENCIA**

20

PROGRAMAS PARA LA ATENCION DE EMERGENCIAS Y/O CONTINGENCIAS

B.- PLAN DE EMERGENCIAS NIVEL EXTERNO

ORGANIZACIÓN

- COMUNICACIÓN Y ALARMA
- EQUIPO DE EMERGENCIA ESPECIALIZADO
- DE LAS EMPRESAS CIRCUNVECINAS Y EL
- COMITÉ DE AYUDA MUTUA
- CONOCIMIENTOS ESPECIALIZADOS
- INFORMACION QUIMICA
- INFORMACION METEOROLOGICA
- INFORMACION PUBLICA
- EVALUACION DEL INCIDENTE

PROGRAMAS PARA LA ATENCION DE EMERGENCIAS Y/O CONTINGENCIAS

C.- OTRAS FUNCIONES DE LA COORDINACION DE LA EMERGENCIA

- EVACUACION**
- COORDINACION DE EMERGENCIA**
- FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LAS INSTALACIONES PELIGROSAS**
- FUNCIONES DE LAS AUTORIDADES LOCALES**
- ENSAYOS Y EJERCICIOS EN LA PLANIFICACION DE LA EMERGENCIA.**

LISTAS DE COMPROBACIONES

OBJETIVO:

VERIFICAR ESTANDARES PREESTABLECIDOS.

APLICACION:

SE UTILIZAN EN INSTALACIONES PEQUÑAS DE BAJO RIESGO O INSTALACIONES CON TECNOLOGIA DE RECIENTE ADQUISICION Y MUY CONOCIDA.

ARBOL DE FALLAS

OBJETIVO:

ESTIMAR DESVIACIONES A LAS CONDICIONES DE DISEÑO

APLICACIÓN:

SE BASA EN LA OCURRENCIA DE EVENTOS QUE PUEDEN CAUSAR DAÑOS AL PERSONAL Y A LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA ASI COMO A LA COMUNIDAD.

PARTE DE DEFINICIONES MATEMATICAS DE RIESGO EN FUNCION DE SU FRECUENCIA PROBABILISTICA DE FALLA, MAGNITUD Y COSTO EN TERMINOS DE SUS CONSECUENCIAS ECONOMICAS, A LA SALUD, E INCLUSO A LOS ECOSISTEMAS

67

WHAT-IF ? (QUE PASA SI?)

OBJETIVO:

DEFINIR TENDENCIAS; FORMULAR PREGUNTAS; DESARROLLAR RESPUESTAS Y EVALUARLAS; INCLUYENDO LA MAS AMPLIA GAMA DE CONSECUENCIAS POSIBLES.

APLICACIÓN:

UTILIZA INFORMACION ESPECIFICA DE UN PROCESO O ACTIVIDAD PARA FORMULAR UNA SERIE DE PREGUNTAS QUE SON PERTINENTES DURANTE LA VIDA UTIL DE UNA INTALACION, ASI COMO CUNDO SE INTRODUCEN CAMBIOS AL PROCESO O LOS PROCEDIMIENTOS DE OPERACION

HAZARD AND OPERABILITY (HAZOP)

OBJETIVOS:

IDENTIFICAR EVENTOS INDESEABLES, A TRAVES DEL ANALISIS DE LOS MECANISMOS OPERATIVOS DE CADA EMPRESA, ESTIMANDO LA EXTENSION, MAGNITUD Y PROBABILIDAD DE LOS EFECTOS

APLICACIÓN:

IMPLICA LA IMPLEMENTACION DE METODOS CUANTITATIVOS SOFISTICADOS PARA INSTALACIONES DE TECNOLOGIA NUEVA O POCO CONOCIDA. UTILIZA PALABRAS GUIA (NO, MAS, MENOS, INVERSO, ADEMAS DE...) PARA CUESTIONAR LAS VARIABLES DEL PROCESO.

INDICE DOW

OBJETIVO.

CUANTIFICAR ANTICIPADAMENTE DAÑOS POTENCIALES POR INCENDIOS Y EXPLOSIONES, IDENTIFICANDO LAS CAUSAS Y A LOS GENERADORES Y TRADUCIENDO LOS RIESGOS POTENCIALES A UNA VALORACION ECONOMICA QUE PERMITA JERARQUIZAR DECISIONES

APLICACIÓN:

SEPARA LA INSTALACION EN SECTORES ESPECIFICOS IDENTIFICANDO MATERIALES, PROCESOS Y PROPIEDADES TERMODINAMICAS RELEVANTES, REQUIRIENDO INFORMACION MUY PRECISA Y ESPECIFICA: DIAGRAMA DE FLUJO, INFORMACION ECONOMICA DE COSTOS Y BENEFICIOS, FORMATOS SISTEMATIZADOS DE REPORTE.

INDICE MOND

OBJETIVO:

- CUANTIFICAR ANTICIPADAMENTE DAÑOS POTENCIALES POR INCENDIOS, EXPLOSIONES Y TOXICIDAD, IDENTIFICANDO LAS CAUSAS Y A LOS GENERADORES Y TRADUCIENDO LOS RIESGOS POTENCIALES A UNA VALORACION ECONOMICA QUE PERMITA JERARQUIZAR DECISIONES
- OBTENER INDICES NUMERICOS DE RIESGO PARA CADA SECCION DE LA INSTALACION INDUSTRIAL, EN FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS SUSTANCIAS MANEJADAS, DE SU CANTIDAD DEL TIPO DE PROCESO Y DE LAS CONDICIONES ESPECIFICAS DE OPERACION

APLICACION:

SEPARA LA INSTALACION EN SECTORES ESPECIFICOS IDENTIFICANDO MATERIALES, PROCESOS Y PROPIEDADES TERMODINAMICAS RELEVANTES REQUIRIENDO INFORMACION MUY PRECISA Y ESPECIFICA, COMO: DIAGRAMA DE FLUJO, INFORMACION ECONOMICA DE COSTOS Y BENEFICIOS, FORMATOS SISTEMATIZADOS DE REPORTE

ANEXO No. 1

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

NOMBRE/RAZON SOCIAL	GIRO O ACTIVIDAD
----------------------------	-------------------------

NOMBRE DEL PROYECTO/PROCESO

MOTIVO POR EL QUE SE PRESENTA EL PPA	
<input type="checkbox"/> PROCEDIMIENTO DE IMPACTO/RIESGO AMBIENTAL	<input type="checkbox"/> PROGRAMA NACIONAL DE PREVENCION DE ACCIDENTES

DOMICILIO COMPLETO

Calle	No.	Colonia	
Código Postal	Carretera/km	Localidad/Población	Parque Industrial
Municipio		Delegación	
Entidad Federativa	Teléfono(s)/Extensión	Fax	

DATOS DE LOS RESPONSABLES O REPRESENTANTES DE LA EMPRESA

(Para oír y recibir notificaciones relacionadas con el PPA)

TITULAR	SUPLENTE
Nombre	Nombre
Cargo	Cargo
Dirección	Dirección
Teléfono(s)	Teléfono(s)

PERSONAL QUE LABORA EN LA PLANTA	TOTAL		
TIPO	PRIMER TURNO	SEGUNDO TURNO	TERCER TURNO
No. DE PERSONAL OPERATIVO			
No. DE PERSONAL ADMINISTRATIVO			

ANEXO Nº 2

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUSTANCIAS QUIMICAS		NOMBRE DE LA EMPRESA
FECHA DE ELABORACION	FECHA DE REVISION	

SECCION I DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUIMICA

1.- NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR:		2.- EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE A: TELEFONO: FAX:	
3.- DOMICILIO COMPLETO:			
CALLE	No. EXT.	COLONIA	C.P.
DELEG/MUNICIPIO	LOCALIDAD O POBLACION	ENTIDAD FEDERATIVA	

SECCION II DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUIMICA

1. NOMBRE COMERCIAL	2.- NOMBRE QUIMICO
3.- PESO MOLECULAR	4.- FAMILIA QUIMICA
5.- SINONIMOS	6.- OTROS DATOS

SECCION III COMPONENTES RIESGOSOS

1.- % Y NOMBRE DE LOS COMPONENTES	2.- Nº CAS	3.- Nº NACIONES UNIDAS	4.- CANCERIGENOS O TERATOGENICOS
5.- LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE CONCENTRACION	6.- IPVS ppm	7.- GRADO DE RIESGO:	
		7.1 SALUD	7.2 INFLAMABILIDAD

