



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

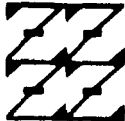
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

## FALLA DE ORIGEN

"GUIA PARA LA ELABORACION DE UN  
ESTUDIO DE ANALISIS DE RIESGOS"

S E M I N A R I O  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :  
MIGUEL ANGEL SOLAEGUI JIMENEZ

C N A M  
FES  
ZARAGOZA



10 HORAS 140  
DE HORAS DE CLASE

MEXICO, D. F.

MARZO DE 1995



## **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 está 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**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"**

---

*SEMINARIO DE TITULACIÓN*

**GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE ANÁLISIS DE RIESGOS**

---

**NOMBRE DEL ALUMNO:** SOLAEGUI JIMÉNEZ MIGUEL ANGEL

**No. de Cuenta:** 8535982-8

**DIRECTOR DEL SEMINARIO:** ING. RODOLFO TORRES BARRERA

  
MIGUEL ANGEL SOLAEGUI JIMÉNEZ  
SOLICITANTE

  
ING. RODOLFO TORRES BARRERA  
DIRECTOR DEL SEMINARIO

**MARZO DE 1995**



Guía para la  
elaboración de  
un estudio de  
Análisis de  
Riesgos

## RESUMEN

El presente trabajo pretende generar la propuesta de una GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE ANÁLISIS DE RIESGOS en plantas industriales. Dicha propuesta se plantea de manera secuencial, en la que después de reconocer las actividades desarrolladas e identificar aquellas que puedan considerarse como de riesgo potencial, se procederá a su definición detallada, así como de los riesgos asociados con las mismas. Posteriormente, se aplicarán diferentes técnicas de análisis de acuerdo con su grado de complejidad, para finalmente evaluar el grado de riesgo que representan.

Guía para la  
elaboración de  
un estudio de  
Análisis de Riesgos

---

**CONTENIDO**

---

**INTRODUCCIÓN**

**GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE RIESGOS EN SU MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGOS**

- 1.- Identificación y Análisis de fuentes de riesgo.**
  - 1.a.- Descripción general de la empresa.
  - 1.b.- Análisis preliminar de riesgos de acuerdo a los materiales manejados.
  - 1.c.- Investigación de las propiedades físicas, químicas y toxicológicas que caracterizan a los materiales manejados.
  - 1.d.- Estudio retrospectivo de accidentes.
  
- 2.- Identificación y Análisis de áreas vulnerables.**
  - 2.a.- Elaboración de listas de verificación.
  - 2.b.- Investigación de las cualidades del área que rodea la instalación, en cuanto a su aspecto físico, natural, socioeconómico y cultural.
  
- 3.- Análisis de medidas preventivas existentes.**
  - 3.a.- Evaluación de sistemas, dispositivos, equipos y procedimientos de seguridad.
  - 3.b.- Evaluación de las condiciones de higiene y del medio ambiente laboral.
  - 3.c.- Revisión de los problemas de contaminación ambiental y medidas de control.
  
- 4.- Evaluación de riesgos.**
  - 4.1.- Métodos cualitativos de evaluación de riesgos.
    - 4.1.a.- Índice Dow.
    - 4.1.b.- Índice Mond.
  - 4.2.- Métodos cuantitativos de evaluación de riesgos.
    - 4.2.a.- Método de Análisis de Riesgos y Operabilidad.
    - 4.2.b.- Análisis de Árbol de Fallas.
  - 4.3.- Modelos de Simulación.

**CONCLUSIONES**

**REFERENCIAS**

**ANEXOS**

- **ANEXO 1** Guía para la elaboración del estudio de riesgos (INE)
- **ANEXO 2** Hojas de datos de seguridad de materiales
- **ANEXO 3** Listas de verificación.

## INTRODUCCIÓN

El aumento en el uso y manejo de sustancias químicas con características de peligrosidad dentro de los procesos productivos, así como el acelerado crecimiento de la población, cuya necesidad la ha obligado a invadir zonas destinadas en un principio exclusivamente al establecimiento de industrias, ha originado el hecho de que un gran número de personas, tanto trabajadores, como ciudadanos en general, estén expuestos en cualquier momento a los peligros que puedan traer consigo dichas situaciones.

Si bien es cierto que cada día, en el diseño de nuevas tecnologías se toman en cuenta ciertas consideraciones para prevenir las causas o condiciones que representen o representarán un riesgo, muchas veces o no se consideran los riesgos asociados con fallas humanas, o bien existen condiciones intrínsecamente riesgosas que no pueden ser eliminadas, por lo que la situación de riesgo queda siempre latente. Entendiéndose por riesgo, la probabilidad de que ocurra algún evento que provoque daños o pérdidas de cualquier tipo (materiales y/o humanas).<sup>(1)</sup>

Todo lo anterior, aunado a la experiencia obtenida por acontecimientos con consecuencias verdaderamente desastrosas, resultado de situaciones no controladas, hace necesaria y obligatoria la realización de un Estudio de Riesgos.

Este estudio de riesgos en su modalidad *ANÁLISIS DE RIESGOS*, tiene por objeto identificar las actividades que se llevan a cabo dentro del proceso productivo y aquellas relacionadas con el mismo, las cuales puedan ocasionar pérdidas materiales y/o humanas, así como provocar efectos adversos a la salud y al equilibrio ecológico. Todo ello con la finalidad de evaluarlas y de establecer el grado de riesgo que representan, e implementar las medidas técnicas de seguridad, preventivas y correctivas tendientes a su minimización, eliminación o control.

Consciente de que la prevención y el control de actividades con un cierto potencial de riesgo, son conceptos indispensables para lograr la preservación de bienes y recursos, parte de los intereses del Estado se han centrado en la protección de la seguridad pública y el medio ambiente. Por lo cual establece los mecanismos y procedimientos legales para la presentación de un estudio de riesgos.

De acuerdo con el Capítulo II, Artículo 6° del REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL<sup>(2)</sup> se obliga a las empresas que pretendan realizar obras o actividades que puedan causar desequilibrios ecológicos y que además sean consideradas altamente riesgosas, a presentar un estudio de riesgo ante la Secretaría correspondiente, para lo cual se cuenta con una guía para su elaboración (ANEXO 1).

Sin embargo, dado que esta guía es de carácter muy general, se pretende generar la propuesta de una ruta para la elaboración de un estudio de análisis de riesgos que la complemente.



## GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE RIESGOS EN SU MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGOS

La elaboración de un estudio de *ANÁLISIS DE RIESGOS* consistirá principalmente de 4 etapas consecutivas:

### 1) IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE FUENTES DE RIESGOS.

Etapa que se basa en la elaboración de una descripción general de la empresa en cuestión, con el objeto de identificar las actividades que son desarrolladas en la misma.

### 2) IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ÁREAS VULNERABLES.

Etapa de descripción de las áreas que conforman la empresa, así como las cualidades del medio físico, natural y socioeconómico del área circundante a la misma.

### 3) ANÁLISIS DE MEDIDAS PREVENTIVAS EXISTENTES.

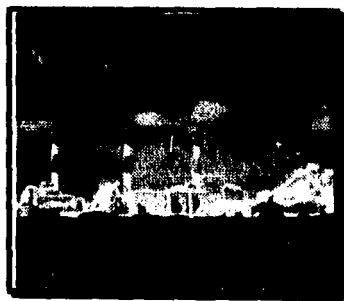
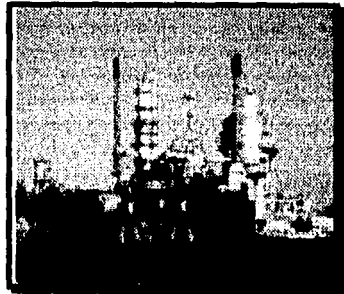
Etapa de evaluación de condiciones, acciones o medidas preventivas existentes y que en un momento dado pudieran contribuir a atenuar el grado de riesgo de una instalación.

### 4) EVALUACIÓN DE RIESGOS.



Etapa de aplicación de técnicas y procedimientos, para la determinación del grado de riesgo que representan las actividades desarrolladas.

1) IDENTIFICACIÓN Y  
ANÁLISIS DE FUENTES  
DE RIESGOS



1) IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE FUENTES DE RIESGOS.



## **1) IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE FUENTES DE RIESGOS**

Como primer paso y para contar con una base en la realización del estudio, se procederá a elaborar una descripción general de la empresa en cuestión. Para tal efecto, deberán cubrirse los siguientes aspectos, los cuales permitirán identificar las actividades desarrolladas en la misma.

**1.a.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.**

**1.b.- ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS DE ACUERDO A LOS MATERIALES MANEJADOS.**

**1.c.- INVESTIGACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y TOXICOLÓGICAS QUE CARACTERIZAN A LOS MATERIALES MANEJADOS.**

**1.d.- ESTUDIO RETROSPECTIVO DE ACCIDENTES.**

### **1.a.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.**

Se procederá a la recopilación de aquella información que permita identificar rápidamente las actividades desarrolladas por la empresa.

---

**NOMBRE DE LA EMPRESA U ORGANISMO.**

**GIRO DE LA EMPRESA.**

**DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO.**

**FECHA DE INICIO DE OPERACIONES.**

**UBICACIÓN.**

Dirección, coordenadas del predio y usos del suelo.

**SUPERFICIE.**

Total y ocupada.

**POLÍTICAS Y ORGANIGRAMA FUNCIONAL.**

**AUTORIZACIONES OFICIALES.**

Licencia de Funcionamiento, Licencia de uso de suelo, permisos especiales, etc.

---

### **1.b.- ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS DE ACUERDO A LOS MATERIALES MANEJADOS.**

El alcance en esta fase es identificar el grado de riesgo que representa alguna actividad comercial, productiva o de manejo de materiales en base a los listados de actividades altamente riesgosas <sup>(3,4)</sup>, publicados en el Diario Oficial de la Federación, y referentes al manejo de sustancias tóxicas, inflamables y/o explosivas; así como con la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993 <sup>(5)</sup>, la cual establece un listado de residuos peligrosos.

En dichos listados, se especifican los materiales considerados como peligrosos, así como la cantidad mínima de sustancia peligrosa que pudiera ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a los bienes. Dicha cantidad mínima se denomina CANTIDAD DE REPORTE.

