

79

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIOS DE RIESGO AMBIENTAL

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

RAMÍREZ IBAÑEZ, MIGUEL ÁNGEL

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Señor
MIGUEL ANGEL RAMIREZ IBAÑEZ
Presente.

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-152/95

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. ENRIQUE CESAR VALDEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

" ESTUDIOS DE RIESGO AMBIENTAL "

INTRODUCCION

- I. LEGISLACION NACIONAL EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL**
- II. DETERMINACION DE INSTALACIONES QUE IMPLICAN RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES**
- III. EVALUACION DE RIESGOS**
- IV. CASO ESTUDIO**
- V. CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, 27 de septiembre de 1995
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*nl

I.3 Impacto y riesgo ambiental.	15
I.3.1 <u>Impacto ambiental</u>	16
I.3.1.1 Marco jurídico.....	16
I.3.1.2 Procedimiento de impacto ambiental.....	17
I.3.2 <u>Riesgo ambiental</u>	21
I.3.2.1 Marco jurídico.....	22
I.3.2.2 Reglamentación y normas de riesgo ambiental.....	23
I.3.2.3 Estudios de riesgo ambiental.....	25
I.3.2.4 Evaluación de proyectos de riesgo ambiental.....	27
I.3.2.5 Programas para la prevención de accidentes.....	29
I.3.2.6 Evaluación de programas para la prevención de accidentes.....	31
 CAPITULO II DETERMINACIÓN DE INSTALACIONES QUE IMPLICAN DE ACCIDENTES MAYORES.	 32
 II.1 Instalaciones que presentan riesgos mayores típicos	 35
II.2 Intercambio sobre productos químicos y tóxicos	35
II.3 Accidentes químicos ocurridos en México en el período 1990-1993	36

CAPITULO III	EVALUACIÓN DE RIESGOS.	44
III.1	Identificación de riesgos.....	48
III.1.1	<u>Métodos existentes para la identificación de riesgo.....</u>	50
III.1.1.1	Métodos cualitativos.....	50
III.1.1.2	Métodos semicualitativos.....	51
III.1.1.3	Otros métodos de apoyo.....	52
III.1.2	<u>Métodos de mayor aplicación en la identificación</u>	
de riesgos.....		52
III.1.2.1	Análisis histórico de accidentes.....	53
III.1.2.2	Análisis funcional de operatividad (HAZOP).....	56
III.1.3	<u>Criterios de selección.....</u>	59
III.2	Cálculo de consecuencias.	62
III.2.1	<u>Áreas de Salvaguardia.....</u>	64
III.3	Evaluación de frecuencias de ocurrencia.....	67
III.3.1	<u>Árboles de fallas.....</u>	67
III.3.2	<u>Árboles de sucesos.....</u>	72
III.4	Resumen.....	74
CAPITULO IV	CASO ESTUDIO	76

IV.1 Descripción general del proyecto.....	78
IV.2 Aspectos del medio natural y socioeconómico.....	80
IV.3 Integración del proyecto a las políticas marcadas en el Plan	
Nacional de Desarrollo.....	81
IV.3.1 Riesgos.....	94
IV.3.1.1 Identificación de riesgos.....	95
IV.3.1.2 Escenarios accidentales.....	98
IV.3.1.3 Cálculo de consecuencias.....	100
IV.3.1.4 Recomendaciones y conclusiones del proyecto.....	111
CAPITULO V CONCLUSIONES	114
ACRÓNIMOS	116
BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXOS	119

INTRODUCCIÓN.

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 deterioros ambientales y económicos.

Debido al desarrollo industrial ha aumentado la capacidad de manufactura y almacenamiento de cantidades elevadas de sustancias peligrosas en los parques industriales. Los cuales, en los últimos años, han ido creciendo tanto en número como en complejidad. Estos conjuntos industriales y los empleos que generan, han desencadenado concentración de densos 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 incrementándose 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 la información sobre los accidentes, que han costado vidas humanas, afectaciones a la salud y los bienes de las poblaciones expuestas y ocasionado daños severos a los ecosistemas circundantes 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 eventos.

Entre estas medidas regulatorias se pide, por dependencias gubernamentales, 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.

Por tal motivo he escogido este tema para desarrollar como trabajo de investigación, para obtener el título de Ingeniero Civil, por que considero que es una pieza fundamental para evitar el deterioro ambiental que ha aumentado considerablemente en los últimos años, además de la importancia que tiene este estudio para la seguridad de la sociedad. La Ecología no está peleada con la Ingeniería Civil, por lo contrario, es a través de esta disciplina que el Ingeniero comprenderá que debe tomar todos los recursos necesarios del medio ambiente para la realización de sus proyectos y obras, pero cuidando siempre de protegerlos, antes, durante y después de la realización de la obra.

En el primer capítulo se presentará una visión general del marco legal que engloba dichas medidas regulatorias, debido a que éstas se encuentran dispersas en varias dependencias del gobierno. Este resumen servirá para leer, en un sólo punto, el panorama legal que implica un Estudio de Riesgo. Así se apoyará a los lectores de este trabajo con una compilación cimentada de la regulación al respecto.

En el segundo capítulo se determinará que tipo de instalaciones tendrán riesgo de accidentes. Esto se realizará mediante la presentación de dos listados publicados en el Diario Oficial de la Federación, en los cuales se establece que tipo de sustancias y sus respectivas cantidades son propensas a producir accidentes mayores. Se plantearán que tipo de sustancias se presentan con más frecuencia en los diferentes accidentes industriales ocurridos en México.

En el tercer capítulo, y de forma muy general, se describirán los diversos métodos para una evaluación de riesgo en una instalación. Se describirán algunas metodologías para la identificación de estos riesgos y para el cálculo de sus frecuencias y por último se expondrán las tres modalidades que la autoridad requerirá para realizar un Estudio de Riesgo.

En el capítulo cuarto se presentará el estudio de riesgo real de una instalación de gas L.P., con la finalidad de conjuntar la mayoría de la información descrita en los capítulos anteriores e y ilustrar, de una forma muy general, como se realiza un estudio de riesgo ambiental.

En el capítulo quinto se criticarán y recomendarán algunos de los puntos tratados en los capítulos anteriores, así como, se resaltarán aspectos importantes que se describieron a lo largo de este trabajo de tesis.

Todo lo anterior tiene un objetivo muy simple, presentar al lector de este trabajo una visión general de lo que es un estudio de riesgo ambiental, su metodología y su aplicación, con la finalidad de concientizarlo de la importancia que tiene en la actualidad el estudio con carácter preventivo y del riesgo ambiental que aplicado en su momento servirá para salvar vidas humanas y proteger a la naturaleza.

Como Ingeniero Civil debe tenerse presente que en el momento de estar ejecutando una obra o durante la operación normal de la obra, si se manejan o se manejan sustancias peligrosas, pueden producirse accidentes graves que dañen a la población y al medio ambiente. Por ello el Ingeniero Civil debe conocer la legislación que regula su manejo, así como, la forma de evaluar los daños para prevenirlo y tomar las medidas necesarias en caso de que se presentará un accidente poder mitigar o minimizar sus efectos.

CAPITULO I

LEGISLACIÓN NACIONAL EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

El proceso de industrialización en México se dio de manera acelerada a partir de la década de 1940, 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 y acompañada por personal experto, trabajadores capacitados y con las bases del conocimiento requerido para realizar de manera segura actividades riesgosas que involucran el manejo de sustancias peligrosas.

Como ha ocurrido en otros países, México no ha sido ajeno a las experiencias dolorosas, y a veces fatales, resultantes 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 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 1980.

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) al ingresar a ese organismo. En los siguientes puntos se hace una síntesis de las mencionadas recomendaciones y lineamientos internacionales.

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 sólo se sintetizarán las que más influencia han tenido en México.

1.1.1 Aspectos generales sobre legislación internacional.

A medida que se ha ido incrementando 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:

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

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.

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

A su vez, la aplicación de las leyes requiere del establecimiento de reglamentaciones 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 criticadas las reglamentaciones.

³ Nichols, J. K. y P. J. C. op. cit.

En los Estados Unidos de Norte América, el Congreso es responsable directo de la legislación, a través de un extenso trabajo de su sistema de comités. El proceso de elaboración de reglamentaciones 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 la siguiente manera: en algunos casos, una vez formuladas las normas o leyes pasan por varias revisiones (o consultas populares) en donde intervienen la industria, las universidades, empresarios, 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.

Lo anterior me lleva a pensar que una política de riesgo ambiental más rigurosa debería ser implementada en México, ya que no sería tan conveniente para los industriales extranjeros que desearían establecer industrias de alta peligrosidad en nuestro país por los altos costos que implicarían los estudios y equipos y medidas de prevención, tal vez se dio la posibilidad de que los países del norte no buscarán modificaciones en éste aspecto durante las negociaciones del TLC.

Otra posible razón por la cual considero que no hubo modificación con respecto al los estudios de riesgo ambiental, podría ser que los países del Norte consideraron que al estar ingresando México a organizaciones como la OCDE, tendrían que seguirse los lineamientos que se impusieran en los diferentes aspectos, incluyendo los ambientales.

I.1.2 Organizaciones de cooperación y programas en materia de riesgo ambiental.

I.1.2.1 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 seguidas por los países miembros. De acuerdo con 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 comprenden 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; el hecho de que 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 existencia de un sistema de justicia ante el cual se plantean los incumplimientos; y la revisión y adecuación periódica de las Directivas, a la luz de las experiencias adquiridas en su aplicación o de los avances en el conocimiento en cada campo.

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 cual 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.

1.12.1.1 Directiva Seveso.

La Directiva 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 a 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 señala 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).

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 aplica la Directiva,
- * Se precisan los elementos que deben contener el estudio de peligros y la notificación de dichos estudios 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.

1.1.2.2 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 podemos ver 14 de estos países forman parte de la CEE, 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 juzgar los 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 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.

1.1.2.3 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 mas 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 apropiada 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 encontrándose en estudio por el Senado de la República.

I.1.2.4 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 eventos inesperados en dichas instalaciones que pongan en peligro la vida, las propiedades y el ambiente.

⁵APELL: 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.

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 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 al proceso APELL.

1.2 Marco jurídico e institucional.

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 tal 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 relación entre las diferentes instancias a las cuales la legislación se refiere) que a continuación se enumeran y describen sintéticamente.

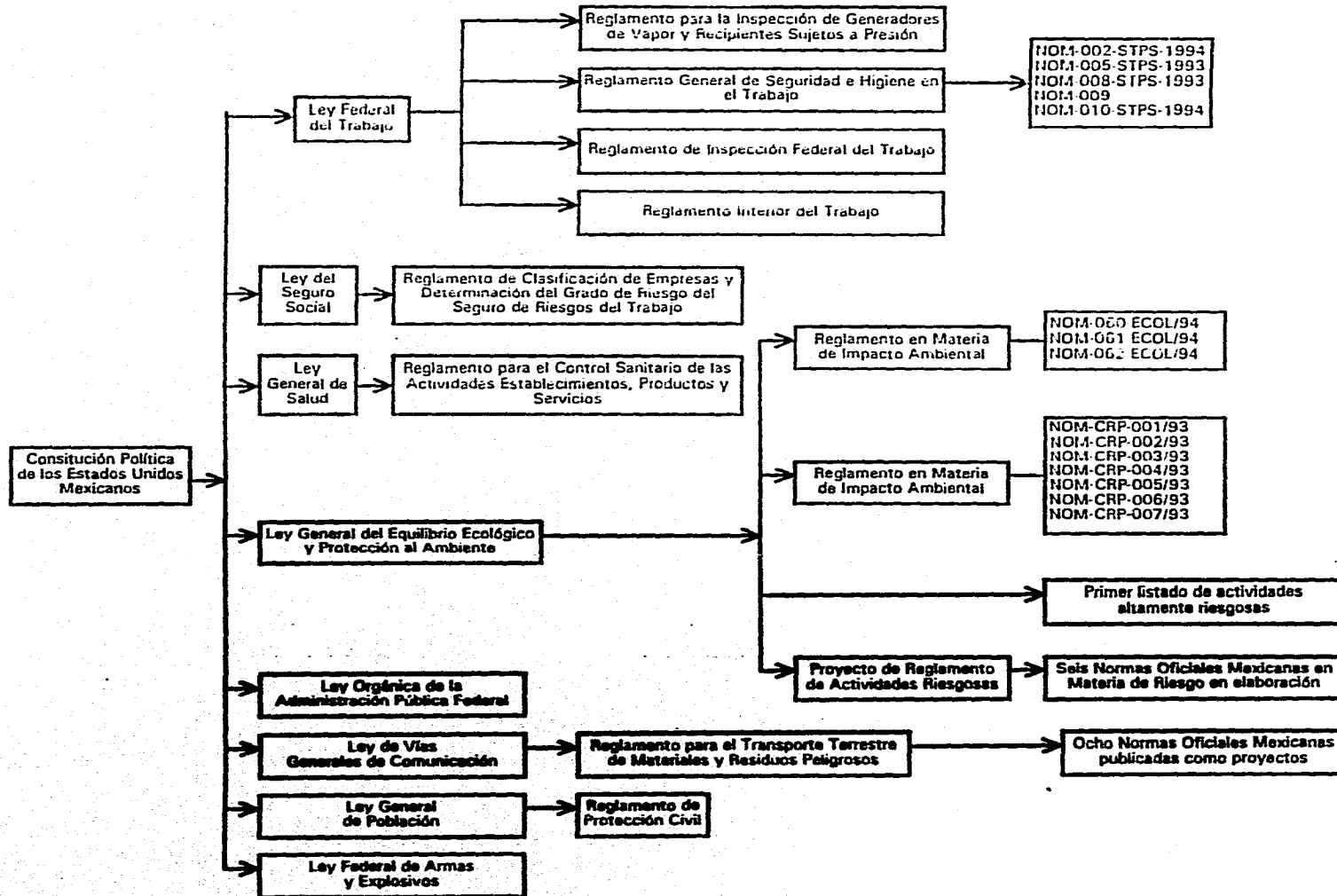
1.2.1 Marco jurídico.

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 han 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 (ver 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 generan serias implicaciones para la salud, el ambiente, la infraestructura, así como repercusiones económicas, sociales y aún políticas.

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

1.2.2 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

1.3 Impacto y riesgo ambiental.

Un aspecto importante dentro de la política de protección ambiental y conservación del equilibrio ecológico, son las acciones encaminadas a prever, 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 provocados 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 de 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 impliquen, para permitir las o limitarlas, así como para determinar cuales 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. Dichos estudios constituyen una herramienta en el establecimiento de pautas para prevenir y reducir las posibles afectaciones en caso de accidentes.

I. 3.1 Impacto ambiental.

El Impacto Ambiental es definido jurídicamente como la modificación del ambiente ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza.⁶

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

I.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) 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 3^o, párrafo XVII.