SECCION IV.- PROPIEDADES FISICAS

1.- TEMPERATURA DE FUSION, °C:	2.- TEMPERATURA DE EBULLICION, °C:
3.- PRESION DE VAPOR, mmHg a 20 °C:	4.- DENSIDAD RELATIVA:
5.- DENSIDAD DE VAPOR (AIRE = 1):	6.- SOLUBILIDAD EN AGUA, g/ml:
7.- REACTIVIDAD EN AGUA:	8.- ESTADO FISICO, COLOR Y OLOR:
9.- VELOCIDAD DE EVAPORACION (BUTIL ACETATO = 1):	10.- PUNTO DE INFLAMACION ():
11.- TEMPERATURA DE AUTOIGNICION (°C):	12.- PORCIENTO DE VOLATILIDAD, %
13.- LIMITES DE INFLAMABILIDAD (X): INFERIOR: _____ SUPERIOR: _____	

SECCION V RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION

1.- MEDIO DE EXTINCION:

NIEBLA DE AGUA:	ESPUMA:	HALON:	CO ₂	POLVO QUIMICO SECO:	OTROS:
-----------------	---------	--------	-----------------	---------------------	--------

2.- EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION (GENERAL) PARA COMBATE DE INCENDIO:

3.- PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO:

4.- CONDICIONES QUE CONDUCE A UN PELIGRO DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES:

5.- PRODUCTOS DE LA COMBUSTION:

SECCION VI DATOS DE REACTIVIDAD

1.- SUSTANCIA

ESTABLE	INESTABLE
---------	-----------

2.- CONDICIONES A EVITAR:

3.- INCOMPATIBILIDAD (SUSTANCIAS A EVITAR):

4.- DESCOMPOSICION DE COMPONENTES PELIGROSOS:

5.- POLIMERIZACION PELIGROSA:

PUEDE OCURRIR	NO PUEDE OCURRIR
---------------	------------------

6.- CONDICIONES A EVITAR:

SECCION VII RIESGOS PARA LA SALUD

VIAS DE ENTRADA

SINTOMAS DEL LESIONADO

PRIMEROS AUXILIOS

1.- INGESTION ACCIDENTAL

2.- CONTACTO CON LOS OJOS

3.- CONTACTO CON LA PIEL

4.- ABSORCION

5.- INHALACION

6.- SUSTANCIA QUIMICA CONSIDERADA COMO CANCERIGENA:

STPS (INST. No. 10) SI _____ NO _____ OTROS _____ SI _____ NO _____ ESPECIFICAR

SECCION VIII INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAMES:

SECCION IX EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

1.- ESPECIFICAR TIPO:

2.- PRACTICAS DE HIGIENE:

SECCION X INFORMACION SOBRE TRANSPORTACION (DE ACUERDO CON LA REGLAMENTACION DE TRANSPORTE):

SECCION XI INFORMACION ECOLOGICA (DE ACUERDO CON LAS REGLAMENTACIONES ECOLOGICAS)

SECCION XII PRECAUCIONES ESPECIALES

1.- DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO:

2.- OTRAS:

Disposiciones Legales en Materia de Impacto Ambiental.

Con fecha 7 de Junio de 1988, se publicó el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental; el cual establece una serie de disposiciones tendientes a establecer los mecanismos y procedimientos administrativos que aseguren su debida observancia, conforme a las cuales deberá de llevarse a cabo la evaluación del impacto ambiental.

Consideraciones Legales en Materia de Riesgo Ambiental.

Con la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el 28 de enero de 1988, por primera vez en México se establecieron las disposiciones para la regulación de las actividades industriales, comerciales y de servicio que deben considerarse altamente riesgosas, por la gravedad de los efectos que pueden generar al equilibrio ecológico o al ambiente.

Este reglamento, dentro de sus disposiciones, considera los aspectos relativos a la evaluación previa de las obras o actividades, cuando éstas manejen materiales o sustancias consideradas de riesgo. Por tal motivo, es importante señalar que actualmente no existe una reglamentación específica que regule este tipo de actividades; ya que como se explicó anteriormente solamente los proyectos nuevos están sujetos a la realización de los estudios de riesgo ambiental, como parte de los requerimientos para obtener la autorización en materia de impacto ambiental.

Decreto por el que se aprueban las bases para el Establecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil y del Programa de Protección Civil, que las mismas contienen, artículos 3, 5, 6 y 8, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1986.

Decreto por el que se crea el Consejo Nacional de Protección Civil como Órgano Consultivo de Coordinación de Acciones y de Participación Social en la Planeación de Protección Civil, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de mayo de 1990.

Ley General de Población, artículo 3º, fracción XIII, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1974.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículos 13, 146 y 147, publicada en el Diario Oficial del 28 de enero de 1988.

Reglamento Interior de la Secretaría de Gobernación, artículos 1,2 y 18 fracción I-XI, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de febrero de 1989.

GUIA PARA LA ELABORACION DE LOS PROGRAMAS
PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES

VERSION

06

INDICE

INTRODUCCION

PRIMERA PARTE

ANTECEDENTES GENERALES DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.

- I. OBJETIVOS**
- II. BASES LEGALES**
- III. REQUERIMIENTO DE LOS PROGRAMAS
PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES**
- IV. INSTALACION DEL COMITE DE ANALISIS
Y APROBACION DE LOS PROGRAMAS PARA LA
PREVENCION DE ACCIDENTES (COAAPPA)**
- V. ACRONIMOS**
- VI. GLOSARIO**

SEGUNDA PARTE

BASES, ESTRUCTURA Y CRITERIOS GENERALES PARA LA ELABORACION DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.

I. BASES GENERALES PARA LA ELABORACION DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES

1. ACTIVIDADES RIESGOSAS.
2. ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.
3. EVALUACION DE RIESGOS.
4. DEFINICION DE " PROGRAMA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES " (PPA).

II. ESTRUCTURA Y CRITERIOS GENERALES PARA LA ELABORACION DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.

1. CRITERIOS GENERALES.
2. ANTECEDENTES DEL PROPONENTE. MARCO REFERENCIAL PARA DESARROLLAR EL PROGRAMA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.
3. EL PROGRAMA DE PREVENCION DE ACCIDENTES DE NIVEL INTERNO.
4. EL PROGRAMA DE PREVENCION DE ACCIDENTES DE NIVEL EXTERNO.
5. ORGANIZACION DE LA EMPRESA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES CAUSADOS POR LA REALIZACION DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.
6. ORGANIZACION INTERSECTORIAL PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES CAUSADOS POR ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.
7. EL CENTRO DE OPERACIONES DE LA ORGANIZACION PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES DE LA EMPRESA.

6.1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

6.1.2 DATOS GENERALES DEL SITIO

6.1.3 EVALUACION DEL RIESGO EN LA PLANTA

6.2 DE CLASE NIVEL INTERNO

6.2.1 ORGANIZACION DE LA PLANTA PARA EMERGENCIAS

6.2.2 EQUIPOS Y SERVICIOS DE EMERGENCIA

6.2.3 DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS DE RESPUESTA A LA EMERGENCIA

6.2.4 PROGRAMAS DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO

6.2.5 REVISION Y ACTUALIZACION DE LA ORGANIZACION Y PROCEDIMIENTOS DE ATENCION A EMERGENCIAS

6.2.6 ORGANIZACION DE LA EMERGENCIA

6.2.7 PROCEDIMIENTO PARA EL RETORNO A CONDICIONES NORMALES

6.3 DE CLASE NIVEL EXTERNO

6.3.1 ORGANIZACION LOCAL PARA EMERGENCIAS

6.3.2 EQUIPOS Y SERVICIOS DE EMERGENCIA

6.3.3 DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS DE RESPUESTA A LA EMERGENCIA

6.3.4 PROGRAMAS DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO

6.3.5 ORGANIZACION DE LA EMERGENCIA

6.3.6 PROCEDIMIENTOS PARA EL RETORNO A CONDICIONES NORMALES

INTRODUCCION

La magnitud del daño que pudiera provocar un accidente causado por sustancias peligrosas está en relación directa con la presencia de una serie de factores como son: Las características del sitio donde éstas se manejan, de las instalaciones y procesos utilizados, de las condiciones meteorológicas existentes en el área en el momento del accidente, de la cantidad de sustancia liberada al ambiente, de la población potencialmente expuesta y/o afectada, de las medidas que se tengan contra la emergencia, etc.