Para llevar a cabo la determinación del grado de riesgo debe contarse con un inventario de los materiales manejados en la instalación. Deben incluirse tanto materias primas, productos y subproductos, así como aquellos materiales utilizados para el mantenimiento y los residuos generados, ya sea en producción, proceso, transporte, almacenamiento, uso, disposición final, o la suma de éstas. En dicho inventario deberá especificarse la cantidad de manejo de cada uno de los materiales, su estado físico y la forma en la que son almacenados.

Con dicho inventario se procederá a hacer una comparación con los listados antes mencionados, y en caso de rebasar las cantidades de reporte especificadas dentro de éstos, se considerará de manera preliminar, que dentro de la instalación se realizan actividades consideradas como de alto riesgo.

#### **1.c.- INVESTIGACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y TOXICOLÓGICAS QUE CARACTERIZAN A LOS MATERIALES MANEJADOS.**

Dado que resulta necesario contar con la información lo más detallada posible con respecto a las sustancias manejadas dentro de los procesos y actividades productivas, se considera por tanto indispensable el contar con las llamadas **HOJAS DE SEGURIDAD DE MATERIALES** <sup>(6)</sup> (ANEXO 2). Dichas hojas serán el resultado de la recopilación referente a las propiedades físicas, químicas y toxicológicas de los materiales y de los riesgos asociados con su manejo, así como de las medidas de seguridad que deberán ser implementadas y las acciones a seguir en caso de emergencia.<sup>(7,8,9,10,11,12)</sup>

#### **1.d.- ESTUDIO RETROSPECTIVO DE ACCIDENTES.**

El estudio de accidentes pasados, sus consecuencias y efectos, así como las circunstancias en las cuales ocurrieron, es básico tanto para identificar los procesos y situaciones propensas a los mismos, como su impacto a la salud y al medio ambiente, facilitando la definición e implementación de medidas preventivas y de reacción para combatir emergencias.

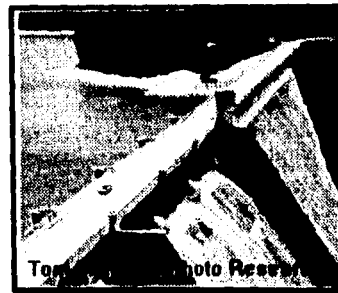
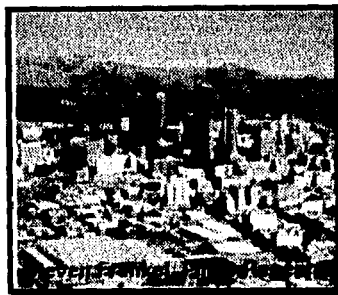
Si se dispone de datos adecuados y suficientes, es posible obtener resultados esclarecedores de un estudio retrospectivo. Es por ello, que deberá ser efectuada una investigación exhaustiva, la cual implique:

- La investigación de accidentes o condiciones intrínsecamente riesgosas que pudieran presentarse de acuerdo al proceso o actividades desarrollados en las instalaciones bajo estudio. Es decir, que de acuerdo con las operaciones que se lleven a cabo, se definirán riesgos específicos asociados con éstas.<sup>(13)</sup>
- Revisión de las estadísticas de accidentes ocurridos relacionados con las actividades desarrolladas. La investigación de accidentes ocurridos y estadísticamente cuantificados.<sup>(14)</sup>
- Revisión de informes de accidentes e incidentes y de fallas frecuentes en equipos y maquinaria de proceso que involucren un riesgo a la salud y de incendio y explosión.<sup>(15)</sup>

Hay un número de factores que dificultan la realización de estudios retrospectivos satisfactorios de accidentes y que pueden afectar la calidad de los resultados. El principal problema es que en las descripciones disponibles de accidentes sólo de vez en cuando, se da una idea clara de sus características importantes. Muchas veces la información disponible se basa en informes de testigos que no comprendieron las implicaciones técnicas de lo que presenciaron.

Otro problema es la cuantificación, generalmente inadecuada, ya que los accidentes graves normalmente son objeto de encuestas oficiales, mientras que los accidentes menores (sobre todo en aquéllos donde no ha habido muertes), muchas veces no son estudiados a detalle, o ni siquiera son reportados.

Es por ello que para lograr una plena identificación de cualquier accidente ocurrido deberán tomarse en cuenta los siguientes datos: la fuente u origen, la razón o causa aparente, el sitio del accidente y el área afectada, la cantidad de productos químicos liberados y/o recuperados, las propiedades de los productos químicos liberados, la dinámica de la fuga, las rutas principales de exposición humana, el impacto sobre la salud humana, el impacto ambiental, social y económico, los métodos de rehabilitación ambiental y el nivel de manejo de recursos para responder a emergencias.<sup>(16)</sup>



2) IDENTIFICACIÓN Y  
ANÁLISIS DE ÁREAS  
VULNERABLES

2) IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ÁREAS VULNERABLES.



## **2) IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ÁREAS VULNERABLES.**

El siguiente paso consiste en la elaboración de una descripción detallada de las actividades desarrolladas en la empresa así como la definición de las cualidades del medio físico, natural y socioeconómico. Para tal efecto, deberán cubrirse los siguientes aspectos:

### **2.a.- ELABORACIÓN DE LISTAS DE VERIFICACIÓN.**

### **2.b.- INVESTIGACIÓN DE LAS CUALIDADES DEL ÁREA QUE RODEA LA INSTALACIÓN, EN CUANTO A SU ASPECTO FÍSICO, NATURAL, SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL.**

## 2.a.- ELABORACIÓN DE LISTAS DE VERIFICACIÓN.

Como requisito para la aplicación de cualquier método de identificación de riesgos potenciales es recomendable realizar una inspección de las instalaciones, para ello se hace uso de las llamadas **LISTAS DE VERIFICACIÓN**.

Las **LISTAS DE VERIFICACIÓN** son documentos elaborados en forma de cuestionario, cuyas respuestas deberán detallar las características propias de una planta, un área o una unidad según sea el caso. Todo esto con el objeto de contar con los datos necesarios para poder compararlos con los estándares establecidos, es decir, para confrontar el "es" con el "debería ser".

En un momento dado puede generarse una lista de verificación global, la cual cubra toda la instalación. Sin embargo, su aplicación resulta ser muy complicada. La elaboración de estas listas puede ser tan detallada como se desee y deberán definir claramente sus objetivos y avances para evitar pérdidas de tiempo y recursos. Pueden enfocarse a cubrir diferentes aspectos, por lo que es recomendable que sean realizadas y aplicadas por grupos multidisciplinarios en los que se incluyan áreas como: Seguridad e Higiene<sup>(17)</sup>; Producción, Mantenimiento y Procesos<sup>(16)</sup>; Control Ambiental<sup>(18)</sup>, etc.

El uso de estas listas permite realizar una identificación preliminar de los peligros y problemas que se presentan dentro de una instalación en el punto mismo de su origen, con la particular ventaja de poder llevar a cabo las acciones correctivas tendientes a eliminarlas.

Aquéllos que no puedan ser identificados durante esta etapa, entrarán a una siguiente fase, en la cual se identificará el grado de riesgo que presentan y se implementarán las medidas pertinentes para su control.

Estas listas serán de gran ayuda para el reconocimiento de condiciones de operación y de las características de instrumentación y control; así también de los procedimientos para el manejo de sustancias y de las condiciones de seguridad e higiene (ANEXO 3).

## 2.b.- INVESTIGACIÓN DE LAS CUALIDADES DEL ÁREA QUE RODEA LA INSTALACIÓN, EN CUANTO A SU ASPECTO FÍSICO, NATURAL, SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL.

En esta etapa se propone la realización de una descripción de las cualidades del medio físico, natural y socioeconómico del área circundante al proyecto en estudio, con el objeto de determinar los efectos que se producirían en caso de que se presentara una liberación accidental de agentes químicos o las consecuencias de un incidente de riesgo o explosión que pudiera extenderse más allá de los límites de dicho proyecto. Esto es, se logra establecer una base comparativa que evalúe los posibles riesgos asociados con la planta y sus repercusiones sociales, económicas y ambientales en las áreas de influencia.

Entre los puntos que deberá considerar la descripción se encuentran los siguientes:

### *RASGOS FÍSICOS*

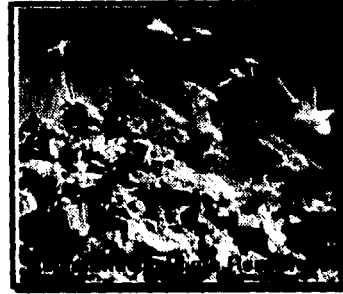
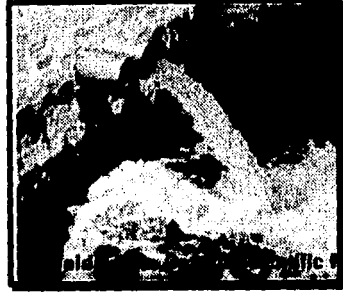
- CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.
- CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.
- HIDROLOGÍA.

### *RASGOS BIOLÓGICOS*

- VEGETACIÓN.
- FAUNA.

### *RASGOS SOCIOECONÓMICOS*

- POBLACIÓN
- SERVICIOS
  - SERVICIOS PÚBLICOS
  - VÍAS DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE.
  - CENTROS EDUCATIVOS, CULTURALES Y RECREATIVOS.
  - CENTROS DE SALUD
  - VIVIENDA
- ACTIVIDADES ECONÓMICAS.
  - AGRICULTURA
  - GANADERÍA
  - PESCA
  - INDUSTRIALES



3) ANÁLISIS DE  
MEDIDAS PREVENTIVAS  
EXISTENTES

3) ANÁLISIS DE MEDIDAS PREVENTIVAS EXISTENTES.



### **3) ANÁLISIS DE MEDIDAS PREVENTIVAS EXISTENTES**

Esta etapa de evaluación de las condiciones, acciones o medidas preventivas existentes y que en un momento dado pudieran contribuir a atenuar el grado de riesgo de una instalación se vuelve de particular importancia en este estudio, ya que proporcionan una idea en cuanto a la organización de la empresa y de la infraestructura con que cuenta la misma en materia de control ambiental y seguridad.