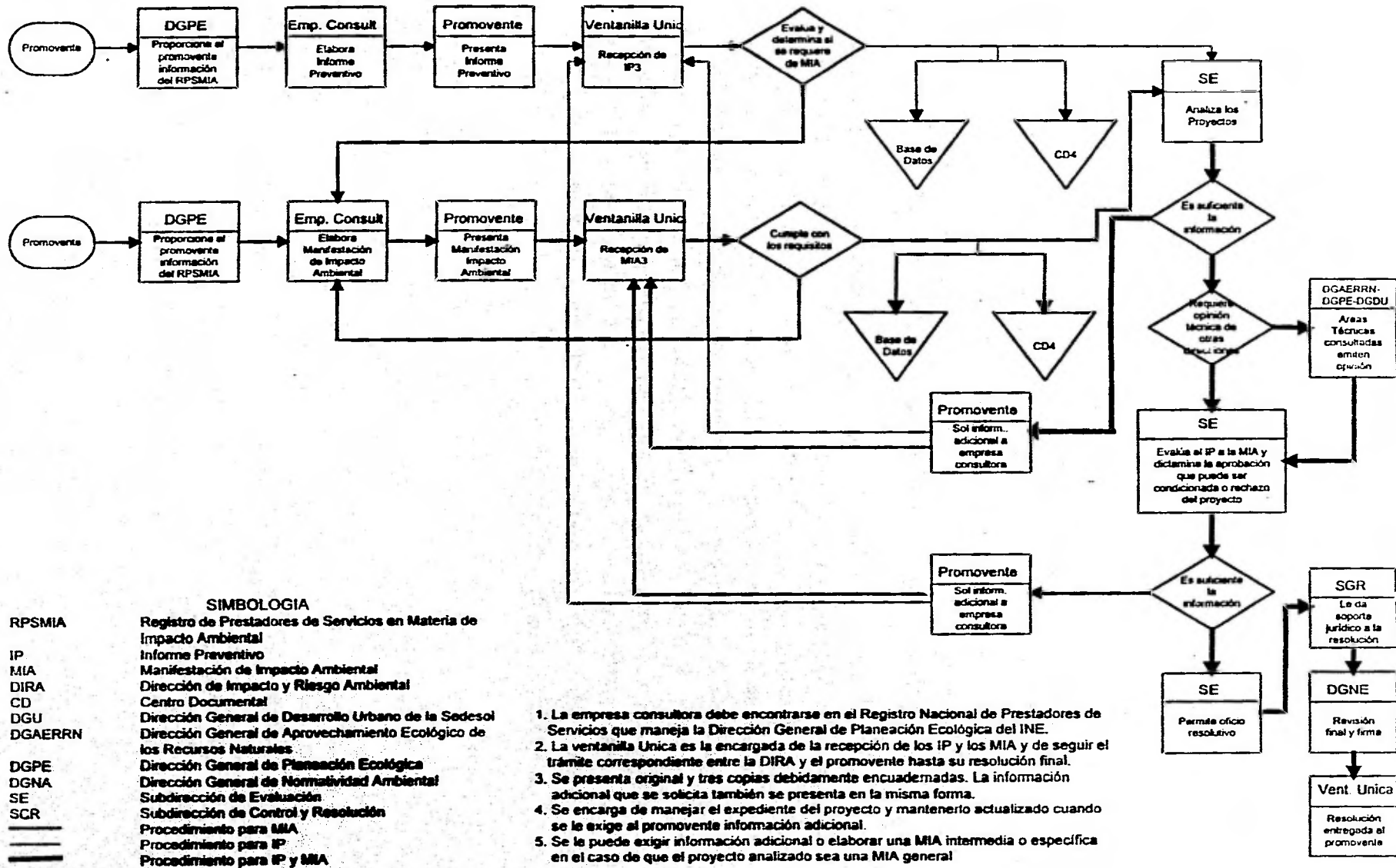
1.3.1.2 Procedimiento de impacto ambiental (PIA).

El PIA es una herramienta de planeación que se aplica en la protección y conservación del ambiente para prevenir el deterioro de la calidad del ambiente. 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; es 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 de Impacto Ambiental señalan que aquellos proyectos que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las Normas Técnicas Ecológicas (ahora NOMs) 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 (ver figura 1.2).

Figura 1.2

Procedimiento para una evaluación de Impacto Ambiental



18

SIMBOLOGIA

- RPSMIA Registro de Prestadores de Servicios en Materia de Impacto Ambiental
 - IP Informe Preventivo
 - MIA Manifestación de Impacto Ambiental
 - DIRA Dirección de Impacto y Riesgo Ambiental
 - CD Centro Documental
 - DGU Dirección General de Desarrollo Urbano de la Sedesol
 - DGAERRN Dirección General de Aprovechamiento Ecológico de los Recursos Naturales
 - DGPE Dirección General de Planeación Ecológica
 - DGNA Dirección General de Normatividad Ambiental
 - SE Subdirección de Evaluación
 - SCR Subdirección de Control y Resolución
- Procedimiento para MIA
 ——— Procedimiento para IP
 ——— Procedimiento para IP y MIA

1. La empresa consultora debe encontrarse en el Registro Nacional de Prestadores de Servicios que maneja la Dirección General de Planeación Ecológica del INE.
2. La ventanilla Unica es la encargada de la recepción de los IP y los MIA y de seguir el trámite correspondiente entre la DIRA y el promovente hasta su resolución final.
3. Se presenta original y tres copias debidamente encuademadas. La información adicional que se solicita también se presenta en la misma forma.
4. Se encarga de manejar el expediente del proyecto y mantenerlo actualizado cuando se le exige al promovente información adicional.
5. Se le puede exigir información adicional o elaborar una MIA intermedia o específica en el caso de que el proyecto analizado sea una MIA general

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 rebasar los límites y condiciones señaladas en los reglamentos y en las NOMs que emite la federación para proteger el ambiente.

Si el proyecto rebasa los límites y las condiciones señaladas, entonces se deberá presentar una MIA, la cual puede definirse 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 presentadas para evaluación pueden desarrollarse en tres diferentes modalidades que van a depender de la magnitud del proyecto, de la zona donde se lleva a cabo y de la actividad que vaya a realizarse. Estas modalidades son:

- a) Manifestación general
- b) Manifestación intermedia
- c) Manifestación 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;

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

- 4) La regulación ecológica de los asentamiento humanos;
- 5) Los reglamentos y NOM vigentes en las distintas materias que regula la ley y demás ordenamientos locales en la materia.

Una vez que la autoridad correspondiente revisó y analizó el estudio se resuelve:

- 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 el uso masivo de ellos, incrementa la probabilidad de que se ocasionen efectos adversos en la salud de la población y la integridad del ambiente; es decir, de que se produzcan riesgos. El manejo de estos riesgos implica una forma de control, el cual es definido 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 y 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 estas últimas, también evalúa, dictamina y resuelve los estudios de riesgo ambiental que presentan los responsables de la realización de las mismas 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.

Otras 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 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 comprenda 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

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

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

1.3.2.2 Reglamento 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, se señalan como criterios para considerar como 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) 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, publicado en el DOF del 6 de mayo de 1994, en el cual se plantea el desarrollo de cuatro NOM más. Estas sustancias se presentan en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1

Sustancias inflamables

SUSTANCIAS INFLAMABLES Y EXPLOSIVAS CONTENIDAS EN LOS PROYECTOS DE NORMA DEL 10 DE SEPTIEMBRE DE 1994			
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.

Sin embargo, 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 amoniaco.

-Requisitos para el manejo, almacenamiento, carga y descarga de ácido fluorhídrico.

-Requisitos para el manejo, almacenamiento, carga y descarga de ácido cianhídrico.

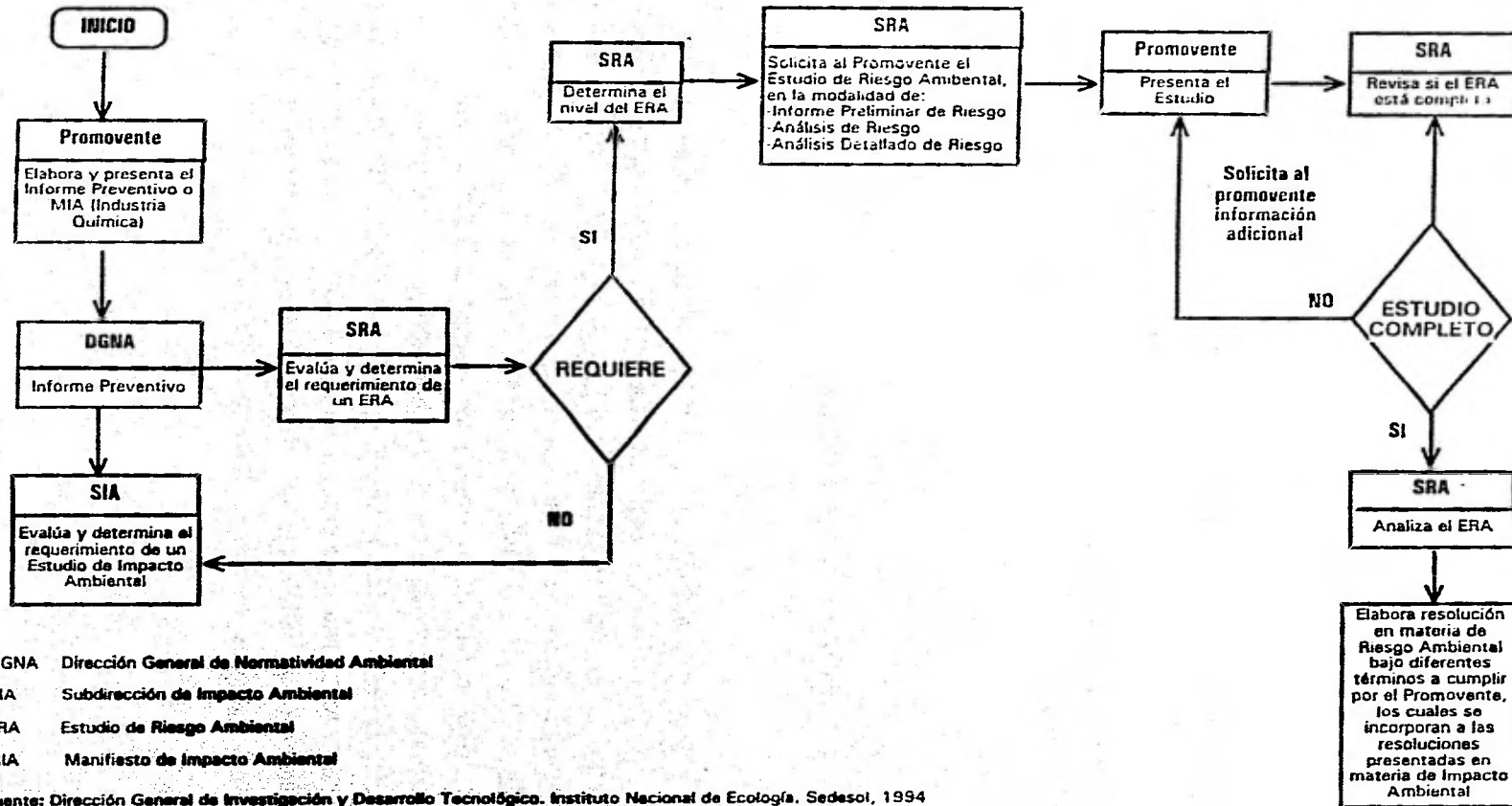
1.3.2.3 Estudios de Riesgo ambiental.

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 (ver figura 1.3).

Figura 1.3

Procedimiento para la presentación de un Estudio de Riesgo Ambiental

26



El procedimiento en México para realizar un estudio de riesgo consta de tres modalidades: Informe Preliminar de Riesgo, Análisis de Riesgo y Análisis Detallado de Riesgo.

La clasificación de la modalidad es asignada por la autoridad correspondiente mediante un informe preventivo de la obra a desarrollar. Con base en tal informe, la autoridad indicará que nivel de manifestación ambiental requiere y a su vez será revisado por el área de riesgo ambiental para, si la obra lo requiere, determinar que modalidad de las antes mencionadas va a requerirse dependiendo de las características del proceso y sustancias que vayan a ser implementados.

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, las actividades riesgosas, y con ello incorporar medidas de seguridad tendientes a evitar o minimizar los efectos potenciales a su entorno en caso de un accidente. El nivel de estudios dependerá de la complejidad de los procesos industriales desarrollados o a desarrollar por las empresas.

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

1.3.2.4. Evaluación de proyectos de riesgo ambiental.

En el periodo 1989-1992 ingresaron a evaluación 350 proyectos de riesgo de distintos giros industriales; durante el bienio 1993-1994 específicamente, se recibieron 315 proyectos de riesgo, se autorizaron 286 y los restantes están en proceso de evaluación (ver cuadro 1.2).

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 1.2

Evaluación de proyectos de riesgo ambiental 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 anterior se observa que existe un aumento en la presentación de evaluación de riesgos con relación al año 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 el 500% en sólo 4 años.

I.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 (COAAPPA) 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 de 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 riesgos en cualquier modalidad, no implica el requerimiento de un Programa para la Prevención de Accidentes.

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

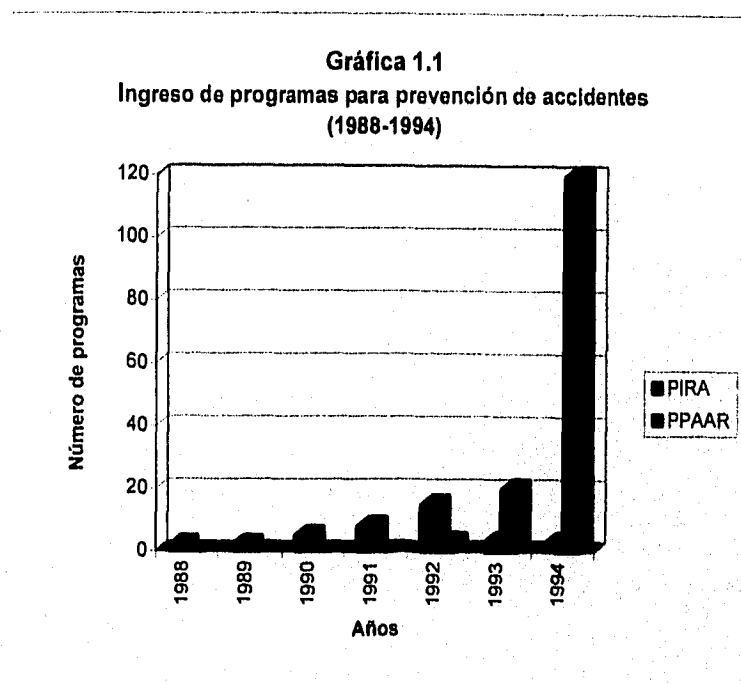
¹⁰ El PPA sólo se va a requerir si de el resultado de un estudio de riesgo se obtuvo que las áreas de afectación rebasan los límites de propiedad de la empresa, si no es así sólo se pide un plan de emergencia interno.