El Gobierno Federal ha establecido disposiciones y emprendido acciones para disminuir los riesgos y enfrentar contingencias derivadas de las Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas, una de las cuales consiste en la elaboración de los Programas para la Prevención de Accidentes por quienes realicen tales actividades, mismos que se someterán a la aprobación de diversas Secretarías.

Para tal fin se instaló en 1989 el Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes (CÓAAPPA)

Dicho Comité ha elaborado esta Guía, con el propósito de proporcionar a quienes realizan actividades altamente riesgosas, las bases para desarrollar un Programas para la Prevención de Accidentes (PPA), que de respuesta a contingencias causadas por la liberación de sustancias peligrosas.

Una vez que los PPA son analizados, autorizados y dictaminados por el Comité, éstos son instrumentados a nivel local, con la participación de la Unidad de Protección Civil, Autoridades, comunidad y empresas aledañas, y demás instituciones relacionadas con aspectos de seguridad y atención a la población y ambiente.

Asimismo el seguimiento de los Términos de los dictámenes correspondientes, también es realizado por el Comité.

Aunque algunas empresas pudieran ya contar con planes de respuesta a emergencias, es necesario revisarlos y adecuarlos a la presente Guía; del mismo modo, las empresas que sean consideradas como Altamente Riesgosas y que no cuenten con un PPA, deberán desarrollarlo.

Los criterios empleados para su elaboración se basan en la posibilidad de que ocurran contingencias provocadas por el manejo de sustancias peligrosas y de la necesidad de contar con un programa adecuado para evitar que dichas contingencias puedan tener consecuencias con características de desastre o calamidad.

La presente versión es la número 06 y presenta modificaciones importantes a la anterior.

PRIMERA PARTE

**ANTECEDENTES GENERALES
DE LOS PROGRAMAS PARA LA
PREVENCION DE ACCIDENTES**

I. OBJETIVOS

1. DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.

- Propiciar que quienes realicen actividades de alto riesgo, comunidad y empresas aledañas, así como Autoridades Locales, desarrollen una conciencia de alerta continua en ante cualquier contingencia ocasionada por la liberación de sustancias peligrosas.
- Propiciar un ambiente de seguridad en la comunidad y empresas aledañas a una actividad de alto riesgo.
- Contar con planes, procedimientos, recursos y programas para dar respuesta a cualquier contingencia ocasionada por el manejo de sustancias peligrosas.
- Contar con planes, procedimientos, recursos y programas para dar atención a cualquier situación de desastres y calamidades ocasionadas por la liberación de sustancias peligrosas planes de atención.
- Establecer los mecanismos de comunicación, coordinación y concertación de acciones para hacer instrumentar eficientemente PPA.
- Que las Industrias de Alto Riesgo difundan en la localidad, la información relacionadas con las actividades que desarrollan y los riesgos que éstas representan para la población, sus bienes y el ambiente, así como los planes, procedimientos y programas con que se cuentan para disminuir y controlar dichos riesgos y enfrentar cualquier contingencia y atender calamidades y/o desastres provocados por la liberación accidental de sustancias peligrosas.

2. DE LA GUIA PARA LA ELABORACION DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.

- Establecer las bases y lineamientos para que quienes realicen Actividades Altamente riesgosas elaboren y/o revisen su Programa para la Prevención de Accidentes.
- Ser un instrumento que sirva de Enlace Interinstitucional e Intersectorial en la elaboración e instrumentación de los PPA.
- Ser un instrumento de referencia para el análisis de los PPA.
- Ser un instrumento para la revisión y actualización permanente de los planes, procedimientos y programas contenidos en un PPA.

II. BASES LEGALES

En el Capítulo II, Artículo 5o. Fracción X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se establece que: "... Son facultades de la Federación:

X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes".

Asimismo en el Capítulo IV, Artículo 147, 2º.párrafo de la misma Ley, se establece que ..." Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud y del Trabajo y Previsión Social, los Programas para la Prevención de Accidentes en la realización de tales actividades que puedan causar graves desequilibrios ecológicos ".

" Cuando las actividades consideradas como altamente riesgosas se realicen o vayan a realizarse en el Distrito Federal, el Departamento del Distrito Federal participará en análisis y en su caso, aprobación, la aprobación de los programas para la prevención correspondientes ".

En los listados de Actividades Altamente Riesgosas, expedidos en el Diario Oficial el 28 de marzo de 1990 y el 4, de mayo de 1992, respectivamente; se establece lo siguiente:

..." Que el criterio adoptado para determinar cuales actividades deben considerarse como altamente riesgosas, se fundamenta en que la acción o conjunto de acciones, ya sean de origen natural o antropogénico, estén asociadas con el manejo de sustancias con propiedades: a) inflamables, b) explosivas, c) tóxicas, d) reactivas, e) radiactivas, f) corrosivas o g) biológicas, en cantidades tales, que en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas o bien una explosión, ocasionarían una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

III. REQUERIMIENTO DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.

La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca ha venido captando los Programas para la Prevención de Accidentes que se evalúan a través de la aplicación del Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental para aquellos Proyectos que deben de someter a la autorización de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, y el dictamen a la Dirección General de Materiales y Residuos Peligrosos y Actividades Riesgosas de de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca los estudios de Impacto Ambiental y Riesgo, según lo indicado en los Artículos 28 al 35 y 145 al 148 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los cuales una vez que han sido analizados se les puede solicitar a los proponentes, la presentación de un Programa para la Prevención de Accidentes, dentro de los Términos del dictamen correspondiente.

IV. INSTALACION Y FUNCIONES DEL COMITE DE ANALISIS Y APROBACION DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES (COAAPP).

En respuesta a lo establecido en el segundo párrafo del Artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, quedó instalado en el Instituto Nacional de Ecología de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, el Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes (COAAPP) mismo en el que participan en la autorización de dichos programas, las Secretarías de Energía, de Comercio y Fomento Industrial; de Salud; del Trabajo y Previsión Social y la de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca y en su caso el Departamento del Distrito Federal.

Asimismo de acuerdo a lo indicado en los Artículos 2 al 10 del Decreto por el que se Aprueban las Bases para el Establecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil, y el Programa de Protección Civil que la mismas contienen, publicado el 6 de mayo de 1986, participa la Secretaría de Gobernación, a través de la Dirección General de Protección al Ambiente y del Centro Nacional de Prevención de Accidentes, CENAPRED.

Para tal efecto desde su instalación el Comité ha desarrollado una Guía, que permita elaborar los Programas para la Prevención de Accidentes a quienes realicen Actividades consideradas como Altamente Riesgosas, mismas que están señaladas en el Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 y el 4 de mayo de 1992, respectivamente; y los subsecuentes listados que para el efecto se publiquen, así como otras disposiciones normativas aplicables. Dicha guía ha tenido modificaciones desde la versión 01 hasta la versión 05, la cual es la que se maneja hasta la aparición de la presente versión.

Esta versión es la número 06 y presenta importantes modificaciones en el contenido y estructura, respecto a la anterior (05).

Es importante destacar que el desarrollo del presente documento es el resultado de la investigación bibliográfica y práctica; de experiencias nacionales e internacionales en el campo de la preparación de acciones de respuesta a accidentes provocados por sustancias peligrosas, así como de los acuerdos tomados por el comité en numerosas reuniones.

V. ACRONIMOS

AAR.- Actividad(es) Altamente Riesgosas(as).

CENAPRED.- Centro Nacional de Prevención de Desastres.

COAAPPA.- Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes.

DDF.- Departamento del Distrito Federal.

DGPC.- Dirección General de Protección Civil.

IAR.- Industrias de Alto Riesgo.

LGEEPA.- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

PPA.- Programa para la Prevención de Accidentes.

SECOFI.- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

SEGOB.- Secretaría de Gobernación.

SEGOB-CENAPRED.- Secretaría de Gobernación a través del Centro Nacional de Prevención de Desastres..

SEGOB-DGPC.- Secretaria de Gobernación a través de la Dirección General de Protección Civil.

SE.-Secretaría de Energía.

SINAPROC.- Sistema Nacional de Protección Civil.

SSA.- Secretaría de Salud.