**3.a.-EVALUACIÓN DE SISTEMAS, DISPOSITIVOS, EQUIPOS Y PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD.**

**3.b.- EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE HIGIENE Y DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.**

**3.c.- REVISIÓN DE LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y MEDIDAS DE CONTROL.**

### **3.a.-EVALUACIÓN DE SISTEMAS, DISPOSITIVOS, EQUIPOS Y PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD.**

Dado que una actitud enfocada hacia los tópicos de seguridad reduce significativamente la frecuencia de accidentes, se requiere realizar una revisión de los sistemas y equipos de seguridad existentes dentro de la instalación. Deberá contemplarse la existencia de:

- 
- POLÍTICAS GENERALES DE SEGURIDAD.
  - PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD.
  - PROGRAMAS DE EVACUACIÓN.
  - EQUIPO Y SISTEMAS CONTRA INCENDIO.
  - PLANES DE CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO.
- 

### **3.b.- EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE HIGIENE Y DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.**

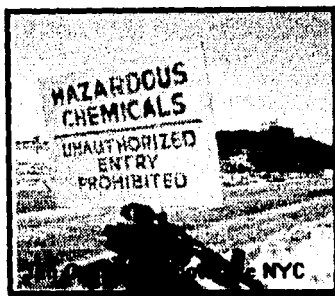
Las condiciones de las instalaciones de trabajo y los elementos con que se cuenta para la correcta realización de las actividades deben ser consideradas de particular importancia, ya que cualquier descuido en el área laboral, representa un riesgo no sólo para las instalaciones, sino también para la salud de los trabajadores. Deberá contemplarse la existencia de.

- 
- PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
  - PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN PARA CADA ACTIVIDAD
  - ESTUDIOS EN ÁREA LABORAL Y SERVICIOS DE ENFERMERÍA.
-

### **3.c.- REVISIÓN DE LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y MEDIDAS DE CONTROL.**

El reconocer que las emisiones contaminantes de cualquier tipo, pueden ejercer influencia directa en cuanto a la probabilidad de riesgo resulta ser un punto de extrema importancia. Tales emisiones podrían contribuir a incrementar el grado de riesgo por fuego y/o explosión dependiendo de las actividades que se desarrollen. Deberá revisarse lo siguiente:

- 
- **EMISIONES CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA.** Incluye la revisión de los equipos generadores y de los equipos de control.
  - **AGUA RESIDUAL.** Revisión de los parámetros que contribuyen a la contaminación y los sistemas de control.
  - **RESIDUOS INDUSTRIALES.** Generación y disposición de residuos peligrosos.
-



4) EVALUACIÓN DE  
RIESGOS

4) EVALUACIÓN DE RIESGOS.





#### **4) EVALUACIÓN DE RIESGOS.**

En esta etapa se llevará a cabo la aplicación de técnicas y procedimientos, para la determinación del grado de riesgo que representan las actividades desarrolladas. Estableciendo la probabilidad de que se presente el riesgo en la fuente y determinar cómo afectaría las áreas vulnerables, aplicando primero metodologías de tipo cualitativo, basadas en juicios de expertos y que identificarán aquellas áreas que representan un mayor riesgo.

El siguiente paso consiste en la realización de una evaluación más detallada de éstas mediante estudios de operabilidad (técnicas de tipo cuantitativo). Este campo se concentra en el examen crítico de un proceso y de las probabilidades de ocurrencia de un riesgo por falla en la operación, o por falla de funcionamiento de equipos o partes del mismo. Consiste de estudios más profundos y de mayor detalle, cuyos resultados se consideran de gran relevancia. Por tanto se requiere mayor tiempo e información para su elaboración.

Por último se aplicarán modelos de simulación para el análisis de riesgos y la evaluación de consecuencias probables en las áreas vulnerables identificadas.

##### **4.1.- MÉTODOS CUALITATIVOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS.**

**4.1.a.- ÍNDICE DOW**

**4.1.b.- ÍNDICE MOND**

##### **4.2.- MÉTODOS CUANTITATIVOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS.**

**4.2.a.- MÉTODO DE ANÁLISIS DE RIESGOS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**

**4.2.b.- ANÁLISIS DE ÁRBOL DE FALLAS.**

##### **4.3.- MODELOS DE SIMULACIÓN.**

#### **4.1.- MÉTODOS CUALITATIVOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS.**

Como primer paso dentro del estudio de *ANÁLISIS DE RIESGOS* propiamente dicho, se procederá a la aplicación de las técnicas que se enfocan a determinar y evaluar los riesgos potenciales de incendio, explosión y toxicidad en las diferentes áreas con respecto a los materiales que se manejan. La aplicación de las técnicas propuestas puede ser efectuada de manera secuencial o bien seleccionando una de ellas de acuerdo con la calidad de información de que se disponga.

##### **4.1.a.- ÍNDICE DOW**

Es un procedimiento de análisis para la determinación y jerarquización de riesgos tanto de incendio y explosión, como de toxicidad, en áreas o unidades de proceso que se consideren susceptibles a presentarlos. El procedimiento es sencillo y práctico ya que realiza una evaluación de riesgos potenciales.

La técnica consiste en la asignación de valores numéricos de penalización, los cuales se aplican de acuerdo con el tipo de proceso o las actividades desarrolladas. Junto con las características propias de los materiales manejados y la cantidad presente de los mismos, delimitan el grado de riesgo.

---

##### **INFORMACIÓN REQUERIDA:**

- PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN LA PLANTA.
  - DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ÁREAS Y DE LOS PROCESOS O ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LAS MISMAS.
  - GUÍA Y FORMATO DE TRABAJO PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DOW DE FUEGO Y EXPLOSIÓN.<sup>(19,20)</sup>
-

## PROCEDIMIENTO DE APLICACION INDICE DOW

IDENTIFICACION DE AREAS O UNIDADES DE PROCESO QUE PRESENTEN UN MAYOR IMPACTO O QUE CONTRIBUYAN AL RIESGO DE INCENDIO Y/O EXPLOSION.

SELECCION DE UN AREA O UNIDAD

IDENTIFICACION DE LOS MATERIALES MANEJADOS Y SELECCION DE UNO DE ELLOS, EL CUAL SERA DENOMINADO MATERIAL CLAVE

DETERMINACION DEL FACTOR MATERIAL.  
Medida de la intensidad de energía liberada por un compuesto, mezcla o sustancia. Depende de las propiedades del material.

DETERMINACION DE LOS RIESGOS DEL PROCESO: GENERALES (F1) Y ESPECIALES (F2). Evaluación de cada uno de los factores que puede contribuir a incrementar el grado de riesgo mediante la aplicación de una penalización adecuada.

DETERMINACION DEL FACTOR DE RIESGOS (F3).  
 $F3 = F1 \times F2$   
Es la medida de la magnitud del daño probable relativo a la exposición o a la combinación de los factores utilizados en el análisis.

DETERMINACION DEL INDICE DOW DE FUEGO Y EXPLOSION  
 $IFE = \text{Factor Material} \times F3$   
Es la probabilidad de daño de fuego o explosión al área determinada por el radio de exposición.

RADIO DE EXPOSICION  
Representa el área que rodea la unidad y que podría ser afectada en caso de presentarse un incendio o explosión.

FACTORES DE CORRECCION POR MEDIDAS DE SEGURIDAD.  
Factores que en caso de estar presentes disminuyen el grado de riesgo del área o unidad.

INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION	CATEGORIA
1 - 60	LIGERO
61 - 96	MODERADO
97 - 127	INTERMEDIO
128 - 158	GRAVE
MAS DE 158	SEVERO

# INDICE DOW DE FUEGO Y EXPLOSION

EMPRESA O PLANTA		FECHA:	
AREA O UNIDAD DE PROYECTO			
MATERIALES			
MATERIAL CLAVE		FACTOR MATERIAL (FM):	
<i>INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSION</i>			
I. RECURSOS HUMANOS, PROCESO		RCP	
CARACTERISTICAS	FACTOR SUGERIDO	FACTOR USADO	
1. RECURSOS HUMANOS	0.0125		
2. RECURSOS HUMANOS	0.0200		
3. MANEJO DE MATERIALES	0.0025		
4. UNIDAD OPERATIVA DE PROCESO	0.0090		
5. MECANISMOS DE EMERGENCIA	0.0030		
6. OPERARIAS	0.0050		
<i>RCP = SUMA DE RCP</i>			
II. RECURSOS MATERIALES DEL PROCESO		RMP	
1. TIPO MATERIAS DE PROCESO			
a) SOBRE PUNTO DE ESTABILIDAD	0.0050		
b) SOBRE PUNTO DE ERECCION	0.0065		
c) SOBRE PUNTO DE ATORQUE	0.0075		
2. PATA PRESION (STRAN) (TRIAS)	0.0050		
3. OPERACIONES GENERALES DE CONSERVACION DE ESTABILIDAD			
a) PATRON DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO	0.0050		
b) DEBILIDAD LOCAL DE PUNTA	0.0050		
c) OPERACIONES PERMANENTES EN ESTADIOS DE ESTABILIDAD	0.0090		
d) OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE CARRILES DE FERROVIA Y PIPAS	0.0040		
4. PRESIONES EXPLOSION	0.0200		
5. PRESIONES DE OPERACION	0.0150		
6. RAZA TEMPERATURA	0.0050		
7. CONTROL DE MATERIA ESTABILIZANTE			
a) CORTES Y OROGENAS EN PROCESO	0.0300		
b) CORTES Y OROGENAS EN ALMACENAMIENTO	0.0300		
c) SUELOS EN ALMACENAMIENTO	0.0400		
8. CORRIENTES Y OROGENAS	0.0075		
9. FUGAS EN CONEXIONES Y EMPUNTES	0.0150		
10. FACTOR CALIENTADO A FUEGO DIRECTO	0.0100		
11. INTERCAMBIO DE CALOR CON AGENTE TERMICO	0.0115		
12. FUENTES DE CALOR	0.0050		
<i>RMP = SUMA DE RMP</i>			
<b>FACTOR DE RIESGO DE PROCESO (PR) = (I + RCP + RMP) + RFD</b>			
<b>INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSION: IBE = FM * PRP</b>			
<b>FACTORES DE DAÑO:</b>			