Criterios Generales para solicitar un Programa para la Prevención de Accidentes.

- * El manejo de una o más sustancias de las que aparecen en los Listados de Actividades Consideradas como Altamente riesgosas, en cantidades tales que en caso de producirse su liberación puedan ocasionar afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.
- * Su proximidad a centros de población, previendo las tendencias de expansión del respectivo asentamiento y la creación de nuevos asentamientos; los impactos que tendría un posible evento extraordinario, sobre los centros de población y sobre los recursos naturales; la compatibilidad con otras actividades de las zonas, la infraestructura existente y necesaria para atención de emergencias ecológicas y accidentes mayores, así como la infraestructura par la dotación de servicios básicos.
- * El apego en la realización de actividades industriales comerciales o de servicios altamente riesgosos a las normas oficiales mexicanas existentes, o las que expidan en forma coordinada la SEMARNAP, SE, SECOFI, SSA, STPS y criterios técnicos de seguridad y operación, así como la existencia de equipos e instalaciones que correspondan con arreglo a dichas normas y criterios.
- * Los antecedentes de las instalaciones en que se realicen actividades altamente riesgosas en materia de accidentes mayores y emergencias ecológicas, en cuyo caso el requerimiento del PPA es obligado.
- * Las que la SEMARNAP determine en situaciones no previstas y de común acuerdo con la industria, comercio o servicio de que se trate y cuya presentación implique seguridad social y particular.

I.3.2.6 Evaluación de programas para la prevención de accidentes.

Durante el periodo 1988-1994, se recibieron para su análisis y evaluación 173 programas para prevenir accidente, derivados de la evaluación de los estudios de riesgo, de los cuales se han dictaminado 28 para su instrumentación a nivel local, 11 se dieron de baja y los restantes están en etapa de evaluación (gráfica 1.1).



Fuente: CENAPRED, SEGOB, 1994

CAPITULO II

DETERMINACIÓN DE LAS INSTALACIONES QUE IMPLICAN RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES

Accidentes ocurridos como el de octubre de 1987 en Francia en donde hubo que evacuar a 60 000 personas como resultado de un incendio que se extendió a nitrato de amonio. En Bulgaria la explosión de cloruro de vinilo que provocó la muerte de 17 personas y 19 heridos en noviembre de 1986. La explosión de productos pirotécnicos que mató a 11 personas e hirió a ocho más en Filipinas en abril de 1986. En febrero de 1986 un escape de cloro que se produjo en los Estados Unidos lesionó a 76 personas, así como acontecimientos más desastrosos como el que se presentó cuando hubo una emisión de la sustancia química isocianato de metilo en Bhopal, India, en 1984, que provocó más de 6 600 muertes y 350 000 heridos; dos semanas antes se había producido una explosión de gas natural en México (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, así como 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 medio ambiente. El almacenamiento y la utilización de sustancias químicas inflamables, explosivas o tóxicas que pueden causar esos desastres se acostumbra designarlas como riesgos de accidentes mayores¹¹.

¹¹ 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, pag 19. COAAPP, 17-III-1995.

Cualquier sistema de control de riesgos de accidentes mayores debe establecer prioridades, las cuales lógicamente, 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 a 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 nos 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 presentan el peligro potencial de causar un accidente muy grave que es probable afecte a seres humanos dentro y fuera del lugar donde suceda, así como también 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 más 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 primer y segundo listados de actividades altamente riesgosas¹² en las que se manejan sustancias tóxicas y explosivas

¹² Actividades Altamente Riesgosas: Son aquellas acciones, serie de pasos u operaciones comerciales y/o de fabricación industrial, distribución y ventas, en que se encuentre 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, pag 19. COAAPP, 17 de agosto de 1995.

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 reporte¹³ serán sometidos a un estudio de riesgos por parte del INE.

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

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, ésta tarea corresponderá en el D. F., al Departamento del Distrito Federal (DDF) a través de la Dirección de Ecología y en los estados a través de la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del Estado.

El primer listado de sustancias 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 tóxicas en estado gaseoso (Ver anexo 1).

¹³ 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.

II.1 Instalaciones que presentan los riesgos mayores típicos.

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 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.

II.2 Intercambio de información sobre productos químicos y tóxicos.

Una de las principales diferencias entre las reglamentaciones y procedimientos de gestión de los productos químicos entre países, es la que deriva de su capacidad de controlar los riesgos de éstos; 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.

II.3 Accidentes químicos ocurridos en México en el periodo de 1990-1993

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 1990-1993.

En él se identifican 370 incidentes, de los cuales alrededor de 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, amoniaco y gasolina (ver gráfica 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 (ver gráfica 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 (ver gráfica 2.3).

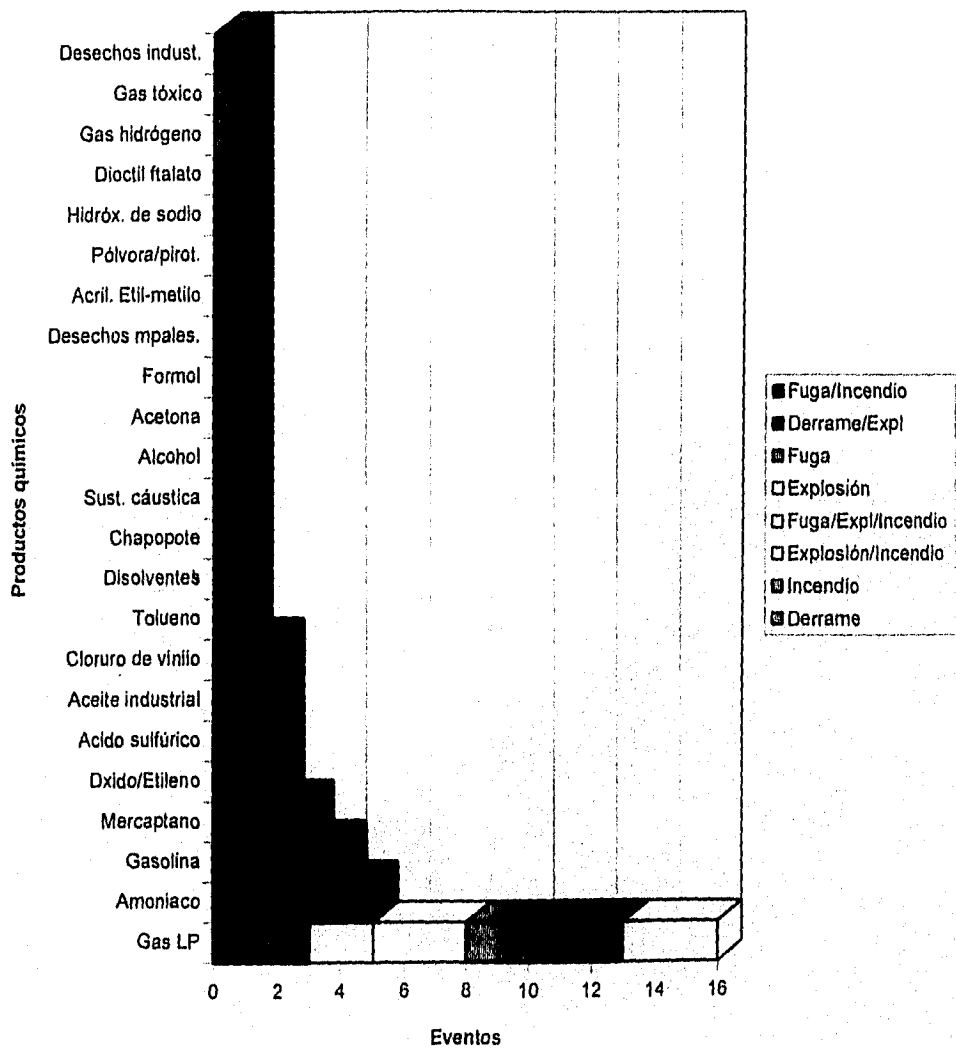
En Jalisco de los 36 accidentes ocurridos 58% fueron en las instalaciones, principalmente asociados a derrames, explosiones y fugas que involucraron el 19% a la gasolina y en 9% al ácido clorhídrico, los demás estuvieron relacionados con gas L.P., acrilonitrilo y otras sustancias químicas (Ver gráfica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

Como ya se mencionó, el número de accidentes ocurridos durante el transporte de los materiales potencialmente peligrosos fue menor a los que se producen 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 evento tomara otras dimensiones. Por ejemplo, la ignorancia del manejo o la inexperiencia en el uso de las guías, incrementaron las consecuencias en pérdida de vidas humanas y causar mayor daño al ambiente.

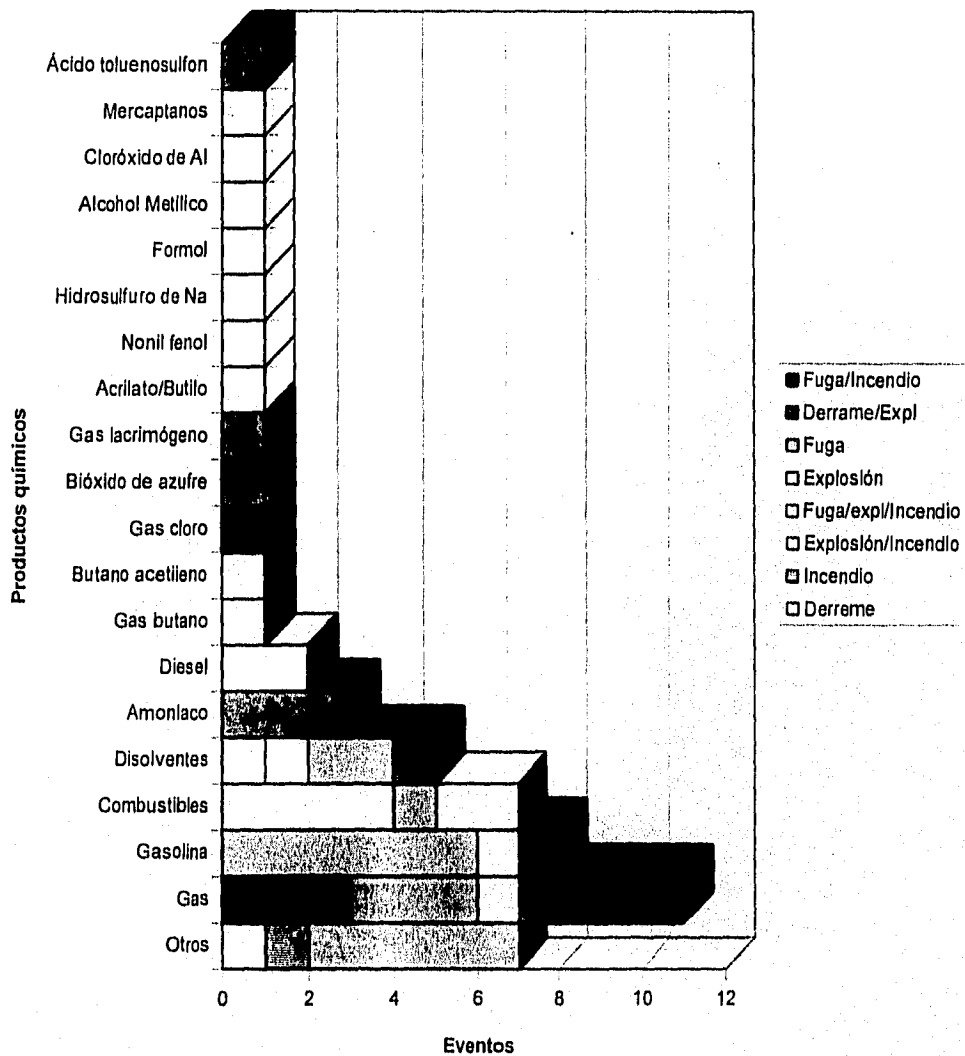
El corto circuito se presentó como causa en 11 incendios. El gas, la gasolina y el amoníaco, son las principales sustancias químicas involucradas. (ver gráfica 2.5).

Gráfica 2.1
Accidentes relacionados con productos químicos en el Estado de México 1990-1993



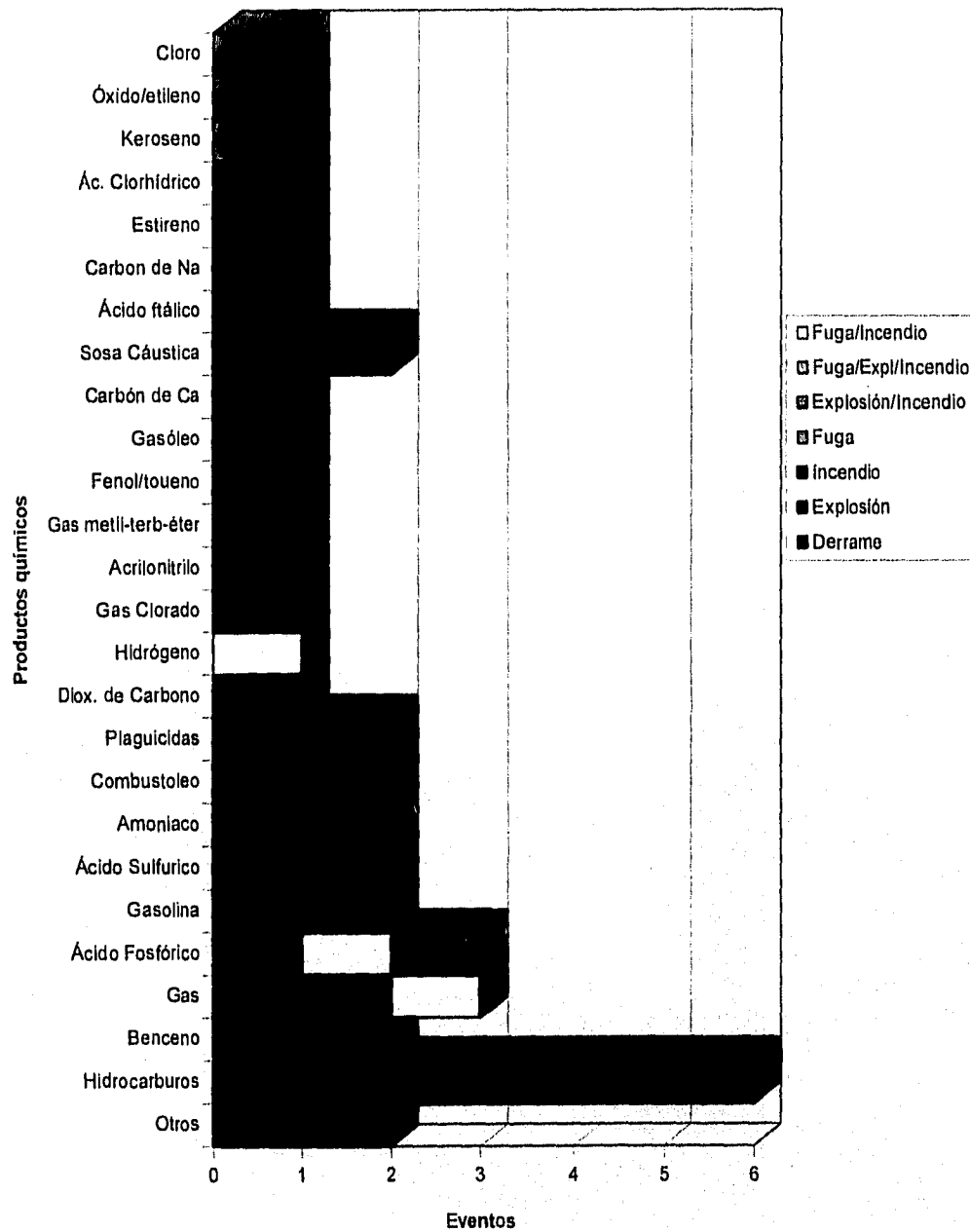
Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres, SEGOB, 1994.