STPS.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

ZIS.- Zona Intermedia de Salvaguardia.

VI. GLOSARIO

ACCIDENTE.- Es un evento no deseado cuyas consecuencias pueden ocasionar una emergencia.

ACCIDENTES MAYORES.- Son aquellos cuyos efectos, por su alcance, rebasan los límites de la instalación industrial o comercial en que se encuentran una o más sustancias peligrosas; dañando a la flora, fauna, seres humanos o bienes materiales; alterando las características del medio ambiente o ecosistemas.

ACCIONES DE PROTECCION.- Aquéllas medidas que se toman para evitar o reducir un accidente.

ACTIVAR.- Poner formalmente en servicio una función requerida, con el personal y equipo adecuado.

ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.- Son aquellas acciones, serie de pasos u operaciones comerciales y/o de fabricación industrial, distribución y ventas, en que se encuentren presentes una o más sustancias peligrosas, en determinadas cantidades que al ser liberadas por condiciones anormales de operación o externas, provocarían accidentes.

ALARMA.- Fase inicial de los procedimientos que ponen en marcha las operaciones frente a una amenaza de desastre o un desastre consumado.

ALERTA.- Fase permanente de supervisión y vigilancia de los riesgos establecidos y eventuales.

AUXILIO.- Es el conjunto de actividades destinadas primordialmente a rescatar y salvaguardar la integridad física de las personas, sus bienes y su entorno ecológico, así como a mantener en funcionamiento los servicios de soporte de vida y equipamiento estratégico, disminuyendo la extensión del desastre.

AYUDA.- Cooperación que se presta a una persona o entidades, según sus necesidades, por un periodo determinado o durante una emergencia.

BRIGADA DE EMERGENCIA.- Escuadrón o grupo capacitado en una o más áreas de emergencia.

C.- Ceiling: Es la concentración que no debe ser excedida ni aún instantáneamente. Su castellanización es P.

CALAMIDAD.- Es el acontecimiento que puede impactar al sistema afectable y transformar su estado normal o insuficiente en un estado de desastre, así como agravar este.

CANTIDAD DE REPORTE.- Cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de éstas, existentes en una instalación o medio de transporte dados, que al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, procedimientos, planes, acciones y recursos necesarios, encaminados a evitar que ocurran accidentes, y en caso de que éstos se produzcan, controlar sus efectos y evitar que adquieran proporciones de un accidente mayor (calamidad o desastre).

La etapa de atención se relaciona con todas las medidas, procedimientos, planes, acciones y recursos necesarios para el auxilio y rescate de las personas (trabajadores y población aledaña), la conservación de la vida y la salud así como la protección del ambiente, una vez que se ha producido una contingencia.

Esta etapa también incluye todos los aspectos relacionados con el combate y control de la contingencia, así como la mitigación de sus efectos.

La etapa de retorno - recuperación se relaciona con todos los aspectos de inspección y vigilancia y difusión que sean necesarios para la reanudación de actividades, bajo condiciones confiables de seguridad tanto para los trabajadores como para la población e industrias aledañas, así como los de reparación de la infraestructura interna y/o externa y de saneamiento ambiental.

2. ANTECEDENTES DEL PROPONENTE. MARCO REFERENCIAL PARA DESARROLLAR EL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.

Como ya se señaló en el apartado 1.1 al aplicar el procedimiento de Impacto Ambiental y Riesgo Ambiental, La Secretaría de Desarrollo Social puede requerir a quienes realicen AAR, la presentación de un PPA, dentro de los Términos de los Dictámenes emitidos por dicha Secretaría, después de la revisión y análisis de los estudios de Impacto Ambiental y Riesgo Ambiental, correspondientes.

También se indicó que los PPA que ingresan a SEMARNAP, son sometidos a la consideración del COAAPP, conformado por las 8 Dependencias siguientes SE, SECOFI, SSA, STPS, SEGOB-DGPC, SEGOB-CENAPRED, en su caso el DDF y la SEMARNAP como la Secretaría Coordinadora de las funciones y actividades del Comité.

Con base en lo anterior la primera parte de la información solicitada a la empresa a la cual se le ha requerido la presentación de un PPA (el proponente), es el marco referencial para la elaboración del Programa en cuestión, y también para el análisis de dicho PPA realizado por el Comité, ya que los estudios de Impacto y Riesgo Ambiental, en cualquiera de sus modalidades no llegan a las citadas Dependencias.

La información mínima que constituye este marco referencial son los datos generales de la empresa, los datos del sitio en que se realiza la AAR y el resumen del estudio de riesgo.

3. EL PPA DE NIVEL INTERNO.

Esta parte del PPA se relaciona con la protección y auxilio a los trabajadores y/o personas, así como de las instalaciones e infraestructura de la empresa, ante emergencias y/o contingencias, considerando que su efecto hacia el exterior de las instalaciones es nulo y que la empresa cuenta con la capacidad de respuesta requerida.

4. EL PPA DE NIVEL EXTERNO

En esta parte del PPA, se considera que el evento rebasa los límites de la empresa y es necesario alertar a la población aledaña y que además se requiere la intervención y participación oportuna de las Unidades de Protección Civil, Autoridades Locales, de la población y/o empresas aledañas potencialmente afectables, así como de otras instituciones y organismos de seguridad social, para proteger al ambiente y a la población.

5. ORGANIZACION DE LA EMPRESA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES, CAUSADOS POR LA REALIZACION DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

La atención a una emergencia por parte de una empresa que realiza AAR requiere de una organización llamada "Organización para la Prevención de Accidentes", que administre eficientemente los recursos, aplique los procedimientos establecidos y coordine las acciones emprendidas para este fin, y en la cual se establezca la estructura jerárquica y funcional de sus miembros, señalando específicamente los nombres, funciones y responsabilidades de éstos en la planeación, integración, instrumentación, operación, activación y actualización del PPA.

6. ORGANIZACION INTERSECTORIAL PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES CAUSADOS POR ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS Y SUS NIVELES DE PARTICIPACION.

Considerando que las consecuencias de un accidente son de un alcance muy variable que dependen de las características y condiciones mencionadas en los apartados 3, 6.1 y 6.2, que pudieran rebasar los límites de las instalaciones de quienes realicen AAR, se requiere que la Organización para la Prevención de Accidentes de la empresa se enlace y coordine con organismos e instituciones intersectoriales, y en su caso internacionales, tanto a nivel local como municipal, estatal y federal; entre los cuales se citan los siguientes:

- El Sistema Nacional de Protección Civil/ Unidades de Protección Civil, en sus diferentes niveles: interno, municipal, estatal y federal.
- Delegaciones Estatales de la SEMARNAP.
- Asociaciones de Empresas, agrupadas a nivel local, estatal y/o nacional.
- Ejército Mexicano.
- Instituciones de Salud
- Policía Federal de Caminos.
- Comités Ciudadanos

- Departamento de Bomberos
- Diversas Asociaciones Civiles y Brigadas de carácter altruista, especializadas en labores de rescate y auxilio.
- Medios de Comunicación
- Otras Instituciones y Organismos del sector Publico cuyas atribuciones y niveles de participación dependen de las características específicas una AAR determinada.

En este sentido, las autoridades municipales y estatales, entre las cuales se incluyen las Delegaciones Estatales de la SEMARNAP, se encargarán de la coordinación en general del PPA, incluyendo las labores del ejército, policía, asociaciones y brigadas especiales así como del suministro de los servicios municipales necesarios y/o disponibles; las empresas de la coordinación de sus brigadas de emergencia además de proporcionar equipos y recursos en general; La Unidad Interna, Municipal(es) y Estatal(es) de Protección Civil junto con la empresa en cuestión y/o asociación empresarial en materia de prevención y atención de accidentes a la que ésta pertenezca, de la instrumentación y operación a nivel local del PPA, incluyendo los aspectos de difusión, información, capacitación, evacuación así como de los ejercicios y simulacros

Por su parte la población aledaña a una AAR, deberá tener disposición para mantenerse informada, y participar en las actividades implementadas por la Organización para la Prevención de Accidentes de una AAR cercana a su localidad, relacionadas con su propia seguridad y protección; entre los cuales se pueden citar la capacitación y entrenamiento, intervención en simulacros, etc.

Es importante señalar que la participación de la población debe ser preferentemente en forma organizada.