CLASIFICACION DE RIESGOS INDICE DOW			
TIPO DE RIESGO	INDICE	GRADO	
INCENDIO Y EXPLOSION			
RADIO DE EXPOSICION (m)			
OBSERVACIONES:			
CARACTERISTICA	SUGERIDO	FACTOR USADO	
<b>I. CONTROL DE PROCESO</b>			
A) ENERGIA DE EMERGENCIA	0.97 - 1.0		
B) ENRIAMIENTO	0.95 - 1.0		
C) CONTROL DE EXPLOSIONES	0.75 - 1.0		
D) PUNTO DE EMERGENCIA	0.94 - 1.0		
E) CONTROL POR COMPUTADORA	0.89 - 1.0		
F) CASINERIE	0.90 - 1.0		
G) PROCEDIMIENTOS DE OPERACION	0.86 - 1.0		
H) REVISIONES DE REACTIVOS QUIMICOS	0.85 - 1.0		
<i>PRODUCTO DE FACTORES POR CONTROL DE PROCESO = CI =</i>			
<b>II. AISLAMIENTO DE MATERIALES</b>			
A) VALVULAS DE CONTROL REMOTO	0.91 - 1.0		
B) DESMARCAS A VERTEDOROS	0.85 - 1.0		
C) SISTEMAS DE DRENAR	0.85 - 1.0		
D) INTERLOCK	0.90 - 1.0		
<i>PRODUCTO DE FACTORES POR AISLAMIENTO DE MATERIALES = C2 =</i>			
<b>III. PROTECCION CONTRA INCENDIOS</b>			
A) DETECCION DE FUGAS	0.90 - 1.0		
B) ACERO ESTRUCTURAL	0.92 - 1.0		
C) TANQUES METALIZADOS	0.75 - 1.0		
D) SISTEMAS DE AGUA	0.90 - 1.0		
E) SISTEMAS ESPECIALES	0.85 - 1.0		
F) SISTEMAS DE ROCIADORES	0.60 - 1.0		
G) OBTINAS DE AGUA	0.95 - 1.0		
H) ESPUMA	0.87 - 1.0		
D) EXTINGUIDORES	0.92 - 1.0		
J) PROTECCION A LINEAS ELECTRICAS	0.90 - 1.0		
<i>PRODUCTO DE FACTORES POR PROT. CONTRA INCENDIO = C3 =</i>			
PRODUCTO DE FACTORES DE SEGURIDAD		C1 * C2 * C3	
FACTOR DE SEGURIDAD DEPOSITIVO		CD	
INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION COMBINADO = IBE * CD		INDICE	GRADO

#### 4.1.b.- ÍNDICE MOND

La técnica de estimación del *ÍNDICE MOND* consiste en la determinación y jerarquización de riesgos potenciales en aquellas áreas que puedan presentar un mayor impacto o que contribuyan al riesgo de incendio, explosión y toxicidad.

El procedimiento de análisis consiste en la asignación de valores numéricos de penalización, los cuales se aplican de acuerdo con el tipo de proceso o las actividades desarrolladas. Es un estudio que toma en cuenta mayor número de consideraciones y factores que el procedimiento utilizado para el cálculo del *ÍNDICE DOW*. Permite identificar algunas de las áreas que requieren un estudio más detallado de riesgo.

#### INFORMACIÓN REQUERIDA:

- PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN LA PLANTA.
- DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ÁREAS Y DE LOS PROCESOS O ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LAS MISMAS.
- LISTA DE MATERIALES MANEJADOS EN CADA ÁREA.
- GUÍA Y FORMATO DE TRABAJO PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE MOND DE FUEGO, EXPLOSIÓN Y TOXICIDAD.<sup>(11)</sup>

La técnica evalúa el grado de riesgo de diferentes aspectos a los cuales asigna un índice parcial, para posteriormente relacionar éstos y concentrarlos en el cálculo de un índice global. Los índices con sus correspondientes categorías se presentan a continuación:

ÍNDICE GENERAL DE RIESGOS (D)	
ÍNDICE	CATEGORÍA
0 - 20	SUAVE
20 - 40	LIGERO
40 - 60	MODERADO
60 - 75	MOD ALTO
75 - 90	ALTO
90 - 115	EXTREMO
115 - 150	MUY EXTREMO
150 - 200	POT. CATASTRÓFICO
> 200	MUY CATASTRÓFICO

ÍNDICE DE RIESGO DE INCENDIO (F)	
ÍNDICE	CATEGORÍA
0-50 E3	LIGERO
50 E3-100 E3	BAJO
100 E3-200 E3	MODERADO
200 E3-400 E3	ALTO
400 E3-1,000 E3	MUY ALTO
1 E6-2 E6	INTENSO
2 E6-5 E6	EXTREMO
5 E6- 10 E6	MUY EXTREMO

**ÍNDICE UNITARIO DE TOXICIDAD (U)**

ÍNDICE	CATEGORÍA
0 - 1	LIGERO
1 - 3	BAJO
3 - 6	MODERADO
6 - 10	ALTO
> 10	MUY ALTO

**ÍNDICE DE TOXICIDAD MAYOR (C)**

ÍNDICE	CATEGORÍA
0 - 20	LIGERO
20 - 50	BAJO
50 - 200	MODERADO
200 - 500	ALTO
> 500	MUY ALTO

**ÍNDICE DE EXPLOSIÓN INTERNA (E)**

ÍNDICE	CATEGORÍA
0 - 1	LIGERO
1 - 2.5	BAJO
2.5 - 4	MODERADO
4 - 6	ALTO
> 6	MUY ALTO

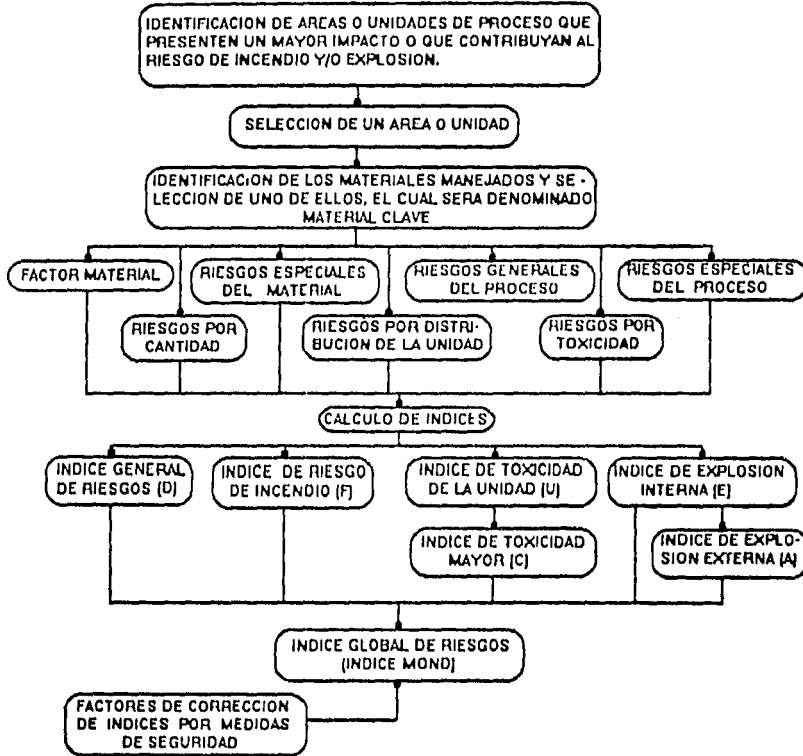
**ÍNDICE DE EXPLOSIÓN EXTERNA (A)**

ÍNDICE	CATEGORÍA
0 - 10	LIGERO
10 - 30	BAJO
30 - 100	MODERADO
100 - 500	ALTO
> 500	MUY ALTO

**FACTOR GLOBAL DE RIESGO (R)**

ÍNDICE	CATEGORÍA
0 - 20	SUAVE
20 - 100	BAJO
100 - 500	MODERADO
500 - 1100	ALTO (GRUPO 1)
1100 - 2500	ALTO (GRUPO 2)
2500 - 12500	MUY ALTO
12500 - 65000	EXTREMO
> 65000	MUY EXTREMO

# PROCEDIMIENTO DE APLICACION INDICE MOND



## INDICE MOND DE FUEGO, EXPLOSION Y TOXICIDAD

EMPRESA PLANTA:		FECHA:
AREA O UNIDAD DE PROCESO:		
MATERIALES:	REACCION QUIMICA:	
MATERIAL CLAVE:	FORMULA QUIMICA:	
I. FACTOR PROPIO DEL MATERIAL CLAVE (PM)		DETERMINADO POR:
<b>II. RIESGOS ESPECIFICOS DEL MATERIAL (REMC)</b>		
CARACTERISTICA	SUGERIDO	FACTOR USADO
1. MATERIAL OXIDANTE	0 - 20	
2. REACCION PELIGROSA EN AGUA	0 - 30	
3. CARACTERISTICAS DE DISPERSION Y MELTADROBIO	50 - 60	
4. COMBUSTION ESPONTANEA	30 - 250	
5. PENALIZACION ESPONTANEA	25 - 75	
6. SENSIBILIDAD A LA IGNICION	75 - 150	
7. DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	75 - 125	
8. DETONACION EN FASE GASEOSA	0 - 150	
9. EXPLOSION EN FASE CONDENSADA	200 - 1500	
10. OTROS	0 - 150	
<b>SUMA DE FACTORES DE [REMC] (M) =</b>		
<b>III. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (RGP)</b>		
1. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS	10 - 60	
2. REACCION UNICA CONTINUA	25 - 50	
3. REACCION UNICA POR LOTES	10 - 60	
4. REACCIONES MULTIPLES EN UN MISMO EQUIPO	0 - 75	
5. TRANSFERENCIA DE MATERIALES	0 - 160	
6. CONTENEDORES PORTATILES	50 - 100	
<b>SUMA DE FACTORES [RPG] (P) =</b>		
<b>IV. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (REP)</b>		
1. BAJA PRESION (<1 kg/cm <sup>2</sup> abs.)	0 - 100	
2. ALTA PRESION (AP)	0 - 160	
3. BAJA TEMPERATURA		
A) ACERO AL CARBON (+10°C a 0°C)	15	
B) ACERO AL CARBON (BAJO DE -10°C)	60 - 100	
C) OTROS MATERIALES	0 - 100	