Gráfica 2.2
Accidentes relacionados con productos químicos en el Distrito Federal
1990-1993



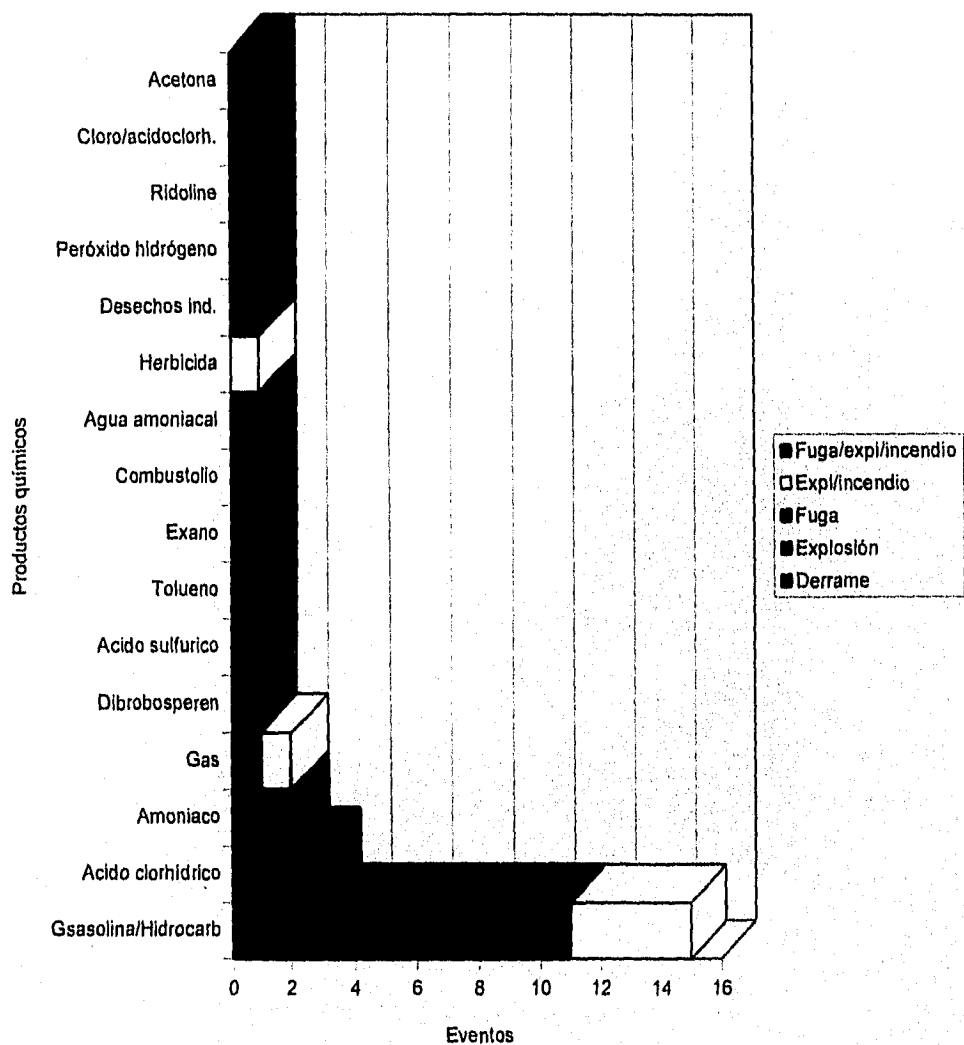
Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres, SEGOB, 1994

Gráfica 2.3
 Accidentes relacionados con productos químicos en Veracruz
 1991-1993



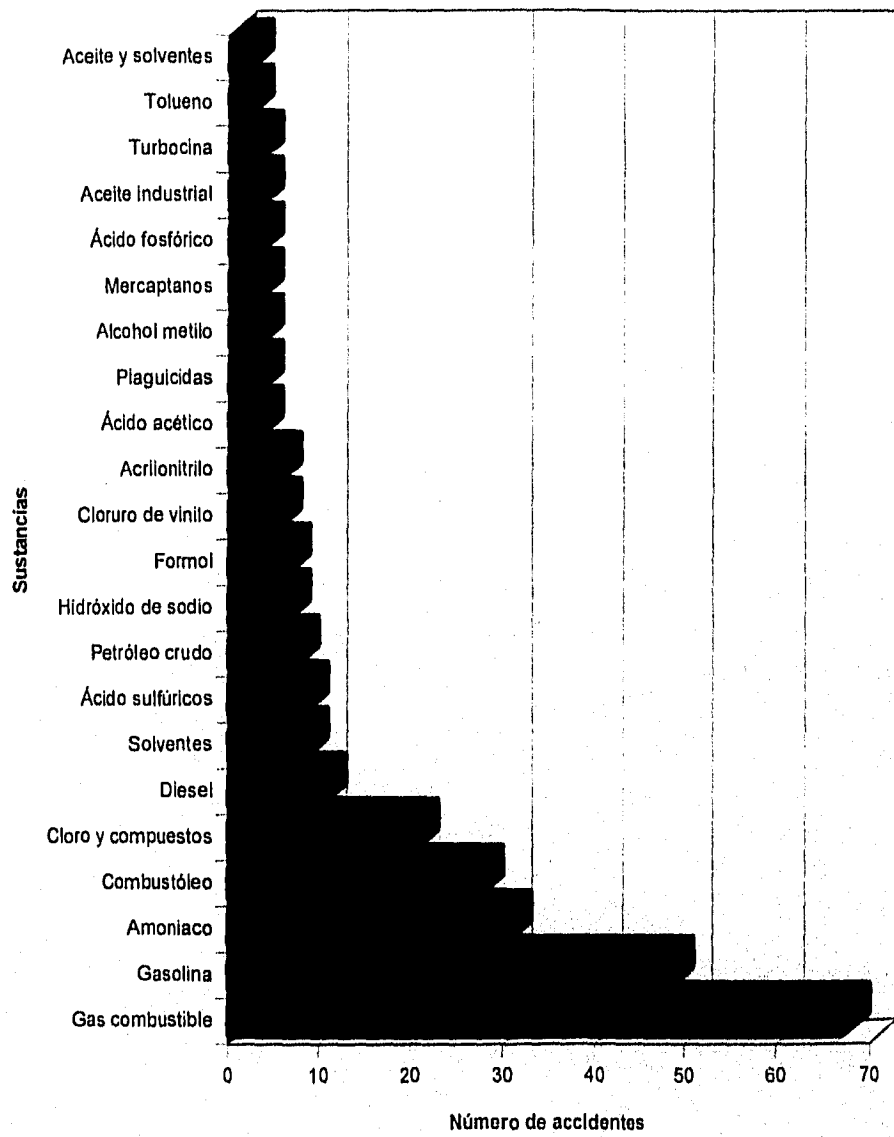
Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres, SEGOB, 1994

Gráfica 2.4
 Accidentes relacionados con productos químicos en Jalisco
 1990-1993



Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres, SEGOB, 1994.

Gráfica 2.5
Sustancias involucradas en accidentes químicos
1990-1993



Datos de Junio de 1990 a diciembre de 1993.
Fuente: CENAPRE, SEGOB, 1994.

CAPITULO III

EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Toda Industria en la que se pueda ocasionar un accidente¹⁴ importante debe de tomar las medidas necesarias, contra este 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 una evaluación de riesgo, cuyo objetivo es entender las causas que se producen los accidentes y cómo se pueden evitar o por lo menos atenuar.

Para ayudar a prevenir eventos o accidentes con repercusiones ambientales es necesario establecer el concepto de riesgo¹⁵, 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 evento correspondiente.

En cuanto a los accidentes industriales que afectan seriamente al ambiente, son de tres tipos fundamentales a considerar: explosión¹⁶, incendio¹⁷ y fuga¹⁸ o derrame de productos de alta peligrosidad.

¹⁴ 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.

¹⁵ Riesgo es definido por la UNESCO como la posibilidad de pérdida tanto de vidas humanas como en sus bienes o en capacidad de producción.

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.

Las medidas de prevención y mitigación de riesgos a 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 en el ambiente de accidentes, cuando se lleguen a presentar.
- Medidas de atenuación, destinadas a reducir los daños a la población y al equilibrio ecológico, cuando el accidente ha tenido lugar.

¹⁶ 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.

¹⁷ 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.

¹⁸ 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.

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.
- b) Causa propias al sitio de implantación, en donde pueden existir factores que magnifiquen los riesgos (como pueden ser, condiciones meteorológicas adversas, sismos, vulnerabilidad de la población aledaña, ecosistemas sensibles, infraestructura para responder a accidentes, entre otros.)

Con base en 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 mitigarlos¹⁹ en el caso de presentarse emergencias ambientales, que todo ingeniero civil debe conocer a detalle para estar en posibilidad de incluir en todo proyecto que durante su construcción u operación.

La necesidad de evaluar el riesgo ambiental surge de la importancia de preservar a los ecosistemas y a la población o a los bienes, circundantes a los sitios donde se efectúan actividades riesgosas. La autoridad federal puede requerir la realización de un estudio de riesgo a determinada actividad industrial (véase pagina 34) en alguna de las tres modalidades siguientes:

¹⁹ 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.

- 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 (mismas que se describirán en el apartado III.1) 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.

- c) Análisis Detallado de Riesgo. Es en este estudio donde además de desarrollar lo indicado para el análisis de riesgo se solicita una evaluación de las posibilidades 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 sensibilización 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 su entorno. En ese caso, es posible utilizar procedimientos de análisis como los como los que se describen en el apartado III.1

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) La 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) La selección de opciones para reducir los riesgos. Tras el desarrollo y análisis de las etapas mencionadas anteriormente podrán establecerse las medidas de reducción de riesgos de las instalaciones en estudio.

En la evaluación de riesgos, lo importante es establecer 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.

III.1 Identificación del riesgo

Esta fase, es fundamental para el estudio de riesgo dado que supone el punto de partida de todo el estudio y en ella se definen los riesgos que se puedan presentar posteriormente. Consta de los siguientes elementos:

- Selección del método o los métodos más adecuado según las características de la instalación.
- Aplicación del o los métodos.
- Análisis de los resultados.
- Determinación de sucesos iniciadores²⁰ (definición, escenarios²¹ y condiciones).

En forma no prioritaria, dado que no es su objetivo, la identificación del riesgo puede contemplar también:

- Estudio de las posibles causas.
- Estudio de la evolución de los accidentes.²²
- Estudio de métodos de prevención y mitigación a considerar.

²⁰ 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.).

²¹ Escenario es el lugar real en el cual se produce un suceso iniciador.

²² Es importante hacer notar que el objetivo final de la identificación de riesgos consiste en la determinación de los posibles accidentes que se pueden presentar en la instalación.

III.1.1 Métodos existentes para la identificación de riesgos.

Básicamente pueden considerarse tres tipos de métodos para la identificación de riesgos que se describen en los siguientes incisos.

III.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.

Ejemplos de estos métodos son:

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. Técnica inductiva de análisis crítico realizada por un equipo multidisciplinario para identificar desviaciones de proceso que pueden conducir a accidentes.

Análisis del modo, efecto y crítica de los fallas (FMEAC). Método inductivo de reflexión sobre las causas-consecuencias de fallas de componentes en un sistema.

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

What if...?. 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 iniciadores-accidentes a contemplar en la identificación de riesgos.

III.1.1.2 .Métodos semicualitativos.

Estos métodos se caracterizan por recurrir a una clasificación de las áreas de una instalación en base a 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. 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 sus cantidad, del tipo de proceso, y de las condiciones específicas de operación.

Clasificación mediante el índice Dow. 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, formatos sistematizados de reporte. La diferencia fundamental con respecto al índice de Mond es que en éste se contempla el riesgo de toxicidad.

III.1.1.3 Otros métodos de apoyo.

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

III.1.2 Métodos de mayor aplicación en la identificación de riesgos.

De las entrevistas sostenidas con las autoridades del INE y con consultores en esta área, se llegó a conclusión de que los métodos más utilizados en México son:

III.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 la siguiente información:

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

La información que se debe 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
- Falla de equipos
- Falla 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 y otras medidas
- 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 este método.

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 involucrados.
- Los accidentes sobre los que se puede encontrar una 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.

III.1.2.2 Análisis Funcional de Operatividad (HAZOP).

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 guías" en unos 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 aplica 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. Unos 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.

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.

Es conveniente, a efectos de la reproducibilidad de los estudios, reflejar en unos 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-equipo.

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 Guías	Variables de proceso o Desviación
Más Menos No Inverso	Presión Temperatura Caudal Nivel

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 pueden 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.

⇒ **Ámbito 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.**

- 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 exclusión 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

III.1.3 Criterios de selección.

Las técnicas de identificación de riesgos citadas en el apartado III.1.1, tienen peculiaridades que hacen que su aplicación pueda resultar más provechosa en una circunstancia u otra.

Por otra parte, las áreas de una instalación compleja tienen unas características propias que hacen aconsejable 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 unidad²³:

- 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 siguiente cuadro se describe de forma general algunos criterios para la selección de algunos métodos para identificación de riesgos.

²³ Unidad. Es la parte de la instalación en la que se lleva a cabo un proceso determinado.

Cuadro 3.1

Métodos de Identificación de Riesgos.

Método	A. Cantidades Almac. y Proc 1. Importante 2. Medio 3. Pequeño	B. Proceso 1. Continuo 2. Batch	C. Condiciones Alm/Oper. 1. Muy Severas 2. Severas 3. Poco Severas	D. Control 1. Control distrib.	E. Antigüedad 1. Nueva 2. Antigua 3. Proyecto	F. Ampl/Mod 1. Ampliac. 2. Modific.	G. Fase Oper 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		

Se puede observar en el cuadro anterior que el índice Mond y el índice Dow sólo se aplicará en su 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 el más recurrido para todo tipo de procesos, condiciones de operación y almacenamiento, fases, antigüedad, etc.

III.2 Cálculo de consecuencias.