Al respecto la SEMARNAP a través de sus Delegaciones Estatales ha instalado los " Comités Ciudadanos de Información y Apoyo para la Prevención y Atención del Riesgo Ambiental ", como parte de las iniciativas tomadas (anteriormente por la Secretaría de Desarrollo Social) en respuesta a las Instrucciones indicadas por el C. Presidente Carlos Salinas de Gortari, durante la Reunión Sobre Prevención de Accidentes celebrada el 29 de abril en Los Pinos.

Asimismo existen agrupaciones conformadas en diferentes niveles de organización intersectorial denominados generalmente " Comités de Ayuda Mutua ", como es el caso del Comité Local de Ayuda Mutua (CLAM) de Coatzacoalcos, Veracruz, constituido desde 1972.

7. EL CENTRO DE OPERACIONES DE LA ORGANIZACION PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES DE LA EMPRESA.

La Organización para la Prevención de Accidentes de la empresa requiere de un lugar determinado para ejecutar todas las actividades necesarias para que opere el PPA, este lugar es el Centro de Operaciones.

Durante el desarrollo de una contingencia y hasta el fin de la misma, este lugar, será el centro de comando, de información al interior y/o al exterior de las instalaciones de la empresa a cerca del curso de su evolución, así como el sitio donde se tomen las decisiones.

Es posible que en una situación de emergencia, y en función de su causa y efectos, durante los primeros instantes, ya sean minutos o segundos, la utilidad de dicho Centro pudiera parecer no tener sentido, sin embargo su importancia aumenta en la medida en que la emergencia crece o se controla.

En condiciones de operación normal de la planta, será el centro de las reuniones periódicas de dicha organización, en la cual se realicen las actividades de planeación, seguimiento y actualización del PPA, incluyendo las relacionadas con los ejercicios y simulacros.

Es importante mencionar que este Centro de Operaciones puede contar con la participación de la Organización Intersectorial a la que pertenezca la empresa, en casos de un accidente mayor, o bien cuando intervenga en la preparación y realización de los simulacros.

La ubicación del Centro de Operaciones deberá determinarse en función del estudio de riesgo, de las características del sitio y de la infraestructura necesaria para su funcionamiento en la que se considerará su fácil acceso.

TERCERA PARTE

**LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACION
DE LOS PROGRAMAS PARA LA
PREVENCION DE ACCIDENTES**

I. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROPONENTE

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Llenar el formato del anexo No.1, en forma clara y concreta de acuerdo a las preguntas siguientes:

- Nombre o razón social de la empresa.

En este punto se deberá anotar el nombre de acuerdo al Acta Constitutiva de la empresa.

- Rama industrial y giro o actividad de la empresa

En este punto se debe tomar en cuenta el Artículo. 123 Constitucional, Apartado A fracc. 31, donde se definen rama y empresas.

Indicar la actividad a la que se dedica la empresa, motivo por el cual se presenta el PPA.

- Domicilio para oír y recibir notificaciones, indicando:

La Calle, Número, Colonia, Código Postal, Localidad, Municipio o Delegación en el D.F. y Estado.

Responsable de la elaboración del PPA.

Se deberá anotar el nombre y/o razón social, cargo del responsable, domicilio y teléfono, para recibir notificaciones.

Asimismo se deberá anotar el nombre y cargo de un suplente.

- Personal que labora en la empresa.

Indicar el personal total, especificando turnos.

2. DATOS GENERALES DEL SITIO

2.1 Ubicación de la Planta o Instalaciones donde se realicen la AAR, o en su caso del Proyecto.

- anexar plano de localización, indicando la escala.
- especificar coordenadas.
- indicar calle, colonia, municipio o Delegación en el D.F., localidad y Estado.

2.2 Superficie Total del Predio

Indicar su valor en m².

2.3 Superficie Construida

Indicar su valor en m².

3. CARACTERISTICAS FISICAS

- Características geológicas

En este punto se anotarán las propiedades geológicas de la zona, indicando la susceptibilidad a sismicidad, vulcanismo, deslizamientos y colapsos de suelos y deslaves, maremotos, flujos de lodos, hundimientos regionales y agrietamientos.

- Características climatológicas

Se indicaran todas aquellas características climáticas representativas del área donde se encuentra la planta, debiendo incluir los datos extremos de: temperatura, humedad, vientos y radiación solar.

Asimismo, se mencionaran aquellos fenómenos hidrometeorológicos a los que esta expuesta la zona tales como: ciclones, inundaciones, nevadas, granizadas, mareas de tempestad, lluvias torrenciales, temperaturas extremas, sequías, tormentas eléctricas e inversión térmica, que por su presencia pueden desencadenar una emergencia.

- Características ecológicas

Se deberán incluir las características del entorno ecológico del lugar, mencionándose el tipo de flora y fauna que habita en la zona circundante a la planta. La superficie que se tomara en cuenta para desarrollar este punto esta directamente relacionada con la superficie de la zona intermedia de salvaguardia.

- Características económicas y de servicios

Mencionar las actividades que se desarrollan en el área circunvecina a la planta. La superficie que se tomara en consideración será el área que comprende. La zona intermedia de salvaguardia.

- Características demográficas

En este punto se indicara el censo de población mas reciente de los asentamientos humanos cercanos a la planta tomando en consideración principalmente aquellas poblaciones que se verían involucradas en caso de una emergencia.

6.2 DE CLASE NIVEL INTERNO

En una industria o planta de proceso que maneje sustancias peligrosas, el PPA de clase nivel interno puede presentar diversas variantes dependiendo del tipo de instalación, la magnitud de ella, su ubicación, etc. Sin embargo los lineamientos a seguir en su elaboración son similares quedando comprendido en los siguientes pasos:

6.2.1 Evaluación del Riesgo de la Planta

- Resumen ejecutivo del (los) riesgo (s) de la planta

En este apartado se mencionara el resultado de la valuación del riesgo de la planta tomando en consideración las características de las sustancias peligrosas, hecho por el cual se presenta el PPA.

- Descripción general de los procesos

En este punto será necesario describir todos los procesos que se llevan a cabo sin omitir operaciones.

- Descripción de las sustancias peligrosas.

Será necesario llenar con datos requeridos, el formato que se adjunta en el anexo 2 para cada una de las sustancias peligrosas.

- Ubicación de la sustancias peligrosas en la planta

En este punto se deberá anexar un Lay-out en el cual deberán señalar las áreas donde se encuentran presentes las sustancias peligrosas y la cantidad de cada una de ellas. Asimismo, se mencionara el manejo del que están siendo objeto las sustancias: almacenamiento, transporte, proceso, carga, descarga, etc. Se podrá usar una simbología para desarrollar este apartado.

- Identificación y jerarquización de los posibles riesgos de la planta.

En este punto se detectaran todos los riesgos (fugas, derrames, explosiones) en la planta y se clasificaran de mayor o menor grado de acuerdo a la magnitud del daño que provocarían en caso de ocurrencia y a la probabilidad con que se puedan presentar. Para el desarrollo de este apartado se pueden usar técnicas como por ejemplo: el Hazop (estudio de riesgo y operatividad) y Check List (listas de chequeo).

- Determinación de las zonas potenciales afectadas

Se llevara a cabo la aplicación de modelos matemáticos o índices que determinen las zonas potencialmente afectadas para cada tipo de riesgo, con los criterios manifestados en las bases generales para la elaboración de los PPA en este mismo documento. Es necesario trazar las distancias arrojadas por los modelos en un plano cuya escala cubra las zonas de afectación, pudiendo ser usado el plano solicitado para el punto 6.1.2. de esta guía.

Determinación del sistema integral de medidas de seguridad.

En este punto se establecerán todas las medidas necesarias a implantar por la empresa, tanto de equipo, como de capacitación al personal para la respuesta a una emergencia.

6.2.2 Organización de la Planta para Emergencias

- Estructura interna de emergencias

Se desarrollara un organigramas donde se integren cada uno de los puestos para dar atención a una emergencia y su interrelación.

- Funciones y responsabilidades de cada miembro

Se mencionara cada una de las funciones y responsabilidades de aquellas personas asignadas a cubrir un puesto de los mencionados en el organigramas.

- Directorio de participantes y suplentes

En este punto es necesario anotar los nombres de los responsables de activar el PPA y los puestos que ocupan en la empresa, así como el puesto que ocupara durante una emergencia, el número telefónico para su localización inmediata.