<b>4. ALTA TEMPERATURA</b>		
A) MATERIALES INFLAMABLES	0 - 40	
B) RESISTENCIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION	0 - 25	
<b>5. CORROSION Y EROSION</b>		
0 - 150		
6. FUGAS EN JUNTAS Y EMPAQUES	0 - 60	
7. VIBRACION	0 - 50	
<b>8. PROCESO O REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR</b>		
20 - 300		
<b>9. OPERACION EN O CERCA DE INTERVALO DE INFLAMABILIDAD</b>		
0 - 150		
10. RIESGO DE EXPLOSION MAYOR	40 - 100	
11. POLVOS O NEBLAS RIESGOSAS	30 - 70	
12. MATERIALES FUERTEMENTE OXIDANTES	6 - 300	
13. SENSIBILIDAD A LA IGNICION	0 - 75	
14. RIESGOS ELECTROSTATICOS	0 - 200	
<b>SUMA DE FACTORES [REP] (S) =</b>		
<b>V. RIESGOS POR CANTIDAD (RPC)</b>		
1. VOLUMEN (m <sup>3</sup> )		
2. DENSIDAD (ton)		(L)
3. TEMPERATURA DE PROCESO		(P)
<b>RIESGO POR CANTIDAD [RPC] (Q) =</b>		
1 - 100		
<b>VI. RIESGOS POR CONSTRUCCION Y DISTRIBUCION DE EQUIPO (RCDE)</b>		
1. ALTURA DE LA UNIDAD H (m)		
2. SUPERFICIE DE TRABAJO N (m <sup>2</sup> )		
3. DISEÑO ESTRUCTURAL	0 - 200	
4. EFECTO "DOMINIO"	0 - 250	
5. INSTALACIONES SUBTERRANEAS	0 - 150	
6. DRENAJE SUPERFICIAL	0 - 100	
7. OTROS	0 - 250	
<b>SUMA DE FACTORES [RCDE] (L) =</b>		
<b>VII. RIESGOS POR TOXICIDAD (RPT)</b>		
1. PENALIZACION POR TLV (THRESHOLD LIMIT VALUE)	0 - 300	
2. FORMA DE MATERIAL	25 - 200	
3. EXPOSICION CORTA	100 - 150	
4. ABSORCION POR LA PIEL	0 - 300	
5. FACTORES FISICOS	0 - 300	
<b>SUMA DE FACTORES [RPT] (T) =</b>		



VIII. CALCULO DE INDICES DE RIESGOS		
INDICES	VALOR	CATEGORIA
1. INDICE GENERAL DE RIESGOS (DOW EQUIVALENTE) $D = FM(1+M/100)I+P/100(I+S+Q)+L/100+T/100$		
2. INDICE DE RIESGO DE INCENDIO $F = FM \cdot KN \cdot 20,500 (BTU/ft^2)$		
3. INDICE DE TOXICIDAD DE LA UNIDAD $U = T/100(I+M+P+S)/100$		
4. INDICE DE TOXICIDAD MAYOR $C = Q \cdot U$		
5. INDICE DE EXPLOSION INTERNA $E = I+(M+P+S)/100$		
6. INDICE DE EXPLOSION EXT. $A = M^2(I+D)/100Q^2H^2E^2TP/300^2(I+AP)/1000$		
7. INDICE GLOBAL DE RIESGO (INDICE MOND) $R = D^2(I+U+Q^2)/10000$		
IX. FACTORES DE REDUCCION POR MEDIDAS DE SEGURIDAD (FRMS)		
1. SISTEMAS DE CONTENCION (N/C)		
A) RECIPIENTES A PRESION		
B) TANQUES VERTICALES ATMOSFERICOS		
C) TUBERIAS DE TRANSFERENCIA		
C.1) DISEÑO MECANICO		
C.2) JUNTAS Y EMPAQUES		
D) CONTENCION ADICIONAL		
E) DETECCION Y RESPUESTA A FUGAS		
F) SISTEMAS DE ALIVIO, VENTEO Y FLUIDO LIQUIDO		
PRODUCTO TOTAL DE [N/C] (K1) =		
2. CONTROL DE PROCESO (C/P)		
A) SISTEMA DE ALARMAS DEL PROCESO		
B) SUMINISTRO DE SERV. ACU. DE EMERGENCIA		
C) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		
D) SISTEMAS DE GAS INERTE		
E) ESTUDIOS DE ANALISIS DE RIESGO		
F) SISTEMAS DE PARO DE SEGURIDAD (EMERGENCIA)		
G) CONTROL AUTOMATICO POR COMPUTADORA		
H) CONTROL CONTRA EXPLOSIONES		
I) INSTRUCCIONES DE OPERACION		
J) SUPERVISION DE LA PLANTA		
PRODUCTO TOTAL DE FACTORES FRMS (K2) =		

3. ACTITUD DE SEGURIDAD (ADS)			
A) INVOLUCRAMIENTO DE LA GERENCIA			
B) ENTRENAMIENTO EN SEGURIDAD			
C) PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO.			
PRODUCTO TOTAL DE FACTORES (ADS) K3 =			
4. PROTECCION CONTRA INCENDIO (PCI)			
A) PROTECCION A ESTRUCTURAS			
B) BARRERAS CONTRA INCENDIO			
C) PROTECCION A EQUIPOS			
PRODUCTO TOTAL DE FACTORES (PCI) K4 =			
5. AISLAMIENTO DE MATERIALES (ADM)			
A) SISTEMAS DE VALVULAS			
B) VENTILACION			
PRODUCTO TOTAL DE FACTORES (ADM) K5 =			
6. COMBATE DE INCENDIOS (CDI)			
A) ALARMA DE EMERGENCIA			
B) EXTINGUIDORES PORTATILES			
C) SUMINISTRO DE AGUA CONTRA INCENDIOS			
D) SISTEMAS DE ROCIADORES O MONITORES			
E) ESPUMA Y GAS INERTE			
F) BRIGADA			
G) APOYO EXTERNO O INTERNO			
H) EXTRACCION DE HUMO			
PRODUCTO TOTAL DE FACTORES (CDI) K6 =			
X. CALCULO DE INDICES ACTUALES DE RIESGO			
INDICES ACTUALES		VALOR	CATEGORIA
1. INDICE ACTUAL DE RIESGO DE INCENDIO $FA = F^2K1^2K3^2K5^2K6$			
2. INDICE ACTUAL DE EXPLOSION INTERNA $EA = E^2K2^2K3$			
3. INDICE ACTUAL DE EXPLOSION EXTERNA $AA = A^2K1^2K2^2K3^2K5$			
4. INDICE GLOBAL DE RIESGO ACTUAL (MOND ACTUAL) $RA = R^2K1^2K2^2K3^2K4^2K5^2K6$			

## 4.2.- MÉTODOS CUANTITATIVOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Después de identificar aquellas áreas que representan un mayor riesgo mediante las técnicas *DOW* y/o *MOND*, el siguiente paso consiste en la realización de una evaluación más detallada de éstas mediante estudios de operabilidad. Esta se concentra en el examen crítico de un proceso y de las probabilidades de ocurrencia de un riesgo por falla en la operación, o por falla de funcionamiento de equipos o partes del mismo. Consiste de estudios más profundos y de mayor detalle, por lo que se requiere de un mayor tiempo e información para su elaboración.

Entre los métodos que pueden aplicarse se encuentran:

- HAZOP ( Hazard and Operability ).
- ÁRBOL DE FALLAS.

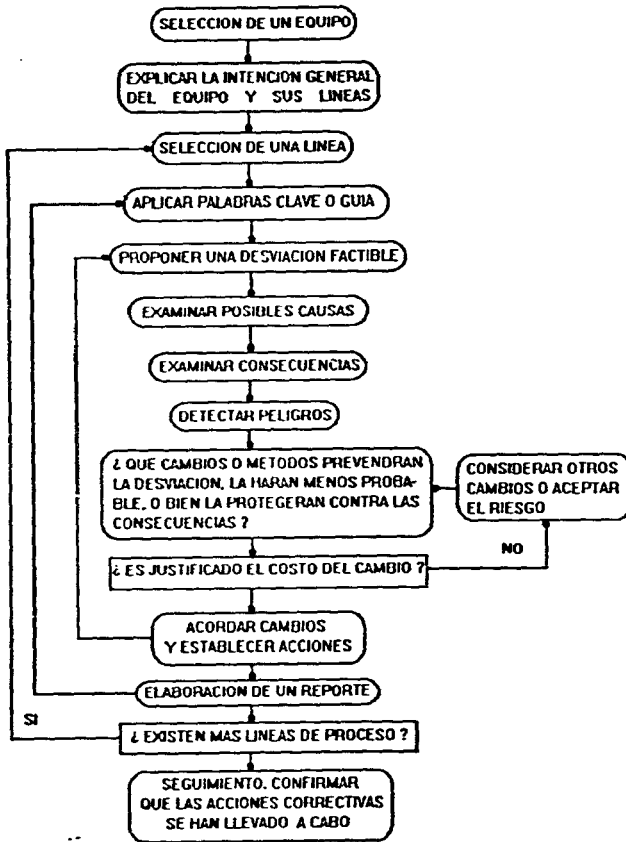
### 4.2.a.- MÉTODO DE ANÁLISIS DE RIESGOS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

Un estudio **HAZOP** identifica los riesgos asociados con la operación de un sistema. Investiga aquellas posibles desviaciones de la operación normal y mediante el uso de ciertas palabras guía, se analizan por un grupo multidisciplinario de trabajo.<sup>(22,23)</sup>

El cuestionamiento llevado a cabo por el grupo de trabajo se enfoca a cada una de las partes del sistema, explorando cualquier forma posible en que pudiera ocurrir una desviación, y planteando cómo podrían ser causadas y cuáles serían las consecuencias. Algunas causas serán irreales y sin probabilidad de que presenten consecuencias; otras serán reales con consecuencias sin ninguna relevancia; por último existirán otras que son reales y con consecuencias potencialmente peligrosas.

El método es muy flexible para aplicarse en cualquier área o proceso. Sin embargo, el momento idóneo para su elaboración es en la etapa de diseño definitivo, ya que estará lo suficientemente definido para trabajar sobre él y podrán realizarse los cambios pertinentes derivados del estudio, sin representar para ello grandes costos.

## PROCEDIMIENTO DE APLICACION METODO HAZOP



PALABRAS CLAVE	SIGNIFICADO	COMENTARIOS	DESVIACION
NO, NADA	Total Negación de la intención	Ninguna parte de la intención ocurre.	No existe flujo donde debiera. No existe energía.
MAS, MAYOR	Aumenta el grado de la intención.	Se refieren a cantidades y propiedades	Mayor flujo, más carga, tiempo de reacción, alta temperatura, presión, viscosidad.
MENOS, MENOR	Disminuye el grado de la intención.	Se refiere a cantidades y propiedades	Menor flujo, menos carga, tiempo de reacción, baja temperatura, presión, viscosidad.
A PARTE DE, TAMBIEN	Un aumento cualitativo.	La intención ocurre junto con otra actividad	Otras fases, impurezas, otros flujos, aparte en la composición.
PARTE DE, SOLO PARTE DE,	Una disminución cualitativa.	Algunas intenciones ocurren, otras no.	Composición diferente, alguna omisión en adiciones.
CONTRARIO A	Ocurre lo opuesto a la lógica	Ocurre lo contrario a lo que se esperaba.	El flujo se regresa, el producto envenena
EN VEZ DE, ANTES DE, DESPUES DE, A DONDE MAS.	Sustitución completa.	Ocurre algo totalmente distinto a lo esperado	En vez de cargar "A" se carga "B", en vez de enfriar, calentar.