Para evaluar el alcance de las consecuencias de un accidente debe recurrirse a un cálculo que, preferentemente, se apoye, en modelos de simulación.

Como ya se ha dicho anteriormente 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
- sobre presión
- impulso
- proyección de fragmentos
- emisión de sustancias tóxicas

El cálculo de consecuencias nos 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:

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 tendentes a reducir los radios de afectación mediante la instrumentación de medidas de seguridad adicionales.

III.2.1 Áreas de salvaguarda (zis).

El cálculo de consecuencias nos permite en última instancia conocer las áreas de riesgo de los accidentes. El INE utiliza como criterios de protección en la evaluación de riesgos, los que se definen a continuación.

Zona intermedia de salvaguarda (ZIS): Comprende 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 y el señalamiento 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 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. Afectación por sustancia Tóxica.

1.1 Zona de riesgo: Esta definida por un índice conocido como IDLH, que es el valor máximo de concentración de una sustancia tóxica, al 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: Esta definida por el TLV 15²⁴, que es el valor promedio máximo a los que una persona puede estar expuesta durante 15 minutos sin que se dañe su salud.

2. 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

²⁴ 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. COAAPP, 17-VII-95.

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/pul 2

2.2.b Zona de amortiguamiento: No se ha definido un valor para esta zona.

III.3 Evaluación de frecuencias de ocurrencia.

Para evaluar la probabilidad de ocurrencia de un determinado suceso puede recurrirse a la información contenida en bancos de datos de confiabilidad o a la propia información que se haya podido recopilar en las instalaciones de estudio.

Cuando el suceso a estudiar es complejo debe desglosarse en sus causas inmediatas para poder determinar la probabilidad de ocurrencia.

En este caso se recurre a las técnicas de árboles de fallas y de suceso, mismos que se describen a continuación:

III.3.1 Árboles 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. A continuación se describe la aplicación cualitativa.

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 se aplica a través del descomponer sistemáticamente un suceso complejo denominado *succeso TOP* en *sucesos intermedios* hasta llegar a *sucesos básicos*.

Succeso 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 descomposición y que a su vez pueden ser de nuevo descompuestos. Se representan en el árbol de fallas como rectángulos y se colocan en medio de la estructura.

Sucesos básicos: Son los sucesos terminales de la descomposición. Pueden representar cualquier tipo de suceso: Sucesos de "fallas", error humano, o sucesos de "éxito", ocurrencia de un evento determinado. Se representa en forma de círculos en la estructura del árbol.

Sucesos no desarrollados. Existen sucesos en el proceso de descomposición del árbol de fallas cuyo proceso de descomposición no prosigue, por falta de información o bien porque no se considera necesario. Se representan mediante un rombo y se tratan como sucesos básicos.

suceso básico

suceso no desarrollado

En el proceso de descomposición 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 .

e_1 AND e_2

e_1 OR 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 del suceso estudiado.

El primer paso consiste en identificar el suceso "no deseado" o suceso TOP que ocupará la cúspide de la estructura gráfica representativa del árbol. 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 que contribuyen a su ocurrencia, definiendo así los sucesos intermedios unidos a través de las puertas lógicas. El proceso de descomposición de un suceso intermedio se repite sucesivamente hasta llegar a los sucesos básicos, mismos que no pueden seguir descomponiéndose (bien por falta de información, bien por decisión del consultor).

⇒ 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 sacar las conclusiones cualitativas sobre las causas principales que conducen al evento en estudio o suceso TOP.

⇒ Análisis de importancia.

En este estudio cualitativo también se puede llevar a cabo un análisis de importancia que consiste en determinar los elementos más relevantes en la estructura, es decir aquellos sucesos básicos que forman parte de más de un conjunto mínimo de fallas y que, por tanto, contribuyen mucho a la ocurrencia del suceso TOP.

En este caso el análisis consiste en asignar a todos los componentes una tasa constante igual para todos a 0.5 y calcular la medida de importancia de Fussell Vesely.

Es definido respecto de un componente C como el cociente entre la suma de las probabilidades de todos los conjuntos mínimos que contienen a este componente y la probabilidad total (o suma de la probabilidades de todos los conjuntos mínimos). Su expresión es:

$$\frac{\sum_{i=1}^N p(C_i)}{\sum_{i=1}^N p(C_i)}$$

donde:

C: es el componente respecto del cual se calcula la medida de importancia.

C_i: es un de los N conjuntos mínimos de fallas del sistema.

$p(C_i)$: es su probabilidad

$C_e C_i$: representa que el componente C es uno de los componentes del conjunto mínimo de fallas C_i .

Este factor tiene en cuenta el número de conjuntos mínimos de fallos en que aparece un componente (frecuencia de aparición en el árbol) y los componentes a los cuales va asociado.

⇒ **Ámbito 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 descomponer.

⇒ **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, 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 indeseados y permite evidenciar los puntos débiles de un sistema (conjuntos mínimos de fallas). Este aspecto es fundamental en materia de prevención de accidentes.

A través del análisis de importancia se conoce el peso relativo de los distintos elementos del sistema. Con ello se puede establecer una lista de prioridades a fijar para mejorar la instalación, esto es, permite conocer a fondo un sistema.

⇒ 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.

III.3.2 .Arboles de Sucesos (Arboles de Eventos).

El árbol de suceso, o análisis de secuencias de suceso, es un método inductivo que describe la evolución de un evento iniciador sobre la base de la respuesta de distintos sistemas tecnológicos o condiciones externas, que son normalmente, sistemas de mitigación de accidentes.

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

⇒ Construcción del árbol.

La construcción del árbol comienza por la identificación de los **N** factores condicionantes de la evolución del suceso iniciador. 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 (Ver Figura 3.5). Se tienen así 2^N 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. En el caso estudio del capítulo IV, se utilizará esta metodología para presentar los diferentes escenarios en los que se puede presentar un 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 extraer las correspondientes conclusiones.

⇒ **Ámbito 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 evento.

Su aplicación es muy sencilla.

⇒ **Desventaja del método.**

Si el árbol es grande su desarrollo puede hacerse laborioso.

III.4 Resumen.

En resumen podemos afirmar que como resultado de un Estudio de Riesgo se deriva lo siguiente:

El Cálculo de Consecuencias de accidentes nos permitirá:

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, extinguidores, etc.).

3) Establecer los planes de información y capacitación a los trabajadores

Por otro lado la evaluación de frecuencias de accidentes, nos permitirá.

1) Conocer las causas de los accidentes

2) Recomendar de medidas de prevención, como son:

- La instalación de sistemas de control de proceso. 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.

En México, el estudio de riesgo consiste en la identificación de riesgos y cálculos de consecuencias. La evaluación de frecuencias comienza a ser requerida por la autoridad por ser una parte muy importante en un estudio de riesgo ya que además de lo mencionado anteriormente puede hacerse también una evaluación económica en algunos casos.

Por otro lado es muy importante que la metodología para la identificación de riesgos sea bien escogida y, que se le de buena aplicación para lograr un cálculo adecuado de las consecuencias. Es importante mencionar que los métodos para identificación de riesgos mencionados en el apartado III.1.1, no son los únicos existentes, sin embargo son los métodos más utilizados por los países más desarrollados y, a su vez, están siendo aplicados más frecuentemente en México.

CAPITULO IV

CASO ESTUDIO

Proyecto de estación de servicio de Gas L.P. con almacenamiento fijo (Autoabasto).

El caso estudio que se presenta en éste capítulo, se refiere a la evaluación de riesgo de una estación de autoabasto de gas L.P. 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 ineficaz e ineficiente. Por esta razón se han multiplicado las estaciones particulares de autoabasto, muchas de las cuales no cumplen con las características mínimas de seguridad, como se observó en una visita de campo.

Debido a la extensión de este tipo de estudios, en este capítulo sólo se presentarán los aspectos más relevantes del proyecto en evaluación, aclarando que se trata de un caso real.

El primer inciso del estudio corresponde a los datos generales de la empresa y han sido suprimido por razones de confidencialidad.

El segundo y tercer inciso corresponden a la descripción general del plan o proyecto así como a aspectos del medio natural y socioeconómico, respectivamente. De ellos se tomarán sólo los puntos que se consideren más útiles para la descripción y evaluación del estudio.

En el apartado que corresponde a la integración del proyecto a las políticas marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo se describirán algunos puntos, pero se dará más atención a partir del apartado correspondiente a Riesgos y parte medular de éste estudio.

El proyecto que se presenta a continuación consiste en una estación de servicio de gas L.P. con almacenamiento fijo, la capacidad del tanque de almacenamiento es de 5 000 litros agua al 100%.

De acuerdo a lo visto en los capítulos anteriores y con base a lo dispuesto en el artículo 5º de la LGEEPA, esta instalación deberá presentar un estudio de riesgo ya que se trata una obra privada 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 (ver anexo 1), la cantidad de reporte que corresponde a gas L.P. comercial es de 50 000 Kg., siendo ésta superior a la cantidad de gas que manejará la estación de servicio que es 2252.5 Kg.

La zona de ubicación de éste proyecto es en la delegación de Iztapalapa dentro del Distrito Federal.

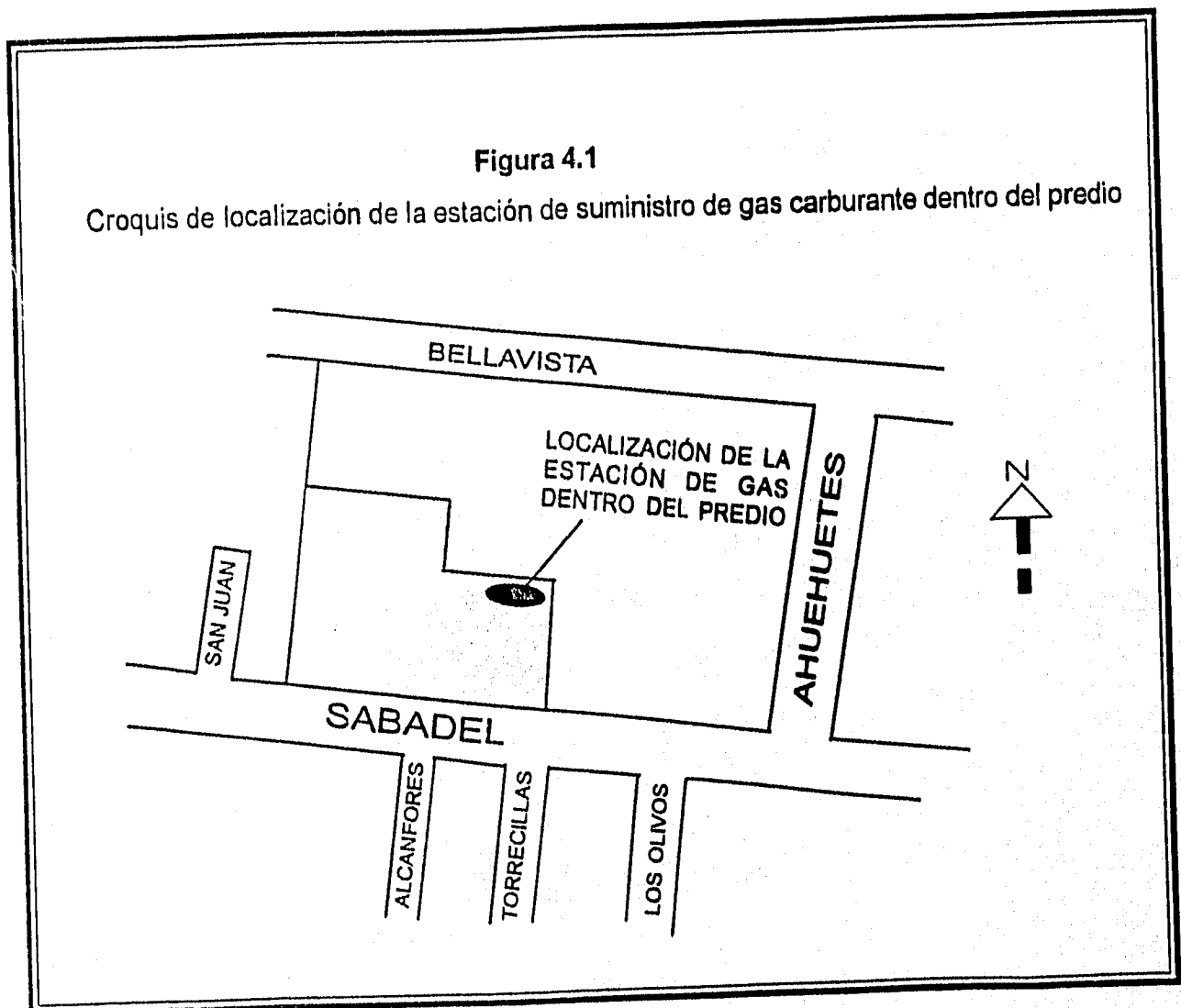
Por lo dicho anteriormente va a ser competencia de la entidad federativa (Dirección de Ecología del DDF), debido a que la cantidad que se manejará es menor a la de reporte. Por el tipo de instalación y la sustancia manejada se solicitó un estudio de riesgo en su modalidad de informe preliminar de riesgo.

IV.1. Descripción general del proyecto.

Este estudio de riesgo se refiere al proyecto de una estación de gas carburante para vehículos repartidores de productos.

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).

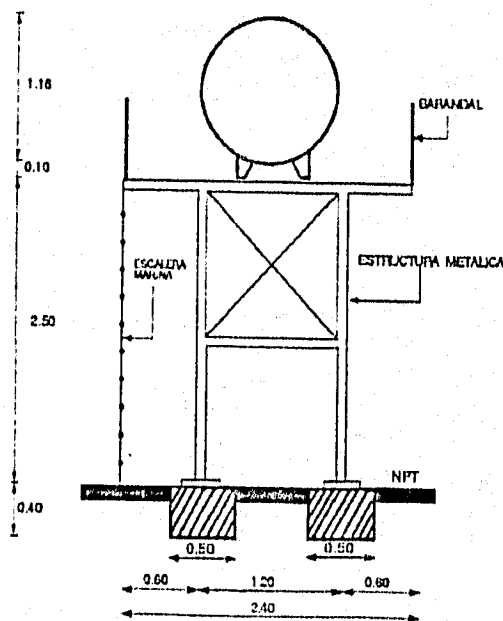
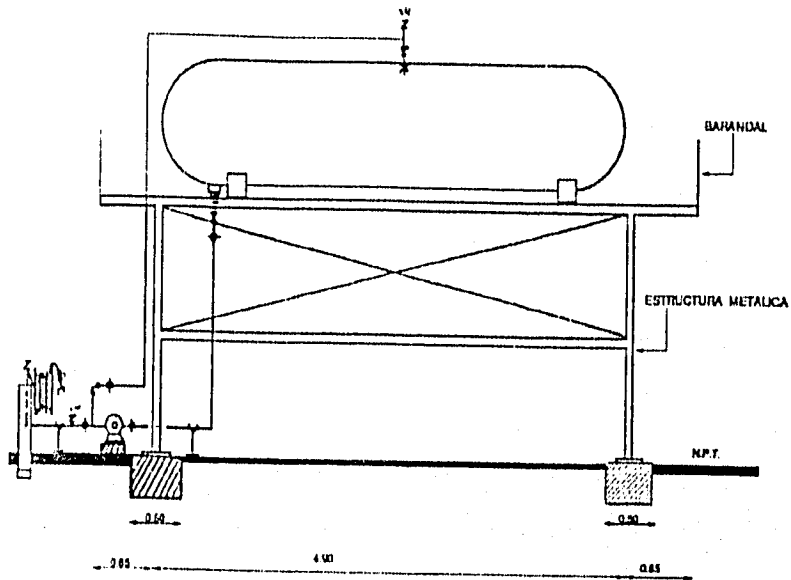


ESTA TESIS NO PUEDE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

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 la empresa Pre-concretos Bal, S.A; 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 x 6.4) en la cual se incluye el área requerida para la base de sustentación del tanque, la zona protección y la zona de carga.