- Inventario del personal de respuesta

Se deberá indicar el numero de personas que participan en las brigadas y las acciones de respuesta describiendo su actividad.

6.2.3 Equipos y servicios de emergencia

En este apartado se enlistarán todos los equipos y servicios de emergencia con que cuenta la planta, indicando inclusive los auxiliares y especiales.

Se enlistarán los que a continuación se mencionan:

- Inventario del equipo de emergencia para el personal

- Inventario de equipo para control de incendio

- Inventario de equipo contra explosiones

- Inventario de equipo contra fugas y derrames

- Inventario de equipo de primeros auxilios

- Inventario de equipo pesado

- Inventario de equipo de comunicación y alerta para la emergencia

- Otros

6.2.4 Desarrollo de procedimientos de respuesta a la emergencia

Se incluirán los siguientes procedimientos.

- Comunicación

Se mencionara la forma en que se llevaran a cabo las comunicaciones a las distintas áreas de la planta para atender la emergencia, desde su inicio (activación de alarmas) hasta la etapa de recuperación, asimismo se incluirá el sistema mediante el cual se informara hacia el exterior de la planta (autoridades y población adyacente).

- Para unidades individuales de proceso

Incluir en forma resumida los pasos a seguir en las unidades de proceso en caso de una emergencia.

- Falla de Servicios

Mencionar las acciones que se desarrollaran, cuando en una emergencia fallen los servicios de la planta (energía eléctrica, agua, combustibles).

- Contra fuego

Se desarrollaran los pasos a seguir para la extinción de un incendio en caso de presentarse incluyendo los procedimientos normales y especiales.

- Contra escape de gases

Incluir todas aquellas acciones encaminadas a controlar una fuga de gases incluyendo procedimientos normales y especiales.

- Contra derrames

Mencionar las acciones a tomar, para controlar derrames de sustancias peligrosas incluyendo tanto los normales como los especiales.

- Eventos naturales

Se mencionaran las acciones a tomar en caso de ocurrencia de algún fenómeno natural al cual este expuesto el sitio y que pueda desencadenar una emergencia.

- Contra acciones de sabotaje

Se indicaran los pasos a seguir, cuando en la planta se presente alguna acción de sabotaje. Incluyendo los métodos preventivos.

- Primeros auxilios

Mencionar las acciones a implementar por parte del personal médico, paramédico, enfermeras, etc. con que cuenta la planta. Se incluirán las formas de hacer frente a los posibles danos al personal, suscitados por: derrame, fuga, explosión, incendio, etc. De las sustancias peligrosas manejadas en planta.

- Evacuación de la planta

Se desarrollara la forma sistemática en la que la planta será evacuada, indicando rutas de evacuación, puntos de reunión y transporte si es necesario, indicando las personas responsables de que la evacuación se lleve a cabo en las diferentes zonas de la planta. Asimismo se mencionara si es necesaria la presencia de personal en las diferentes zonas una vez que la planta se haya evacuado. Es importante mencionar si se tienen diferentes tipos de evacuación según el evento que se presente.

- Descontaminación de ropa y equipo

Citar los procedimientos que se llevaran a cabo para descontaminar la ropa y equipo usados durante un evento. Se mencionaran los equipos a usar para este efecto.

6.2.5 Programas de Capacitación y Entrenamiento

Presentar los programas de capacitación y entrenamiento calendarizados, señalando los métodos para su evaluación. Los programas solicitados son los que a continuación se mencionan:

- Difusión sobre las propiedades de las sustancias peligrosas y el tipo de riesgo.
- Sistema de alarma
- Ubicación de equipos de control y aislamiento contra fuego, fugas y derrames, etc.
- Uso de equipo contra fuego, fugas y derrames, etc.
- Uso y mantenimiento de equipo de protección personal
- Uso del equipo de primeros auxilios
- Simulacros
- Otros

6.2.6 Revisión y Actualización de la Organización y Procedimientos de atención de Emergencia

Especificar la forma mediante la cual se revisan los procedimientos, así como, la manera de llevar a cabo la actualización señalando las implementaciones efectuadas.

6.2.7 Organización de la Emergencia

Se tomaran en consideración los siguientes puntos:

- Plan de atención a emergencias

Se especificara cada uno de los pasos a seguir en cuanto se desencadene una emergencia causada por el descontrol de sustancias de alto riesgo. Esto puede apoyarse en un organigramas, el cual se describirá a detalle.

- Estrategias de notificación y actualización del plan

Se citaran todas aquellas estrategias para notificar a las autoridades sobre la actividad en una emergencia, así como la activación del plan.

Evaluación y monitoreo del control de la emergencia

Mencionar la metodología a seguir para llevar a cabo una evaluación del plan, considerando todos aquellos factores que se activaron en la emergencia. Asimismo se indicara la forma de monitorear el control de la emergencia.

- Declaración del fin de la emergencia

En este punto se indicara cuales serian los criterios para considerar el fin de la emergencia, así como la forma en que se hará la declaración de termino de la emergencia.

6.2.8 Procedimiento para el Retorno a Condiciones Normales

Desarrollar el método por el cual se regresara a las condiciones normales, la forma en que se llevara a cabo y mencionar las medidas que se adoptaran para su ejecución con eficacia.

6.3 DE CLASE NIVEL EXTERNO

Los lineamientos a seguir para su elaboración quedan comprendidos en los siguientes pasos:

6.3.1. Organización Local para Emergencias

- Estructura externa de emergencias
- Funciones y responsabilidades de cada miembro
- Directorio de participantes y suplentes
- Inventario del personal de respuesta

6.3.2 Equipos y Servicios de emergencia

- Inventario de equipo para control de incendio
- Inventario de equipo contra fugas y derrames
- Inventario de equipo contra explosiones
- Inventario de equipo de primeros auxilios
- Inventario de equipo pesado
- Inventario de equipo de comunicación y alerta para la emergencia
- Otros

6.3.3 Desarrollo de procedimientos de respuesta a la emergencia

- Procedimiento de comunicación
- Procedimiento contra fuego
- Procedimiento contra explosión
- Procedimiento contra fugas y derrames
- Procedimiento de primeros auxilios
- Procedimiento de evacuación de la población
- Procedimiento de descontaminación de la ropa y equipo
- Otros

6.3.4 Programas de capacitación y entrenamiento

- Difusión a la comunidad sobre:
 - . Sustancias peligrosas y tipo de riesgo
 - . Sistema de alarma
 - . Evacuación
- Uso de equipos contra fuego, fugas y derrames, etc.
- Uso y mantenimiento de equipo de protección personal
- Uso del equipo de primeros auxilios
- Simulacros
- Otros

6.3.5 Organización de la emergencia

- Plan de atención de emergencias
- Estrategias de notificación y actualización del plan
- Evacuación y monitoreo del control de la emergencia
- Declaración del fin de la emergencia

6.3.6 Procedimiento para el retorno a condiciones normales

EJERCICIO 1.

Descripción:

Las actividades de la planta consisten en recolectar diversas sustancias que se generan como residuos peligrosos en otras empresas, mediante una pipa y un camión de transporte para tambores de 200 lts., y recuperar los materiales para su reutilización posterior a través de una operación de destilación en columna. Tanto la pipa como el camión son de contratistas que prestan servicio a la planta para transportar las sustancias. La composición de la materia prima es la siguiente:

SUSTANCIA	CANTIDAD A MANEJAR (lts/mes)	COMPOSICIÓN %
Isopropanol-agua	30,000	80-20
Metanol-Tolueno-Agua	6,000	60-30-10

Después de practicado el análisis de riesgos, se identificaron los siguientes tres puntos máximo probables de riesgo:

CASO A: Ocorre una derrame de Isopropanol por rotura de la válvula de cierre de una pulgada de diámetro conectada en la línea de llenado por abajo del tanque de almacenamiento. El operador logra taponar la línea 12 minutos después de que inició el derrame sin que se logre recuperar el material derramado.

CASO B: Se derraman 860 lts de metanol por rebosamiento del tanque de almacenamiento, debido a falla en el indicador de nivel, en el momento en que en un área contigua se realizan labores de reparación a flama abierta.

EJERCICIO 1. (CONT)

CASO C: Por manejo inapropiado, se cae y rompe un tambor metálico de 200 lts conteniendo tolueno y derramando su contenido.