#### 4.2.b.- ANÁLISIS DE ÁRBOL DE FALLAS.

La aplicación del **ÁRBOL DE FALLAS** <sup>(24)</sup> permite evaluar la probabilidad de pérdidas y compararla con la magnitud de la misma. Es un diagrama lógico en el cual cada evento o condición se muestra como una consecuencia lógica de la combinación de otros eventos o condiciones y en el que se indican sus relaciones causales mediante símbolos llamados puertas.

Un incidente de pérdida o accidente se presenta siempre una por una o varias causas, eventos o condiciones, que son desviaciones del estado normal de un sistema. La posibilidad matemática de que un evento ocurra se conoce como **PROBABILIDAD** y se expresa en fracciones entre 0 y 1. La absoluta imposibilidad es cero y la absoluta certeza es uno.

Un análisis realizado con el estudio de **ÁRBOL DE FALLAS**, identifica los riesgos asociados con la operación de un sistema. El criterio utilizado para evaluar la probabilidad de ocurrencia de un evento en forma numérica junto con su equivalencia se presentan a continuación a fin de favorecer la interpretación de los valores numéricos indicados.

---

#### VALORES DE PROBABILIDAD

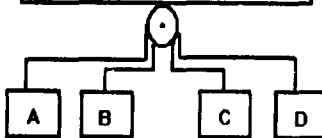
---

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

---

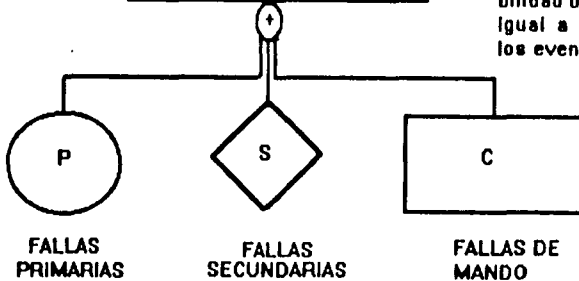
## PROCEDIMIENTO DE APLICACION ARBOL DE FALLAS

SELECCION DEL INCIDENTE  
DE PERDIDAS (T) QUE SE  
DESEA ANALIZAR.



La puerta 'Y' (and), simbolizada por un punto, indica que para que el evento (T) ocurra, se tienen que cumplir todos los eventos de entrada A, B, C y D. Cuando se aplica la puerta 'Y' la probabilidad de ocurrencia del evento (T) es igual al producto de las probabilidades de los eventos de entrada.

SELECCION DEL INCIDENTE  
DE PERDIDAS (T) QUE SE  
DESEA ANALIZAR



FALLAS  
PRIMARIAS

FALLAS  
SECUNDARIAS

FALLAS DE  
MANDO

Aquellas en las que el componente es o se vuelve incapaz de desempeñar la función para la que fue diseñado

Causada por fuerzas ajenas al sistema como terremotos, inundaciones o huracanes.

Ocurren cuando el componente falla por condiciones de proceso excesivas o fuera de control: cargas mecánicas, falsas señales, etc.

### **4.3.- MODELOS DE SIMULACIÓN.**

Existen en el mercado un buen número de paquetes de software que sirven para realizar el análisis de consecuencias y análisis de riesgos. Estos sistemas por lo general cubren uno o más de los siguientes aspectos:

- 
- Estimación de fugas.
  - Dispersión de gases y vapores en la atmósfera.
  - Efectos de fuego y explosiones.
  - Evaluación de riesgos.
  - Planeación de Programas de Emergencias.
- 

En las evaluaciones obtenidas con estos paquetes, se trata de determinar la incidencia que pudieran tener las emisiones de contaminantes, ya sea a causa de un incendio, explosión, derrames, fugas o por la operación del proceso en sí, sobre el entorno.

Frecuentemente estas evaluaciones se efectúan utilizando modelos físico-químicos de difusión, metodologías que son catalogadas como de predicción<sup>(25,26)</sup>. El cálculo de dispersión de contaminantes se realiza disponiendo de una base de datos, que se aplican al modelo adoptado y que corresponden a datos del foco emisor, datos meteorológicos y geográficos e información sobre la situación del medio. Con ello se determinan los niveles de inmisión que pudieran producirse en el entorno del foco. Pueden calcularse así también las sobrepresiones y radiaciones que como consecuencia de un incidente planteado, se presentan a diferentes distancias.

## CONCLUSIONES

La presente guía no pretende ser un documento único de consulta, pretende proporcionar los elementos básicos para poder enfocarse a literatura especializada en cada uno de los temas.

Si bien es cierto que existen muchos otros métodos para llevar a cabo el estudio de *ANÁLISIS DE RIESGOS*, cabe mencionar que los métodos propuestos garantizan la confiabilidad de los resultados obtenidos.

La aplicación de esta guía conducirá al conocimiento de los siguientes aspectos dentro de un estudio de *ANÁLISIS DE RIESGOS*:

- **SEGURIDAD EN PROCESOS.**
  - Identifica aquellos sitios susceptibles o potencialmente riesgosos.
  - Compara las tecnologías ya existentes con aquellas más recientes para determinar la efectividad de los diferentes controles y técnicas de mitigación diseñadas para reducir riesgos.
  
- **PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**
  - Determina los problemas de contaminación ambiental asociados a la operación de los equipos, manejo de sustancias y demás actividades realizadas.
  
- **SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**
  - Determina problemas de salud asociados con una variedad de actividades y sustancias.
  
- **PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y PROTECCIÓN A LA COMUNIDAD**
  - Identifica aquellos sitios que pudieran ser afectados en caso de presentarse algún siniestro.
  - Establece prioridades, tal que de varias actividades consideradas riesgosas, primero se consideran aquellas que requieran de una acción correctiva o reguladora.

## REFERENCIAS

- (1) **Cohrssen, J.J. and Covello, V.T.**  
*RISK ANALYSIS: A Guide to Principles and Methods for Analyzing Health and Environmental Risks.*  
USA, 1990.
- (2) **LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.**  
4a. Edición. Ed. Porrúa.  
México, 1991.
- (3) **Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas**  
DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.  
28 de Marzo de 1990.
- (4) **Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas**  
DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.  
4 de Mayo de 1992.
- (5) **Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.**  
Anteriormente titulada NOM-CRP-001-ECOL/93.  
DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.  
22 de Octubre de 1993
- (6) **Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-114-STPS-1994. Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo.**  
DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.  
9 de Noviembre de 1994.
- (7) **THE MSDS POCKET DICTIONARY**  
Genium Publishing Corporation.  
USA, 1988.
- (8) **Sax, N. I. and Lewis, R. J.**  
*DANGEROUS PROPERTIES OF INDUSTRIAL MATERIALS.*  
Vol. I, II y III. 7a. edición.  
Van Nostrand Reinhold.  
USA, 1989.
- (9) **Plunkett, E. R.**  
*MANUAL DE TOXICOLOGÍA INDUSTRIAL.*  
Ed. URMO. Tomo 12  
España 1974.



- (10) Lawrence, H. K. and Douglas, B. W.  
**COMPENDIUM OF SAFETY DATA SHEETS FOR RESEARCH AND INDUSTRIAL CHEMICALS**  
6 Tomos.  
VCH Publisher, Inc.  
USA, 1985.
- (11) 29 CFR (Code of Federal Regulations) part 1910, Subpart Z, Toxic and Hazardous Substances
- (12) ACGIH. *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agent and Biological Exposure Indices.*  
1992-1993.
- (13) Cote, A. E. and Linville, J.L.  
**FIRE PROTECTION HANDBOOK.**  
17 th Edition, NFPA  
USA, 1992.
- (14) CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres.  
Av. Deffin Madrigal No. 665 Col. Pedregal de Santo Domingo, Delegación Coyoacán, México, D.F. C.P. 04360.  
Teléfonos 606-98-37, 606-99-42, 606-94-86  
Fax 606-16-08
- (15) NOM-021-STPS-1993. Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.  
DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 24 de mayo de 1994.  
Aclaración. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 8 de junio de 1994.
- (16) Silano, V.  
**EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LA SALUD PÚBLICA ASOCIADOS CON ACCIDENTES CAUSADOS POR AGENTES QUÍMICOS.**  
Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud.  
Organización Panamericana de la Salud.  
Organización Mundial de la Salud.  
2a. edición.  
1985.
- (17) **NORMAS OFICIALES MEXICANAS STPS**  
DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.  
1994.
- (18) **MANUAL DE VERIFICACIÓN DE EMISIONES INDUSTRIALES.**  
Comité Técnico Permanente de Protección Ambiental.  
IMIQ. Noviembre 1991.

- (19) CONTROL DE RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES.  
Manual Práctico de la Oficina Internacional del Trabajo.  
Ginebra, Suiza. 1990.
- (20) DOW CHEMICAL COMPANY. Fire and explosion index.  
Hazard classification guide. 5th. Ed.  
New York, 1981.
- (21) Tyler, B.J.  
*Using the Mond Index to measure inherent hazards*  
Plant/Operations Progress.  
4 No. 3. 1985  
pp. 172-175.
- (22) Moshinshy, A. K.  
*ELIMINACIÓN DE PELIGROS POTENCIALES EN PROCESOS QUÍMICOS.*  
Series Técnicas del Comité Permanente de Seguridad Industrial del IMIQ  
Núm. 1, México 1987.
- (23) Lawley, H.G.  
*Operability Studies and Hazard Analysis.*  
Ch. Eng. Progr.  
Vol. 70, No. 4 April 1974.  
pp. 45-56.
- (24) Arellano, G. J. y Lorea H. A.  
*Aplicación de los árboles de fallas para el análisis de seguridad de procesos en la industria química.*  
IMIQ. Vol. 12. Nov-Dic-1989.
- (25) Chávez, G. M. de J.  
*Análisis de Riesgo en Plantas Petroquímicas.*  
IMIQ. Vol. 1  
México, 1994. pp. 51-57.
- (26) Estevan, B. M. T.  
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL  
Ed. MAPFRE.  
Madrid. 1990.
- (27) MANUAL DE CALDERAS SELMEC.  
Sociedad Electromecánica, S.A. de C.V.  
México, 1978.