IV.2 Aspectos del medio natural y socioeconómico.

La Delegación de Iztapalapa se ubica en la zona Suroeste, 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 del área urbana 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.

IV.3 Integración del proyecto a las políticas marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo.

◊ 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 que será utilizada para el mantenimiento y lectura de válvulas y accesorios, misma que será de un material incombustible.

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 la carga uniformemente del mismo.

◇ Tubería y accesorios

Tubería : El sistema quedará integrado por tubería rígida de acero de 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, 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):	30.00 m
d) Tablero general de energía eléctrica (norte)	67.00 m
e) Almacenes(suroeste)	15.00 m

◊ 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. de 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 prácticamente peligrosa. Ningún tanque de gas L.P. debe 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.

	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 y 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 solo 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 aumente 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 incendio 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 siguiente cuadro 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 Hidrogeno	18.28	17.34	17.34
Densidad Relativa			
Del Líquido (agua = 1)	0.508	0.563	0.584
Del Líquido A.P.L.	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 -14 ° 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 formarlas 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 siguiente se muestran algunos métodos para combatir un incendio provocado por gas L.P. Como se mencionó anteriormente 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 forme grumos que en un momento dado provocara 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.

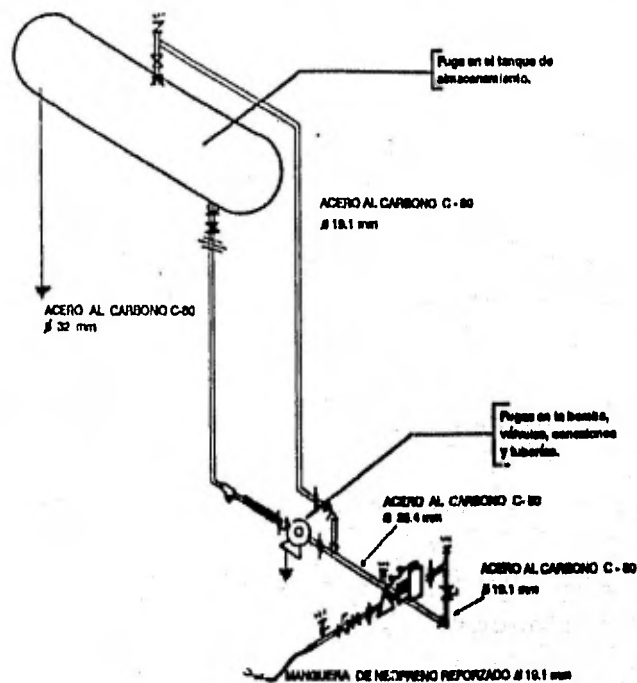
MEDIO DE EXTINCIÓN	CAPACIDAD NOMINAL (Kg.)
Polvo químico seco, base bicarbonato de sodio	9
	13
	50
	68
	159
Polvo químico seco, base bicarbonato de potasio	9
	13
	50
	68
	159
Polvo químico seco ABC (base fosfato monoamónico)	13
	50
	68
	159
CO ₂	9
	23
	34
	45

◊ Condiciones que conducen a un peligro de fuego y/o explosión no usuales

La figura 4.3 muestra los principales casos de falla posibles durante la 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.



IV.3.1 Riesgos.

◊ 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 adecuado y un mantenimiento adecuado.

- ◇ Modelación de el o los eventos probables máximos de riesgo.

El procedimiento básico en los siguientes apartados para el análisis del impacto 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
3. Evaluación del impacto de la liberación en el equipo de la planta, gente, ambiente y propiedades.

IV.3.1.1 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 4.3 muestra el conjunto de casos de liberación representativos en los elementos que integran la estación del proyecto.

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 solo 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 dominó²⁵, 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 que tan lejos viajará la nube y su dispersión antes de que tenga una concentración segura.

²⁵ 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.

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".

2. Liberación no instantánea.

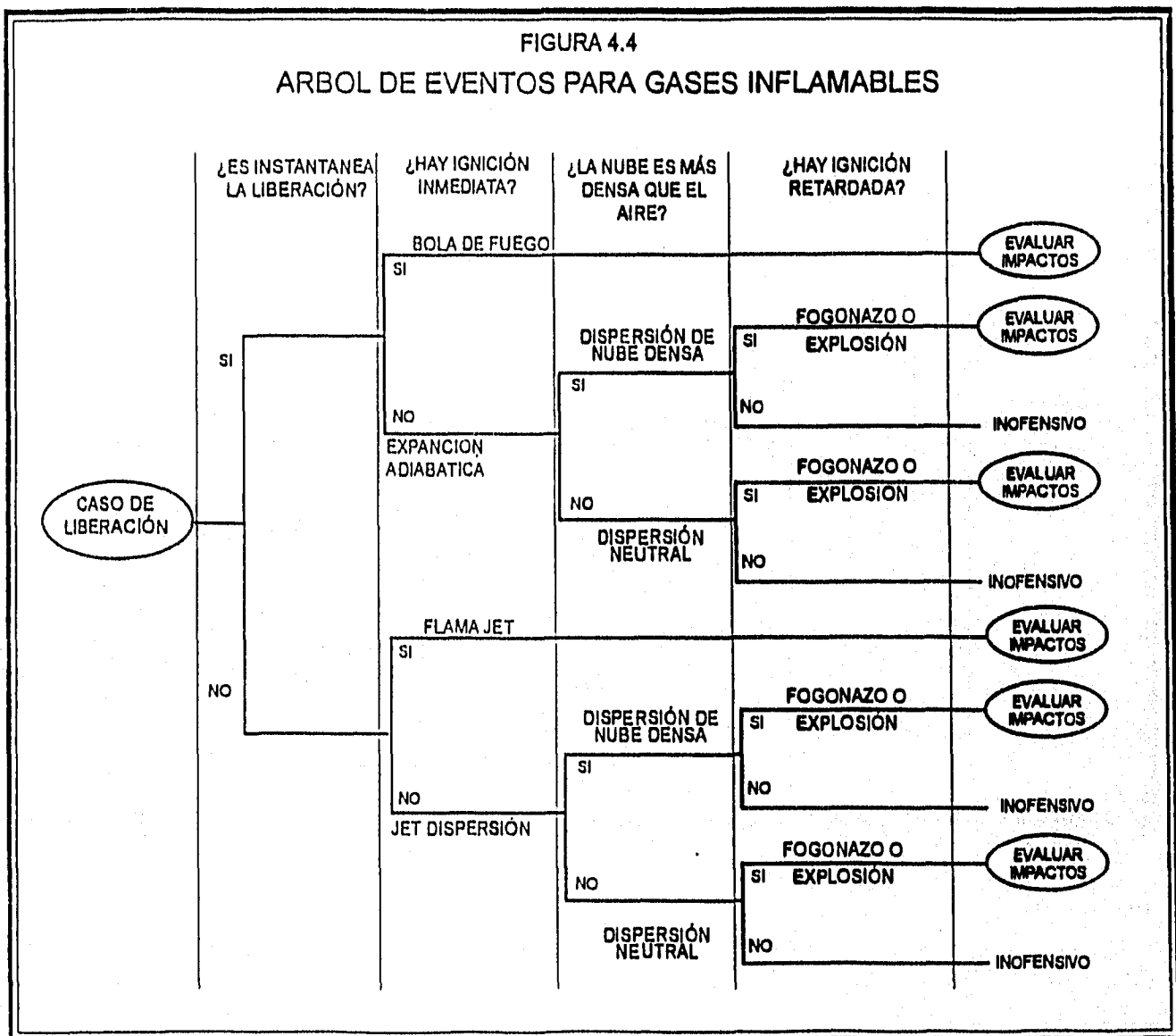
Una liberación no instantánea de gas L.P. puede presentarse por fugas en la bomba, válvulas, conexiones y tuberías. En este caso debe estimarse la duración de la fuga y calcularse la tasa de gas liberado.

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 ignición retardada provocaría un "fogonazo" o una explosión.

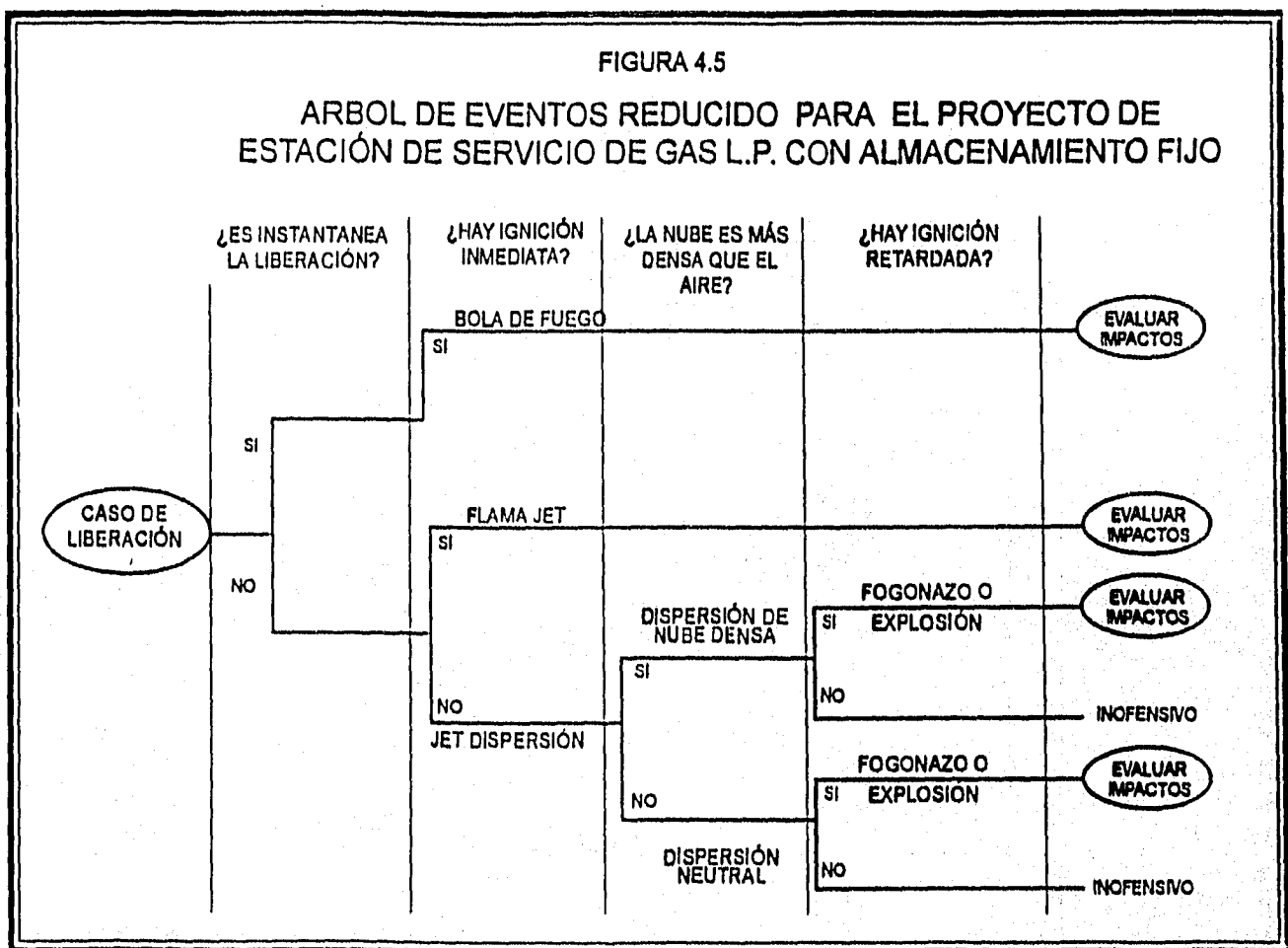
IV.3.1.2 Escenarios accidentales.

La liberación de gas L.P. puede tener muchas consecuencias y deben de tratarse de considerar todas ellas; la Figura 4.4 muestra un árbol de eventos. En cada nodo o ramificación se pregunta el analista a cerca 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.



Considerando las características del gas L.P. y del proyecto se analizaron los eventos que con probabilidad muy baja podrían presentarse durante el desarrollo de la actividad propuesta, obteniéndose un árbol de eventos reducido (figura 4.5), 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.

FIGURA 4.5
ARBOL DE EVENTOS REDUCIDO PARA EL PROYECTO DE ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS L.P. CON ALMACENAMIENTO FIJO



IV.3.1.3 Cálculo de Consecuencias.

◊ 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 diferentes ecuaciones que pueden usarse para calcular la cantidad de material liberado dado 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 4.5.

◊ 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 región 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 peligro del incendio

El modelo empleado en este caso es la correlación empírica derivada por Moorehouse y Pritchard²⁶ 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:

²⁶ Technical, Ltd., Techniques for Assessing Industrial Hazards. A Manual.

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

donde R_f es el radio máximo de la bola de fuego en metros, y M es la masa flamable liberada en kilogramos.

Aún cuando desde el punto de vista de operación sería mejor tener un tanque de 10,000 litros agua, se optará por un tanque de menor capacidad (5 000 litros), para reducir el riesgo; en estas condiciones se estima que el tanque tendrá que llenarse cada 2 días.