En la zona donde se ubica la planta se han reportado los siguientes valores promedio anuales: Temperatura ambiente 18°C, velocidad del viento 3.6 m/seg.

La planta, que se ubica en un predio de 20 x 30 m (600 m²), limita al norte con una escuela a 70 m., al sur con un terreno baldío en 200 m., al oriente con una avenida y 120 m. después con una fábrica de juguetes de plástico, y al poniente con un edificio de oficinas administrativas a 90 m.

Las modelaciones de estos eventos reportan que la onda de radiación de seguridad (menos de 5 kw/m²) se presentaría en los siguientes distanciamientos:

CASO A 75 m.

CASO B 68 m.

Para la modelación del evento C por toxicidad, TLV8 (concentración segura para una jornada de 8 hrs de trabajo):

CASO C: 120 m.

Objetivo del Ejercicio

Elaborar un documento que sirva de base para atender las emergencias, de acuerdo a lo que señala la legislación en vigor.

EJERCICIO 2.

Descripción:

Una planta maquiladora fabrica asientos para automóvil. En una máquina de polimerización inyecta polioliol y diisocianato de tolueno, calienta a 120°C y el producto es vaciado a moldes donde se forman las piezas. La planta cuenta con una caldera para producir el vapor de calentamiento, la cual se alimenta de gas L.P.

Las materias primas se almacenan en tanques de almacenamiento de las siguientes capacidades: polioliol 5,000 lts, diisocianato de tolueno 20,000 lts y gas L.P. 5 tanques de 5,000 lts cada uno.

La identificación de riesgos reporta que el manejo del diisocianato de tolueno es el evento máximo probable de riesgo; la maquina se inyección se encuentra exactamente en el centro de la planta, 200 x 200 m., y su radio de afectación en caso de accidente es de 60 m. en virtud de sus propiedades termodinámicas.

Los 5 tanques de almacenamiento de gas L.P. se localizan en el límite sur de las instalaciones y se ha encontrado que su radio de afectación sería de 180 m. en caso de accidente, debido a que se encuentran conectados en serie.

El servicio meteorológico reporta para la zona de estudio una velocidad promedio anual del viento de 2 m/seg. y una temperatura promedio anual de 22.4°C.

La planta se ubica en una zona urbana de baja densidad de población y tiene 36 años de instalada en el sitio. Colinda con casas habitación, centros comerciales pequeños, lotes baldíos y pequeñas factorías.

Objetivo del ejercicio:

En virtud de que la autoridad ha manifestado preocupación por los posibles efectos en caso de un accidente, el encargado lo ha contratado a usted para que elabore un programa para prevenir un evento indeseado y espera que usted le oriente al respecto.

EJERCICIO 3.

Descripción:

Se intenta aprovechar un cruce vial estratégico en un área urbana mediante la ampliación de instalaciones de una estación de servicio de gasolina.

El sitio elegido corresponde a un área donde existe una gasolinera que tiene 2 tanques de gasolina de 60,000 lts., 2 de 45,000, 6 de 65,000 y 4 de 50,000 lts cada uno. En virtud de la gran demanda que se espera tener, se proyecta un aumento en la capacidad del 60% de almacenamiento de gasolina.

La modelación del evento máximo de riesgo reporta una zona de riesgo de 220 m., con la consecuente afectación del entorno, el cual se encuentra conformado por casas habitación en su gran mayoría.

Objetivo del ejercicio:

El encargado de la negociación sabe de la premura del tiempo de los inversionistas por lo que decide iniciar la elaboración del programa para atender una contingencia de tipo ambiental.

EJERCICIO 4.

Descripción:

Una planta embotelladora de refrescos realiza un proceso de electrólisis del agua, para obtener hidrógeno.

La electrólisis se realiza aplicando corriente directa por medio de barras de cobre contenidas en un recipiente electrolizador o cuba eléctrica, que contiene un número determinado de celdas a través de las cuales se tiene una caída de potencial; en el centro de la cuba hay un diafragma que impide que el hidrógeno formado en el lado negativo de la cámara se mezcle con el oxígeno que se forma en el lado positivo. El agua es la materia prima básica, junto con el hidróxido de potasio al 25%. El agua pasa por la cuba electrolítica con una solución de hidróxido de potasio, denominada lejía.

El oxígeno y el hidrógeno producido, son conducidos a separadores de gas-lejía, respectivamente. La lejía es recibida en la cuba electrolítica. En la electrólisis se genera calor el cual es necesario eliminar. Se requiere contar con dos recipientes adicionales en el sistema: uno para reponer la lejía si es necesario y el otro para suministro de agua continua. En el proceso se obtiene como subproducto oxígeno de alta pureza el cual se libera a la atmósfera.

Desde el separador de gas lejía, el hidrógeno es conducido por un enfriador hasta un punto de bifurcación en donde se conduce al llenado de cilindros o a un gasómetro de campana para regular el flujo entre la producción y el llenado de cilindros

El hidrogeno producido es envasado diariamente en cilindros de alta presión (de 2 a 165 bar) y distribuido de igual forma, no se tiene almacenamiento del producto por periodos prolongados de tiempo.

La modelación del evento máximo de riesgo, para una fuga puntual continua de hidrógeno en el proceso, reporta un radio de afectación de 180m. que repercutiría en el edificio administrativo de la propia planta, volviéndolo inoperable por un periodo de tiempo considerable.

Objetivo del Ejercicio:

La gerencia quiere prevenir este evento indeseado por lo que con base a la legislación ambiental en vigor, se desea que se prepare un programa de atención a la emergencia.

EJERCICIO 5.

Descripción:

Una negociación industrial se dedica a la laminación y extrusión de lingotes de fierro, para la formación de lámina y varilla para la construcción. Para tal efecto, la empresa cuenta con el siguiente equipo de operación:

- A) 2 hornos de recalentamiento con diesel*
- B) 1 tren de laminación*
- C) 1 tren de extrusión*

Con el objeto de mejorar las condiciones de operación y disminuir sus emisiones atmosféricas por humos y polvos, la administración proyecta la reconversión del uso del combustible diesel por gas natural, para lo cual cuenta con la ingeniería de diseño para la instalación de un ducto para alimentar 160.000 m³/día de gas natural.

El análisis de riesgos indica que en caso de un accidente por fuga de gas natural, se afectaría un área en un radio de 110 metros, siempre y cuando se vacie por completo la línea y encuentre una fuente de ignición, afectando con ello una fábrica de aglomerados de madera que se encuentra en su inmediata vecindad, en la misma dirección de los vientos dominantes que tienen un valor anual promedio de 2.3 m/seg.

Objetivo del Ejercicio:

La negociación requiere de la elaboración de un programa que dé atención a esta eventualidad, con el objeto de cumplir con las

disposiciones previstas en la legislación ambiental vigente, a fin de poder someter su programa a la autoridad competente, para obtener la autorización correspondiente.

EJERCICIO 6:

Descripción:

En una zona catalogada como de uso mixto, habitacional/industrial, se pretende instalar un expendio de productos químicos. Se trata de reactivos químicamente puros que serán transportados hasta el expendio donde se contará con un almacén para la recepción de los materiales.

Las sustancias que se van a manejar son el isocianato de metilo (líquido), óxido nítrico (gas), amoníaco anhidro (gas), ácido nítrico (líquido), acrilonitrilo (líquido) y etano (gas). La idea es tener un stock mínimo de 100 lts. de cada sustancia.

Objetivo del ejercicio:

El propietario de la instalación, es una persona que desconoce la legislación ambiental, particularmente, en los aspectos relativos a los riesgos ambientales, por lo que será necesario, se le proponga las consideraciones técnicas para la elaboración de un programa para prevenir afectaciones en caso de que ocurra un accidente. Asimismo, que dicho programa pueda ser sometido a la evaluación de las autoridades correspondientes para obtener la autorización correspondiente.

EJERCICIO 7.

Descripción:

Una compañía extrae crudo en el Golfo Pérsico. El crudo que es extraído de las plataformas marinas se conduce a través de un oleogasoducto de 24" de diámetro hacia una planta estabilizadora en tierra firme, en la cual se realiza la separación gas-aceite: el gas se comprime, a 50 kg/cm², en una estación de compresión y se envía a través de un gasoducto de 36" hacia una estación de compresión donde se formará una corriente principal. El aceite se succiona por medio de bombas y se envía a tanques de almacenamiento, luego a tanques deshidratadores, a tanques de balance y posteriormente se envía a los tanques de almacenamiento de 500,000 barriles.