**ANEXOS**

*ANEXO I*

**GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE  
RIESGOS EN SU MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGOS**

**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 \_\_\_\_\_
- 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 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, 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 \_\_\_\_\_  
( M<sup>2</sup> ) ( M<sup>2</sup> )

**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:

Describe el sitio seleccionado para la realización del proyecto bajo los siguientes parámetros contestando negativa o afirmativamente y especificando los elementos relevantes en su caso.

- III.1.- Es una zona de cualidades estéticas únicas o excepcionales ( por ejemplo: miradores sobre paisajes costeros naturales ) ? \_\_\_\_\_
- III.2.- Es o se encuentra cercano a una zona donde hay hacina-  
miento? \_\_\_\_\_
- III.3.- Es o se encuentra cercano a un recurso acuatico (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  
deberían reservarse para habitat 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 él?

---

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

---

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

---

III.20.- Existe alguna afectación a los habitats 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.- SIMONIMOS \_\_\_\_\_

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 y otros. Especificar.

IV.3.5.- RIESGO DE FUEGO O EXPLOSION.

- IV.3.5.1.- Medios de extinción:
  - ( ) Niebla de agua.
  - ( ) Espuma.
  - ( ) Halon.
  - ( ) CO<sub>2</sub>.
  - ( ) 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 radioactividad.

IV.4.- RESIDUOS PRINCIPALES (CARACTERÍSTICAS, VOLUMEN, EMISIONES ATMOSFÉRICAS, DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES).

IV.4.1.- Residuos sólidos:

Industriales:

Domésticos:

- IV.4.2.- Sistema y tecnología de control y tratamientos (descripción general, características y capacidad).  
IV.4.3.- Disposición final: (Volumen, composición y cuerpos receptores)  
IV.4.4.- Aguas tratadas.  
IV.4.5.- Residuos sólidos.  
IV.4.6.- Factibilidad de reciclaje.

- IV.4.7.- Uso del agua corriente abajo del proyecto (abastecimiento público, riego, recreo, deporte, habitat 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). Asimismo se deberán anexar diagramas de pátalos y arreglo general de la planta.
- 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 regimen 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.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.- Descripción de medidas de seguridad y operación para abatir el riesgo.
- V.5.- Describir los dispositivos de seguridad con que se cuenta para el control de eventos extraordinarios.

- V.6.- Descripción de normas de seguridad y operación para captación y traslado de: materias primas, productos y subproductos utilizados que se consideran tóxicos, inflamables, explosivos, etc.
- V.7.- Descripción de rutas de traslado de sustancias que se consideren tóxicas, inflamables, explosivas, etc.
- V.8.- Descripción del entrenamiento para capacitación de los operarios de los transportes.
- V.9.- Descripción de riesgos que tengan afectación potencial al entorno de la planta, señalando el área de afectación en un plano de localización a escala 1:5000.
- V.10.- Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación.
- V.11.- Respuesta a la lista de comprobaciones detallada de seguridad.
- V.12.- Descripción de auditorias de seguridad.
- V.13.- DRENAJES Y EFLUENTES ACUOSOS.
- V.13.1.- Planos de distribución de drenajes.
- V.13.2.- Diagrama de la instalación del sistema de segregación de drenajes.
- V.13.3.- Frecuencia de monitoreo de la calidad fisicoquímica de los efluentes y parametros analizados en los mismos.
- V.13.4.- Registro y medición de los gastos volumétricos de los efluentes.
- V.13.5.- Tratamiento o disposición actual de los efluentes.
- V.13.6.- Manifiesto y condiciones particulares de descarga de efluentes.
- V.13.7.- 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.
- VI.2.- Recomendaciones para corregir, mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.





# FALLA DE ORIGEN

**Material Safety Data Sheet**  
 Genium Publishing Corporation  
 1145 Catalin Street  
 Schenectady, NY 12303-1836 USA  
 (518) 377-8535



No. 9  
**SULFURIC ACID,  
 CONCENTRATED**  
 Revision C  
 Issued: October 1980  
 Revised: February 1986



HMIS  
 H: 3  
 F: 0  
 R: 2  
 PPE: \*  
 \*See Sect. 8  
 R: 1  
 I: 3  
 S: 4  
 C: 0

## SECTION 1. MATERIAL IDENTIFICATION

**MATERIAL NAME:** SULFURIC ACID, CONCENTRATED

**OTHER DESIGNATIONS:** Oil of Vitriol; Hydrogen Sulfate,  $H_2SO_4$ , CAS #7664-93-9

**MANUFACTURER/SUPPLIER:** Available from many suppliers, including:  
 Alkali Corporation, PO Box 204-R, Morrisville, NJ 07960; Telephone: 800-631-4050

## SECTION 2. INGREDIENTS AND HAZARDS

Hazardous Ingredients Name	%	HAZARD DATA	
		QHS*	h m TW: A mg/m <sup>3</sup>
Water	Balance**	(Human: Mild Irritation, ICT or 3 mg/m <sup>3</sup> , 24 wk (Low: Slight Effects)	
* Material not listed by the manufacturer of this material. ** See safety data sheets for all components. *** See safety data sheets for all components. Caution: MSDS standard and ACGIH (1985) 86-12-5. NIOSH 88-10-18. TW: A - 24 hour work, 1 mg/m <sup>3</sup> .			

## SECTION 3. PHYSICAL DATA

Property	Value	Value	Value
Density (g/cm <sup>3</sup> )	1.84	1.84	1.84
Specific Gravity	1.84	1.84	1.84
Boiling Point (°C)	338	338	338
Melting Point (°C)	10	10	10
Vapor Pressure, mm Hg (101.3)	0.00001	0.00001	0.00001
Flash Point (°C)	None	None	None
Autoignition Temp (°C)	None	None	None
Decomposition Temp (°C)	None	None	None
Stability	Stable. Incompatible with strong oxidizers. Do not mix with organic materials.		
Reactivity	Corrosive to metals, non-flammable, highly toxic with moisture. Most gases than 1 mg/m <sup>3</sup> are deadly.		

## SECTION 4. HEALTH AND ENVIRONMENT DATA

Hazardous Ingredients Name	CAS #	Lower		Upper	
		NA	NA	NA	NA
Sulfuric Acid	7664-93-9	NA	NA	NA	NA

See safety data sheets for all components.  
 \* See safety data sheets for all components.  
 \*\* See safety data sheets for all components.

## SECTION 5. REACTIVITY DATA

Stable under normal conditions of use and storage. It does not undergo hazardous polymerization. It is a strong oxidizer in contact with bases and metals. The concentrated acid is also a dehydrating agent, pulling up moisture from the surface of other materials. Hydrogen gas may be generated within a  $H_2SO_4$  container. Vent drums cautiously. This material reacts exothermically with water. Acid should always be added slowly to water. Water added to acid can cause boiling and a concentrated spitting of the acid. Spitting occurs as a result from decompression and from exothermic reactions of sulfates and acid.

No. 9 286 **SULFURIC ACID, CONCENTRATED (Rev. C)**

## SECTION 6. HEALTH HAZARD INFORMATION (TLV)

Concentrated sulfuric acid is a strong mineral acid, an oxidizing agent, and a dehydrating agent that is rapidly damaging to all human tissue with which it comes in contact. Ingestion may cause severe injury or death. Eye contact produces severe or permanent injury. Inhalations of mists cause damage both to upper respiratory tract and the lungs. Sulfuric acid is not listed as a carcinogen by the NTP, IARC, or OSHA.

**IMMEDIATE EYE CONTACT:** Immediately flush eyes (including under eyelids) with plenty of running water for at least 15 minutes. Spend an additional hour rinsing out acid with water as extremely important if permanent eye damage is to be avoided. Obtain medical help as soon as possible. \* **SKIN CONTACT:** Immediately flush affected areas with water, removing contaminated clothing while under the safety shower. Continue washing with water and get medical attention.

**INHALATION:** Remove to fresh air. Resume breathing. Call a physician immediately. **INGESTION:** Dilute acid immediately with large amounts of milk or water, then give milk of magnesia to neutralize. Never give anything by mouth in an unconscious, not pregnant. Do not induce vomiting, if it occurs spontaneously, continue to administer fluid. Obtain medical attention as soon as possible. \*

Maintain observation of patient for possible delayed onset of pulmonary edema.

\* GET MEDICAL HELP - In plant, pharmacist, community.

## SECTION 7. SPILL, LEAK, AND DISPOSAL PROCEDURES

Handle spills quickly by a person wearing gloves. Contact supplier for assistance in spill planning, in meeting local regulations, and for shipping of large amounts. Notify safety personnel. Provide optimum ventilation, vapors are extremely irritating. Spill kit if you wish to avoid spill.

Cleanup personnel avoid spills to avoid inhalation or contact. Accidents spill. Remove leaks or spills can be cleaned with much water and neutralized with a weak base. If water is not available, cover contaminated areas with sand, silt, or gravel and neutralize cautiously with weak acid when time.

**EMERGENCY:** Follow Federal regulations and state laws. Runoff to water may cause hydrogen gas, which is a fire and explosion hazard. EPA 40 CFR 112.101-112.110.

## SECTION 8. SPECIAL PROTECTION INFORMATION

Protect personal health by wearing safety glasses and eye protection in the workplace. Always wear eye protection in a high efficiency respirator response with a filter or charcoal, always use respirator with full face piece operated in pressure demand mode is used in this area.

Avoid eye contact by use of chemical safety goggles as face shield when applying may occur. As of resistant protective clothing, such as rubber gloves, apron, boots, is recommended to avoid body contact.

Eye wash fountain and safety showers with large type of heads should be readily available where this material is handled or used.

Contact this supplier as a hazard, with times may occur and all by sections contain certain. Call your supplier for assistance and information on all electrical and mechanical systems, ventilation system, and other safety equipment that may be required.