Suponiendo el caso más desfavorable en el que el tanque esté lleno a su máxima capacidad posible, se tiene:

La densidad absoluta del gas L.P. líquido es $= 530.0 \text{ kg/m}^3$ 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:

$$M = \frac{(530 \text{ kg})}{\text{m}^3} (5 \text{ m}^3)(0.85)$$

$$M = 2,252.5 \text{ kg.}$$

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

$$Q = h H_c M$$

t_f

donde Q es la liberación de energía de la combustión en J, h 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:

$$h = 0.27 P_s^{0.32}$$

$P_s =$ 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:

$$H_c = 21,560 \text{ BTU/lb} = 21,560 \times 2.3241 = 50,107.60 \text{ kJ/kg.}$$

$$H_c = 50'107,600 \text{ j/kg.}$$

$$\text{Así, } h = 0.27 (65.86)^{0.32} = 1.031$$

$$Q = \frac{1.031 (50107600)(2252.5)}{13.59}$$

$$13.59$$

$$Q = 8.56 \times 10^9 \text{ J}$$

El flux de radiación I a una distancia r del centro de la bola de fuego está dado por:

$$I = \frac{8.56 \times 10^9}{4 (33.27)^2} = 6.15 \times 10^5 \text{ Wm}^{-2}$$

◇ 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 contiene gas bajo presión, pueden calcularse empleando ecuaciones estándar para flujo de gas.

Flama Jet.

Si se tiene una liberación no instantánea con ignición inmediata se tiene una flama jet.

El modelo aplicado es relativamente simple y se denomina TNO²⁷ (1979).

Este modelo se aplica a un jet de vapor en condiciones ambiente.

²⁷ Technica, Ltd. op, cit.

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:

$$D_q = (D_o \sqrt{r_{go, a} / r_{g, a}})^{1/2}$$

donde:

D_o es el diámetro del orificio real, usado en el cálculo de flujo (se usará el diámetro mayor, como caso más desfavorable).

$r_{go, a}$ 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.

$r_{g, a}$ es la densidad del gas a condiciones ambiente, relativa al aire a las mismas condiciones.

Suponiendo que el gas L.P. es 100% propano:

$$r_{go, a} = \frac{530 \text{ Kg/m}^3}{998.2 \text{ Kg/m}^3} = 0.531$$

$$r_{g, a} = 1.550$$

$$r_{g, a} = 1.550$$

$$D_{eq} = 0.20 (0.032) \sqrt{0.531/1.550} = 0.0037 \text{ m.}$$

La radiación I , de un punto particular en la flama a una distancia r , es dada por:

$$I = \frac{X_g Q_p}{4 \pi r^2}$$

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)

$$I = \frac{789.911}{r^2}$$

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.

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.

- ◇ Descripción de riesgos que tengan afectación potencial al 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. A continuación se analizarán los casos del efecto de bola de fuego y flama jet.

bola de fuego

El radio máximo de una bola de fuego sería de 33.27 m. La figura 4.6 muestra el área de influencia de dicho evento con base en el radio de efecto. Considerando las condiciones actuales en los predios colindantes se observa que el siniestro no causaría daños a construcciones ni a la gente.

Con respecto a las instalaciones de la propia empresa, las bodegas estarían a salvo; Sin embargo, hay que hacer notar que de tenerse vehículos estacionados dentro del radio de efectos pudiera presentarse un "efecto dominó".

El flux de radiación en el radio máximo sería de $6.15 \times 10^5 \text{ W/m}^2$ (615 kW/m^2); al comparar esta intensidad con los valores manejados por el INE (5Kw/m^2) se observa que es muy superior a éste valor y por lo tanto a la distancia señalada de 33.7 m se determinaría la zona de riesgo.

Con Respecto a las instalaciones de la propia empresa, las bodegas estarían a salvo; sin embargo, de tenerse vehículos estacionados dentro del radio de efectos podría presentarse un "efecto dominó".

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 siguiente cuadro

En este caso la Flama Jet tendría una longitud de aproximadamente 11.5 m que corresponde como se observa en el cuadro al valor de radiación térmica manejado por el INE que es de 5 Kw/m^2 para determinar la zona de riesgo.

Cuadro 4.4

Radio de efectos como consecuencia de una Flama Jet

Distancia (m)	I = Flux de Radiación (Kw/m ²)
1	789.90
2	197.47
3	87.76
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

FIGURA 4.6
 AREA DE INFLUENCIA DEL EVENTO EN EL CASO DE UNA BOLA DE FUEGO

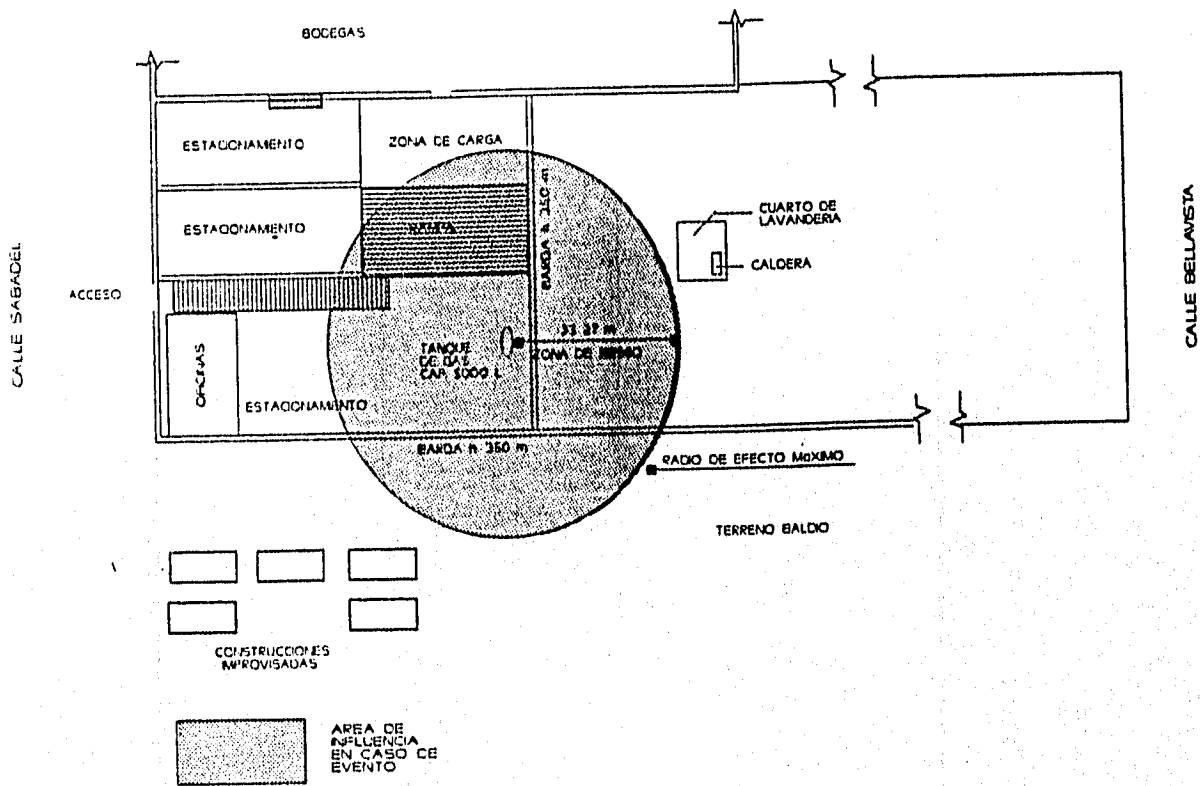
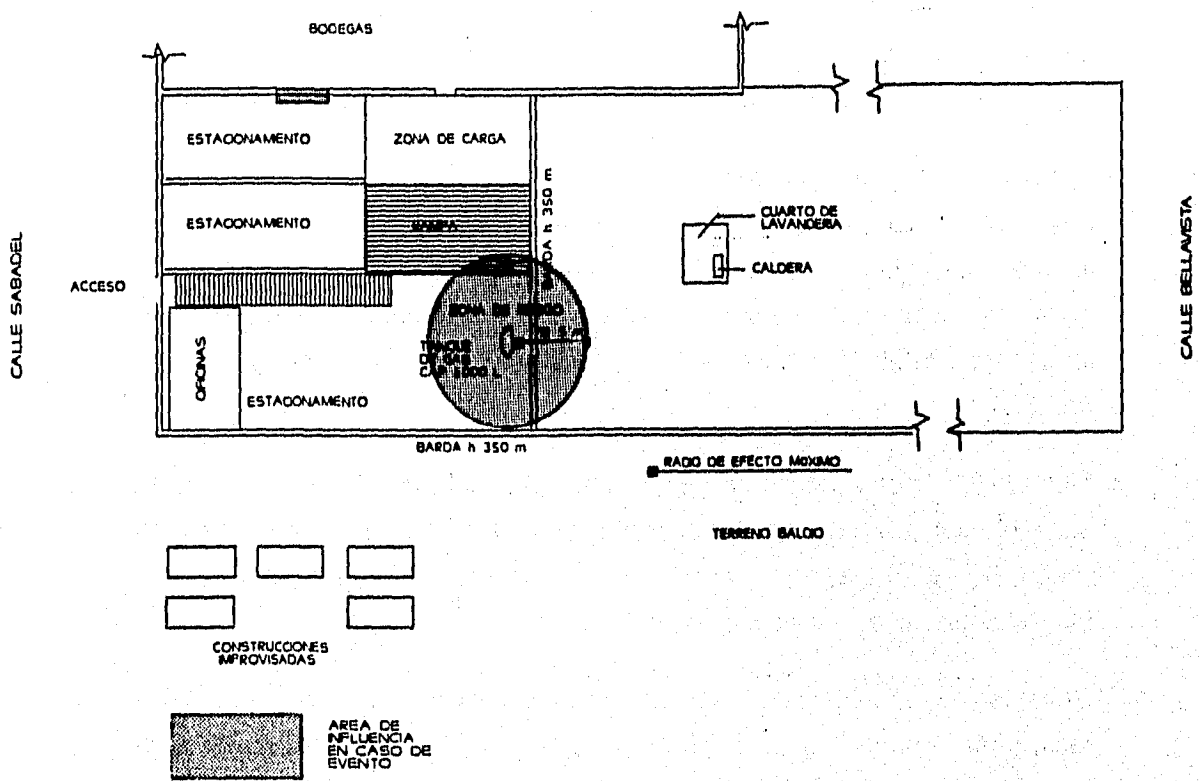


FIGURA 4.7
 FLUX DE RADIACIÓN EN EL CASO DE UNA FLAMA JET



IV.3.1.4 Recomendaciones y conclusiones del proyecto.

IV.3.1.4.1 Definición y justificación de las zonas de protección al rededor de la estación.

Por tratarse del manejo de una sustancia peligrosa como lo es el gas L.P., se ha determinado que la ubicación de la estación de abastecimiento debe ser en base a los siguientes conceptos por prioridad.

1. Asentamientos humanos. la distancia mínima del centro de la estación hasta cualquier construcción para fines habitacionales debe de ser 100 m. Para el caso del proyecto propuesto se satisface esta disposición adecuadamente.
2. Centros de ignición (talleres, hornos, calderas, quemadores, etc.). deben estar localizadas a una distancia mínima de 30 m. Si estos centros de ignición se encuentran protegidos por muros de material no combustible su distancia mínima se reducirá a 8 metros. En el caso del proyecto propuesto los centros de ignición (taller de reparación mecánica) se encuentra a más de 30 m.
3. Motores Eléctricos (no a prueba de explosión) y de combustión interna. La distancia mínima a considerar debe ser de 30 m. Para el caso del proyecto propuesto, el trasiego de gas L.P., se efectuará mediante una bomba blindada a prueba de chispa y explosión.
4. Subestaciones eléctricas. Cuando estas se mantienen abiertas, deben localizarse a una distancia mínima de 30 m y cuando están protegidas con presión de aire positiva, su distancia mínima se reducirá a 8 m.
5. Líneas de alta tensión. La separación entre estas y la estación debe ser de 30 m. en su proyección vertical. En el predio del proyecto no existen líneas de transmisión aéreas o subterráneas.
6. Vías de Ferrocarril. La distancia entre las vías de ferrocarril más próximas y la estación de suministro de gas debe ser de 20 m. En caso de espuelas la distancia será de 10 m. No existen vías de Ferrocarril cercanas a predio.

7. Caminos o calles inmediatos con paso de vehículos automotrices. La estación debe localizarse a 15 m del flujo de vehículos y esta protegida con un muro. En el caso del proyecto propuesto no se tienen calles o carreteras cercanas al sitio propuesto para la estación.
8. Almacenamiento de sustancias combustibles tóxicas. La distancia mínima entre esta área y la estación debe ser de 50 m. En el caso del proyecto propuesto no existen almacenamientos de sustancias combustibles tóxicas cercanas al sitio seleccionado para la estación.
9. Las distancias entre la estación y los equipos e instalaciones que se estipulan tiene la finalidad de satisfacer los objetivos siguientes:
 - a) Permitir el acceso del personal y equipo para la operación y mantenimiento normal.
 - b) Permitir el acceso rápido y fácil a operadores y/o bomberos que llevan a cabo movimientos operacionales en caso de contingencia.
 - c) reducir el riesgo de que las instalaciones vecinas se involucren en situaciones de emergencia.
 - d) Separar fuentes de ignición permanentes, de fuentes probables de escape de productos inflamables.
 - e) Separar instalaciones y equipos de alto riesgo.

◊ Acceso

El acceso de la estación debe ser directo a través de la vía pública y adecuado para permitir la entrada de vehículos. Para el caso del proyecto propuesto, el acceso es de 6.5 m de amplitud, lo que permitirá la entrada y salida de vehículos y personas.

◊ Ubicación

- a) La estación debe ubicarse en planta baja hacia la vía pública y a cielo abierto; dichas condiciones se cumplen en el proyecto propuesto.
- b) Considerar la dirección dominante de los vientos del lugar, de tal manera que no exista posibilidad de que los gases que se lleguen a fugar causada por una falla mecánica del equipo, se trasladen a fuentes de ignición.
- c) Deben evitarse las zona bajas, fácilmente inundables por la precipitación pluvial y acumulación de gases en caso de fuga. En el caso del proyecto propuesto la pendiente es de aproximadamente del 6% que permite el desalojo superficial correcto de las aguas pluviales.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

En la actualidad el tener control sobre sustancias que pueden producir accidentes es una necesidad por los altos costos económicos, los irreparables costos de pérdidas de vidas humanas y daños al ambiente. En este aspecto los estudios de riesgo son un adecuado instrumento de la política ecológica del país que puede ayudar, también, a la reducción de estos acontecimientos.

En México la modalidad a desarrollar de un estudio de riesgo es asignado a criterio de la autoridad, por no estar plasmados en alguna ley o norma los requisitos para su asignación. Esto obliga a los industriales a someterse a las decisiones de la autoridad sin poder ampararse ante la ley, en caso de un desacuerdo en la modalidad que le sea asignada o la metodología que el consultor cree conveniente utilizar y que en algunas ocasiones se pide complementar.

Al hablar de la Unión Europea sobre la influencia que supuse tiene sobre la OCDE, considero que sería de gran beneficio que México tuviera la presencia de un sistema de justicia para regular los incumplimientos con relación a las medidas de seguridad y requerimientos mínimos de obras en construcción o en operación ya que como observé en el recorrido por la zona donde se ubica el proyecto y de acuerdo a algunas notas periodísticas de este tema, con gran frecuencia se ignoran recomendaciones de distancias mínimas, de medidas de seguridad, existencia de un inadecuado mantenimiento en instalaciones de gran peligrosidad. entre otras infracciones.