En la deshidratación se separa el agua que contiene el crudo por diferencia de densidades. El agua purgada de los tanques se conduce a través del drenaje aceitoso a una planta de tratamiento de aguas eceitosas.

Se cuenta con 22 tanques de almacenamiento de crudo; 10 de 100,000 bls. y 12 de 500,000 bls. Todos los tanques son de techo flotante, están diseñados conforme a las normas A.P.I. para tanques de almacenamiento atmosférico y su material de construcción es acero al carbón (Norma A.S.T.M.).

El crudo puede contener 85% en peso de carbón y 13% en peso de hidrógeno; el carbón e hidrógeno pueden estar combinados con otros elementos como O₂, N₂, S y pequeñas cantidades de varios metales como Vanadio y Níquel en forma de compuestos organometálicos.

La compañía petrolera informa que tiene los mas modernos y sofisticados sistemas y dispositivos de seguridad, por lo que ya no requiere contar con un programa para atender un evento indeseado, en virtud de que no existen asentamientos humanos que pudiera verse afectados, si bien reconoce que en el entorno a sus instalaciones se encuentran ecosistemas frágiles y especies de difícil regeneración.

Objetivo del Ejercicio:

Será necesario se proporcione, a la empresa, la opinión a la misma solucionar su problema de carácter ambiental.

Nota importante:

Considere que el sitio del proyecto reúne las características de los sitios donde Petróleos Mexicanos realiza actividades del mismo tipo (por ejemplo la sonda de campeche).

EJERCICIO 8.

Descripción:

En el Distrito Federal, se proyecta instalar una Estación de Compresión de gas natural para suministro como combustible a vehículos con motor de combustión interna. El proyecto consiste en la instalación de un sistema de almacenamiento en cascada, el cual consiste en los siguientes pasos:

- a) El gas natural se hace pasar por una etapa de compresión hasta llegar a 3600 psi, entonces se almacena en tanques o bancos con capacidad de 39.4 ft³ en volumen de agua cada uno. El total representa, 680 kg. de gas natural o 36,000 ft³ en condiciones standard.
- b) El fundamento del sistema en cascada es la secuenciación de los 3 tanques o bancos de almacenamiento durante la operación de suministro de gas natural comprimido a un vehículo. Esto se realiza a través de un tablero de secuenciación integrado por válvulas actuadas eléctricamente de acuerdo a una lógica de control previamente establecida.
- c) El sistema de almacenamiento cuenta con 3 bancos conocidos como bancos de alta, media y baja presión, aún cuando los tres se encuentran a una misma presión de 3600 psi.
- d) El suministro a los automóviles se realiza a través del diferencial de presión existente en el sistema de almacenamiento de la estación y el cilindro del vehículo. Al inicio del suministro entra en operación el banco de baja hasta el punto en que el diferencial de presión entre este

banco y el vehículo se reduce ocasionando una disminución en la velocidad de suministro obligando al secuenciador a pasar al banco de media, que permanece a 3600 psi, restituyendo así la velocidad de suministro por el incremento de diferencial de presión que se efectúa al cambiar de banco. De igual manera el secuenciador gobierna, del banco de media al banco de alta. De esta manera se logra un suministro más rápido y más efectivo, aprovechando así las presiones de trabajo.

Durante la operación normal de la estación de suministro de gas comprimido existirá gas alojado en las tuberías en general, las compresoras y el sistema de almacenamiento. La cantidad de gas en tuberías y compresoras es muy pequeña en comparación a la cantidad que se encuentra en el sistema de almacenamiento, por lo cual representa el punto de riesgo donde un accidente tiene las más severas consecuencias.

Objetivo del Ejercicio:

Se requiere, analizar este proyecto y determinar el tipo de programa para atender una eventualidad ambiental, así como, elaborar el documento correspondiente, señalando la autoridad ante la cual se debe gestionar la autorización respectiva, en materia de prevención de accidentes.

EJERCICIO 9.

Descripción:

Se desea construir una nave de tipo industrial en terrenos que corresponden a zona ejidal. El proyecto tiene por objeto contar con las instalaciones adecuadas para la obtención de proteína vegetal a partir de la alfalfa.

El proceso consiste de los siguientes pasos:

- A) La alfalfa se pica y se muele en un molino de tres rodillos, para separar el jugo.
- B) El jugo se hace pasar por un tamiz, malla 40, para separar la fibra.
- C) El jugo es calentado por 30 segundos a 80°C, cuidando que la temperatura no fluctúe en un rango diferente a más o menos 1°C.
- D) El jugo residual se calienta nuevamente en un rango de 90-91°C durante 1 minuto.
- E) De los dos procesos de calentamiento se obtiene un concentrado blanco y un concentrado de color verde respectivamente, los cuales se secan a 110°C por *flasheo*.

- F) Los concentrados verde y blanco se empaacan por separado y se almacenan, cuidando que no queden expuestos a la humedad, ya que son sólidos higroscópicos. En la planta se contará con un almacén de solventes donde se tendrá en forma permanente al menos 1 litro de cada uno de los siguientes compuestos: ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, hexano, y cantidades menores de otros reactivos, que se utilizarán en el laboratorio para el análisis bromatológico y otras pruebas.

Para suministrar el calor se cuenta con una caldera, la cual utiliza combustóleo como combustible.

Objetivo del ejercicio:

Se requieren los apoyos técnicos y legales, para la empresa, para dar cumplimiento a la legislación ambiental en vigor. en la materia de prevención de accidentes ambientales.

Objetivo del Ejercicio:

Se le solicita, que indiquen cuales serían los trámites ante la autoridad competente en materia de impacto y riesgo que debe llevar a cabo la empresa; así como, elaborar su programa para atención de accidentes que corresponda, de acuerdo con lo que marca la Ley.

Secado: Esta parte del proceso se lleva a cabo en un secador llamados "pasting", el cual esta formado de placas de vidrio y varias cámaras de aire caliente que forman un túnel por el cual pasan los cueros; esta misma función puede ser realizada por unos secadores al vacío llamados "cartiglianos", después de los cuales pasan los cueros a un lavador y después aun secador denominado "cadena de caldear"

Aflojado: Después de secado, el cuero está duro y rígido, debido a lo cual es necesario suavizarlo mecánicamente por medio de unas máquinas llamadas "mollizas."

Esmerilado: los cueros más dañados por defectos naturales, tales como lacras y heridas, se pulen con el objeto de obtener una superficie más aprovechable, esto se logra mediante unas máquinas llamadas "fulminosas y cepillos" las cuales por medio de un sistema de extracción succionan los polvos llevándolos a un colector de polvos, precipitándolos para obtener lodos.

Acabado: Consiste en una serie de operaciones que hacen que la superficie del cuero obtenga un color y textura deseados, en estas operaciones intervienen máquinas de pigmentar, de pistolear y de planchar.

Medido: Esta operación señala el final del proceso y se realiza en máquinas electrónicas que nos miden el área de la piel procesada.

Energía: Básicamente utilizamos energía eléctrica, energía térmica y energía hidráulica. Para la energía térmica se utilizan 4 calderas de 250, 75 (2) y 350 c.v. de capacidad, las cuales utilizan gas natural como combustible.

EJERCICIO 10.

Descripción:

En una tenería se usan las sustancias que se mencionan a continuación:

a)	<i>Neutralizantes</i>	22 kg.
b)	<i>Curtientes</i>	220 kg.
c)	<i>Grasas</i>	168 kg.
d)	<i>Anilinas</i>	20 kg.
e)	<i>Resinas</i>	130 kg.
f)	<i>Lacas</i>	110 kg.
g)	<i>Pigmentos</i>	34 kg.
h)	<i>Solventes</i>	100 kg.
i)	<i>Ácidos</i>	10 kg.
j)	<i>Poliuretanos</i>	4 kg.

Sus principales operaciones son las siguientes:

Engrasado: Esta operación se lleva a cabo en tambores de madera o de fibra de vidrio con capacidad de 500, 1000 y 2000 kg., los cuales tienen la función de dar el tacto y color deseados al cuero.

Satinado: Es la operación por medio de la cual se le quita la humedad retenida en el cuero. Este trabajo se realiza mediante el uso de unas maquinas satinadoras.