Se determinó que la sustancia que más participación tiene en los accidentes en México es el gas L.P. Por esto cualquier medida más estricta que se tome para su manejo, de alguna forma, reduciría el número de accidentes en los que éste participa siempre y cuando se cumpliera.

La aplicación de algunas metodologías utilizadas en otros países tanto para la identificación del riesgo como para la evaluación de frecuencias de ocurrencias son basadas en bancos de datos de uso común. En México se carece de este tipo de bancos y la información existente carece de confiabilidad por no existir registros sistematizados. Sería conveniente que alguna dependencia gubernamental, como la SEMARNAP, o alguna cámara industrial formaran un banco de datos confiable o el CENAPRED mejorara el suyo.

El punto anterior ocasionó que para el caso práctico presentado en esta tesis sólo se mencionaran los accidentes o fugas de gas en el DF y el área metropolitana, sin llegar a hacer un análisis histórico y sólo mediante una investigación se determinara los posibles sucesos iniciadores y sus consecuencias (en este caso esto fué hecho por tratarse de una instalación muy simple), y sirvió de apoyo un árbol de sucesos utilizado de una forma cualitativa, lográndose obtener un buen resultado por la razón de que se determinaron y calcularon todos los posibles accidentes adecuadamente.

La bibliografía sobre este tema es muy reducida, esto indica que la protección al medio ambiente en nuestro país ha sido un tema poco analizado, salvo por grupos ecologistas dedicados en su mayor parte al señalamiento de problemas ya acontecidos.

La Ingeniería Civil, desde mi punto de vista, debe contemplar más firmemente la parte preventiva que la correctiva toda vez que el costo de un accidente puede ser mayor que el de no tomar en consideración los riesgos ambientales. La evolución de mayores y más estrictas medidas de control por parte de la autoridad van obligando a tener mayor y mejor conocimiento de este tema.

Toda medida que un Ingeniero Civil tome al estar ejecutando una obra civil, durante la operación normal de ésta, o al formar parte de un grupo de evaluación de alguna instalación, en donde en los tres casos antes mencionados estén presentes sustancias peligrosas que puedan producir explosión, incendio, fuga o derrame de sustancias tóxicas, deben de ser puestas en marcha, por que de éstas dependen un gran número de vidas humanas, daños económicos y deterioros que difícilmente pueden ser

reparados a la naturaleza. Por esto se debe considerar una fase preventiva de la Ingeniería, y romper y poder hablar así de una Ingeniería Preventiva.

ACRÓNIMOS:

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.
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	Pound 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	Secretaría de Salud.
STEL	Short - Term Exposure Limit.
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.

BIBLIOGRAFÍA

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.
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.
9. INE; Gaceta Ecológica, Volumen 1 Número, 1 junio 1989.
10. INE, Gaceta Ecológica, Número 36, septiembre 1995.

ANEXOS

ANEXO 1

**PRIMER Y SEGUNDO LISTADO 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, convierte 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, está se clasificará en fun-

ción de aquella ó aquellas 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 aquellas 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, podrán 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 los 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 aquellas 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:

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-benzotianico
Aldicarb
Arseniato de calcio
Bis clorometil cetona
Bromodiolona

Carbofurano (furadán)
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
Disocianato de isoforona
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
Monocrotosfos (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
Amoníaco 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
I Sulfurofato
Mesitileno
Oxicloruro fosforoso
Pentacarbonilo de fierro
Propionitrilo
Pseudocumeno
Tetracloruro de titanio
Tricloro (clorometil) silano
Vinil norborneno

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
Tiosemicarbacida 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
Acrlonitrilo
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

Carbonato de talio
Metomil
Oxido tálico
Yoduro cianógeno

Tiocianato de etilo
Tolueno (3)

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
Cloroforno
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

VI. Cantidad de reporte: a partir de 100,000 Kg.

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

1,1-Dimetil hidracina
Anhídrido metacrílico
Cumeno
Diclorvos
Eter dicloroetílico
Eter diglicídico
Fenil dicloro arsina
Nevinfos (fosforín)
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 (hidrín)
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.

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.

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 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 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 la instalaciones o medio de transporte dados, y en el caso de formación de nubes explosivas, la presencia de ondas de sobrepresión de 0.5lb/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
Difloruro 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 $<37.8^{\circ}C$
Temperatura de ebullición $<21.1^{\circ}C$
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
Acido cianhídrico
Amileno(cis,trans)
Colodión
Disulfuro de carbono
2-Metil-1-Buteno
2-Metil-2-Buteno
Oxido de propileno
Pentano (Niso)
1-Penteno
1-Penteno
Sulfuro de dimetilo

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
Carbonilo de nísquel
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 Dimeil 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

2-Metil-2-Penteno
4-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 eter
Vinil isopropil éter

IV. Cantidad de reporte a partir de 20,000 kg.

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

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

Etil metil cetona
Etilenimina
Formiato de propilo (Niso)
Fluorobenceno
1-Hexeno
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
Monóxido de butadieno
Nitrato de etilo
2,5-Norbomadieno
Óxido de butileno
Óxido de pentametileno
1,2-Óxido 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

V. Cantidad de reporte a partir de 50,000 kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso:

Gas L.P. comercial ^{III}

VI. Cantidad de reporte a partir de 100,000 kg

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

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)
Amil mercaptan
Benzotrifluoruro

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.)

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 \leq 760 mm hg

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.

ANEXO 2

**GUIAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE RIESGO EN
SUS TRES MODALIDADES.**

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO, MODALIDAD
ANÁLISIS 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 _____ Tel. _____
- I.6.2.- Nombre completo de la persona responsable.
- 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 la verdad.

II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL 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 ó 1:25,000 en la microregión 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. _____ requerida _____
(M²) (M²)

II.2.4.- Origen legal del predio (compra, venta, concesión, expropiación, arrendamiento, etc.).

II.2.5.- Descripción de acceso (marítimos, terrestres y/o aéreos).

II.2.6.- Infraestructura necesaria (actual y proyectada).

II.3.- Actividades conexas (industriales, comerciales y 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 SOCIOECONOMICO:

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 hacina-
miento ? _____
- 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 acuáti-
cas? _____
- 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 cultura-
les, 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 caracterís-
ticas 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 Ecológi-
co 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)?
- Pérdidas de suelo debido a la erosión?
- Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos 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? especificar

III.17.- Existirán durante las etapas de construcción y operación del proyecto, niveles de ruido que pudieran afectar a las poblaciones cercanas a el? _____

III.18.- Existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto? _____

III.19.- Existen especies animales, vegetales (terrestres o acuáticos) en peligro de extinción o únicas, dentro del área del proyecto? _____

III.20.- Existe 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.- Creará 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.

V.- **DISEÑO DEL PROCESO.**

V.1.- Elaborar breve descripción de la historia del proceso.

V.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 INVOLUCRADOS 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 en cuenta para el manejo y almacenamiento.

IV.3.2.2.- Precauciones que se 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 FISICAS.

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 vaporización 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 _____ (ft).

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-acetona=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.- RIESGOS PARA LA 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 carcinogénicas en humanos, por ejemplo Instructivo No. 10 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social u otros. Especificar.

IV.6.- DATOS DE RIESGO DE FUEGO O EXPLOSIÓN.

IV.6.1.- Medios de extinción:

- () Niebla de agua.
- () Espuma.
- () Halon.
- () 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 explosión no usuales.

IV.6.5.- Productos de 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.- Descomposición 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 radioactividad.

IV.10.- Describir las características termodinámicas del proceso.

IV.11.- Describir características de diseño y operativas de los equipos de alto riesgo, (reactores, equipos de 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 también balance de materia y energía.

IV.15.- Especificar en forma detallada sobre el equipo básico de proceso en lo 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 desfoque 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 INSTRUMENTACION

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.- SISTEMAS 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 también describir el 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 Y EVALUACION 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.- EVALUACION DE RIESGO

Descripción 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 calculo 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.- Describir las normas de seguridad y operación para el traslado de los productos utilizados.

- VII.3.- Descripción de los señalamientos utilizados en el transporte de acuerdo a las características de los productos involucrados.
- VII.4.- 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 los transportes.

- VIII.- **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 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 _____ Tel. _____

I.6.2.- Nombre completo de la persona responsable.

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 la verdad.

II.- DESCRIPCION GENERAL DEL 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 DEL PROYECTO.

II.1.1.- Naturaleza del proyecto (descripción general, capacidad proyectada, inversión, vida útil).

II.1.2.- Planes de crecimiento futuro.

II.2.- UBICACION 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 ó 1:25,000 en la microregión 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. _____ requerida _____
(M²) (M²)

II.2.4.- Origen legal del predio (compra, venta, concesión, expropiación, arrendamiento, etc.).

II.2.5.- Descripción de acceso (marítimos, terrestres y/o aéreos).

II.2.6.- Infraestructura necesaria (actual y proyectada).

II.3.- Actividades conexas (industriales, comerciales y 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 SOCIOECONOMICO:

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 hacina-
miento ? _____
- 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 atrac-
ción turística? _____
- III.5.- Es o se encuentra cercano a una zona de recreo (par-
ques, 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 cultu-
rales, 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 caracte-
rísticas 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 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)?
- Pérdidas de suelo debido a la erosión?
- Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos 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? especificar.

III.17.- Existirán durante las etapas de construcción y operación del proyecto, niveles de ruido que pudieran afectar a las poblaciones cercanas a el?

III.18.- Existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto?

III.19.- Existen especies animales, vegetales (terrestres o acuáticos) en peligro de extinción o únicas, dentro del área del proyecto?

III.20.- Existe 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? Describa asimismo, los aspectos demográficos y socioeconómicos del área de interés.

III.23.- Creará 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.- INTEGRACION DEL PROYECTO A LAS POLITICAS 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 CONSTRUCCION.

Materiales requeridos por etapa del proyecto

Material	Cantidad
----------	----------

IV.1.1.- Requerimiento de mano de obra.

IV.1.2.- CONSTRUCCION (DESGLOSE POR ETAPAS) Y MANTENIMIENTO.

IV.1.2.1.- Funcionarios.

IV.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, fuente de suministro, potencia, voltaje).

IV.1.4.5.- Combustibles (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento).

IV.2.- ETAPA DE OPERACION.

IV.2.1.- Descripción del proyecto (debiendo anexar diagramas de flujo y de bloques).

IV.2.2.- Metabolismo Industrial.

IV.2.3.- Descripción de líneas de producción, reacción principal y secundaria.

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 por recipiente).

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 en cuenta 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 FISICAS.

Datos de las sustancias peligrosas que se manejan como: materia prima, producto y subproducto.

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 _____ (ft).

- 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-acetona=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.- RIESGOS PARA LA 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 carcinogénicas en humanos, por ejemplo Instructivo No. 10 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social u otros. Especificar.

IV.3.5.- RIESGO DE FUEGO O EXPLOSION.

IV.3.5.1.- Medios de extinción:

- () Niebla de agua.
- () 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 explosión no usuales.

IV.3.5.5.- Productos de 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.- Descomposición 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.- RADIOACTIVIDAD.

Clasificación de sustancias por radiactividad.

IV.4.- RESIDUOS PRINCIPALES (CARACTERÍSTICAS, VOLUMEN, EMISIONES ATMOSFERICAS, 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.- Uso del agua corriente abajo del proyecto (abastecimiento público, riego, recreo, deporte, hábitat 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 OPERACION

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 la 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 de el 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 1:5000.
- 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 los 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 agua 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 FOTOGRAFICA DEL SITIO DE UBICACION DE LA PLANTA O PROYECTO.

PLAN PARA LA ELABORACION DEL INFORME PRELIMINAR 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 de la Empresa.
- 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 _____ Tel. _____
- 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 la verdad.

II.- DESCRIPCION 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).

II.1.- NOMBRE DE LA PLANTA.

II.1.1.- Planes de crecimiento futuro.

II.2.- UBICACION 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 ó 1:25,000 en la microregión 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 _____ requerida _____
(M²) (M²)

II.2.4.- Origen legal del predio (compra, venta, concesión, expropiación, arrendamiento, etc.).

II.2.5.- Descripción de acceso (marítimos, terrestres y/o aéreos).

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.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.
- Centro 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)?
- Pérdidas de suelo debido a la erosión?
- Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos 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 un 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? Describa asimismo, los aspectos demográficos y socioeconómicos del área de interés.

III.23.- Creará 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.- **INTEGRACION DEL PROYECTO A LAS POLITICAS 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 CONSTRUCCION.

IV.1.1.- Construcción (desglose por etapas) y mantenimiento.

IV.1.2.- Materiales requeridos por etapa del proyecto.

IV.1.3.- Funcionarios.

IV.3.4.- Técnicos.

IV.3.5.- Empleados

IV.3.6.- Obreros.

- IV.3.1.5.- Límite 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.1.7.- Equipos requeridos por etapa del proyecto (en cantidad, tiempo estimado de uso y descripción).
- IV.1.8.- REQUERIMIENTO DE AGUA Y ENERGIA.
- IV.1.8.2.- Agua (origen, fuente, suministro, cantidad, almacenamiento).
- IV.1.8.3.- Agua cruda.
- IV.1.8.4.- Agua potable.
- IV.1.8.5.- Electricidad (origen, fuente de suministro, potencia, voltaje).
- IV.1.8.6.- Combustibles (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento).
- IV.2.- ETAPA DE OPERACION.
- IV.2.1.- Descripción del proyecto (debiendo anexar diagramas de flujo y de 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 por 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.3.3.16.- Por ciento de volatilidad.

IV.3.3.17.- Otros datos.

IV.3.4.- RIESGO PARA LA 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 carcinogénicas 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 EXPLOSION.

IV.3.5.1.- Medio de extinción.

() Niebla de agua.

() Espuma.

() Halon.

() 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.3.3.3.- Inflamabilidad:

Límite Superior de Inflamabilidad (%). _____
Límite Inferior de Inflamabilidad (%). _____

IV.3.3.- DATOS DE REACTIVIDAD.

Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua y potencial de oxidación.

IV.3.3.1.- Sustancia estable ó inestable.

IV.3.3.2.- Condiciones a evitar.

IV.3.3.3.- Incompatibilidad, sustancias a evitar.

IV.3.3.4.- Disposición de componentes peligrosos.

IV.3.3.5.- Polimerización peligrosa.

IV.3.3.6.- Condiciones a evitar.

IV.3.7.- CORROSIVIDAD:

Clasificación de sustancias por su grado de corrosividad.

IV.3.8.- RADIATIVIDAD:

Clasificación de sustancias radiactivas.

IV.4. CONDICIONES DE OPERACION.

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.

Debiendo 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 pétalos, señalando el área de afectación en un plano de localización a escala de 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.- DISPOSICION 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 FOTOGRAFICA DEL SITIO DE UBICACION DE LA PLANTA O PROYECTO.