## SECTION 9. SPECIAL PRECAUTIONS AND COMMENTS

Always use appropriate safety glasses and eye protection. Avoid contact with skin and clothing. Keep out of direct sunlight, store in a cool, well-ventilated area. Do not use in the presence of organic materials, primary, secondary, or tertiary amines, carbonyl compounds, or other organic materials. Keep in general storage for most areas for this purpose. Plastic containers are subject to damage. Glass bottles resist extra protection. Do not use in high pressure areas or in the presence of flammable vapors. Avoid contact with skin and eyes. Do not ingest. Do not add water to concentrated acid. Drums may contain hydrogen gas, to open cautiously. Use unsparking tools free of oil, dirt, and gas and vapor proof electrical fixtures.

DOT Classification: Corrosive Material, ID No: UN1830, Label: Corrosive

Data Source: Code: 142, 19, 20, 24, 25, 31, 39, 42, 82, CK

Always use appropriate safety glasses and eye protection. Avoid contact with skin and clothing. Keep out of direct sunlight, store in a cool, well-ventilated area. Do not use in the presence of organic materials, primary, secondary, or tertiary amines, carbonyl compounds, or other organic materials. Keep in general storage for most areas for this purpose. Plastic containers are subject to damage. Glass bottles resist extra protection. Do not use in high pressure areas or in the presence of flammable vapors. Avoid contact with skin and eyes. Do not ingest. Do not add water to concentrated acid. Drums may contain hydrogen gas, to open cautiously. Use unsparking tools free of oil, dirt, and gas and vapor proof electrical fixtures.

Approved: Date:   
 Insult: Hygiene/Safety   
 Medical Review

Copyright © February 1, 1986



# FALLA DE ORIGEN

## LISTA DE VERIFICACION DE AREAS DE PROCESO

### GENERALES

#### - OBJETIVO DEL AREA.

- **LOCALIZACION DEL AREA DENTRO DE LA PLANTA.** Descripción detallada de la ubicación del área de acuerdo a los cuatro puntos cardinales y con respecto a otras áreas.

#### - DESCRIPCION DEL PROCESO.

- \* Tipo de proceso.
- \* Condiciones de operación.
- \* Verificación de las líneas de flujo con ayuda de un diagrama de flujo de proceso.

#### - MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS.

- \* Nombre, Fórmula, Tipo, Concentración, Cantidad, Forma de almacenamiento, de manejo y de manipulación.

#### - EQUIPO DE PROCESO

- \* Lista del equipo.
- \* Especificaciones de cada uno.
- \* Características de operación de cada uno de ellos y si es posible y función dentro del proceso.
- \* Ubicación dentro del área.
- \* Descripción de otros tipos de equipo.

**EQUIPOS O MAQUINARIAS CON PARTE EN MOVIMIENTO QUE PUEDAN GIRAR RAPIDAMENTE, O TENER LA FUERZA SUFICIENTE PARA GOLPEAR, APLASTAR, PRODUCIR DAÑOS O ATANZAR A ALGUN TRABAJADOR O OPERARIO ATRAYENDOLO ANTES DE QUE PUEDA LIBRARSE DE SUS MANOS. TRANSMISIONES POR CORREA, ENGRANAJES, PROYECCION DE PARTES, CATERILLAS, TRANSMISIONES POR CADENA Y PINON, CUALQUIER PARTE COMPONENTE (SPLINES, ETC.)**

- \* Características de operación, Punto de riesgo, Tipo de protección y Condiciones actuales.

#### - INSTRUMENTACION Y CONTROL, DISPOSITIVOS DE RELEVY VENTEA.

**INSTALACIONES O CONDICIONES DE OPERACION CONSIDERADAS COMO POTENCIALMENTE RIESGOSAS EN CUANTO AL PELIGRO DE FUGO, EXPLOSION O TALA, DERR.**

#### - CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DEL AREA.

- \* Tipo de construcción.
- \* Especificación de materiales en pisos, techos, paredes, puertas, ventanas, accesorios.
- \* Tipos de techos para muros, techos planos y accesorios decorativos.
- \* Área y altura de la unidad.
- \* Niveles de piso.
- \* Ubicación de escaleras y/o elevadores.

#### - ACCESOS Y SALIDAS DE EMERGENCIA.

- \* Ubicación y Características generales (materiales, tipo, etc.).
- \* Efecto de las condiciones de clima y/o proximidad.

#### - SERVICIOS AUXILIARES REQUERIDOS

- \* Energía Eléctrica: Voltaje, fuente de suministro y fuente de aprovechamiento.
- \* Combustibles: Tipo, origen, consumo por unidad de tiempo y forma de almacenamiento.
- \* Agua: Tipo, origen, cantidad y distribución.
- \* Vapor: Tipo, origen destino, cantidad y distribución.

#### - TRANSPORTE DE MATERIALES O EQUIPO.

- \* Transportadores, Grúas, Polipastos, Elevadores, Montacargas, etc. Ubicación, Usos, capacidad de carga, condiciones de seguridad que presentan, verificación de rutas, capacidad de carga, etc.

**- CLASE DE FUEGO Y PRODUCTOS DE COMBUSTION QUE PODRIAN GENERARSE EN CASO DE QUE SE GENERARA ALGUN INCENDIO.**

#### - MEDIOS DE EXTINCION DISPONIBLES

- \* Ubicación, Tipo.
- \* Clasificación.
- \* Agente extintor.
- \* Presurizado.
- \* Presión.
- \* Alcance.
- \* Tiempo de descarga.
- \* Capacidad.

**- SISTEMAS O EQUIPOS DE SEGURIDAD EXISTENTES.** Descripción y localización de Sistemas de contención en caso de fugas y/o derrames, Sistemas especiales de almacenamiento, etc.

#### - SEÑALIZACION EXISTENTE EN EL AREA.

- \* Letras, símbolos y Código de colores para: la ubicación de equipo contra incendio, ubicación de servicios de seguridad, delimitación de áreas peligrosas, áreas de almacenamiento, equipo o maquinaria.

**- ATERRIZAJE.** Equipos conectados a tierra y ubicación de la red.

#### - DRENAJE

#### - AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES.

- \* Tipo, Materiales, Condiciones actuales, Altura a la que se encuentran instalados.

#### - PROTECCION DE RACKS DE TUBERIA Y CABLEADO.

- \* Tipo, Materiales, Condiciones actuales.

#### - IDENTIFICACION DE LINEAS.

- \* Código de colores o identificación con claves.

#### - REQUERIMIENTOS PARA INSTALACION ELECTRICA.

#### - ACCESO A INTERRUPTORES Y CIRCUITOS CRITICOS.

#### - ESCALERAS

- \* Tipo, Materiales, Protecciones, Iluminación, Amplitud en los peldaños y Pesamanos.

#### - ILUMINACION

- \* Tipo de iluminación: General, General Localizada, Suplementaria y de emergencia.
- \* Pintura y acabado para iluminación.

#### - VENTILACION

#### - ANALISIS DE CONDICIONES TERMICAS EN EL AREA LABORAL.

#### - PERSONAL QUE LABORA DENTRO DEL AREA.

- \* Ocupación, Tiempo de permanencia en el área, Experiencia.

#### - EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADO POR EL PERSONAL QUE LABORA EN EL AREA.

#### - DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO EN TERMINOS DE ESPACIO.

#### - EXISTENCIA DE REGADERAS, LAVAJOS Y CAMPANAS.

# FALLA DE ORIGEN

## LISTA DE VERIFICACION DE EQUIPOS DE COMBUSTION (CALDERAS Y CALENTADORES DE ACEITE TERMICO)

### GENERALES

- **OBJETIVO DEL AREA.** Descripción de las actividades desarrolladas en el área.
- **LOCALIZACION DEL AREA DENTRO DE LA PLANTA.** Descripción detallada de la ubicación del área y con respecto a los otros puntos cardinales.
- **LISTA DE EQUIPO Y ESPECIFICACIONES DE CADA UNO.**
- **INSTALACIONES O CONDICIONES DE OPERACION POTENCIALMENTE RIESGOSAS EN CUANTO AL PELIGRO DE FUEGO O EXPLOSION.**
- **CLASE DE FUEGO QUE PODRIA PRESENTARSE EN EL AREA DE ACUERDO A LAS SUSTANCIAS O MATERIALES QUE SE MANTIENEN.**
- **PRODUCCION DE COMBUSTION QUE PODRIAN GENERARSE EN CASO DE ALGUN INCENDIO.**
- **MEDIOS DE EXTINGUICION DISPONIBLES.** Ubicación y lista de especificaciones de cada tipo.
- **SISTEMAS O EQUIPOS DE SEGURIDAD EXISTENTES.** Descripción y localización.
- **MATERIALES EXISTENTE EN EL AREA.**
- **RIESGO DE HERIDA Y CAERAMIENTO.** Descripción de materiales que así como altura y de las condiciones de uso.
- **ALMACENAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES.** Tipo, materiales y condiciones en las que se encuentran.
- **REQUERIMIENTOS PARA INSTALACION ELCTRICA.**
- **ALAMENAMIENTO DE INTERRUPTORES Y CIRCUITOS ELCTRICOS.**
- **ALCANTARILLAJE.** Ubicación, material y altura de la red de alcantarillado.
- **ESCALERAS Y CALDERONES.**
- **SUSTANCIAS O MATERIALES MANTENIDOS EN EL AREA.** Lista que

### CUARTO DE CALDERAS

#### CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DEL AREA

#### ACCESOS

- **DIMENSIONES DEL CUARTO.** Largo, ancho y altura.

- **DISTRIBUCION DEL EQUIPO DENTRO DEL AREA.**

Distancia entre el generador y las paredes del cuarto.

Distancia entre las paredes del cuarto y el predio más cercano.

Distancia entre el techo y la parte superior del generador.

Si en el cuarto existen más equipos generadores que distancia hay entre cada uno de ellos.

#### SALIDAS DE EMERGENCIA.

#### CONDICIONES TERMICAS DEL AREA Y VENTILACION.

#### DRENAJE

#### ILUMINACION.

#### EXISTENCIA DE REGADERAS, LAVAJOS, CAMPANAS, ETC.

## GENERADORES DE VAPOUR (CALDERAS, CALENTADORES DE ACEITE TERMICO)

#### CONDICIONES EN LAS QUE SE ENCUENTRA EL EQUIPO.

#### CONTROLES DE SEGURIDAD CON QUE CUENTA.

#### BASES PARA MONTAR EL EQUIPO.

Tipo, dimensiones, características estructurales y materiales.

#### VALVULAS DE SEGURIDAD.

Cantidad, tipo, diámetro, capacidad, ubicación, presión de diseño y de operación.

#### CHIMENEAS.

Altura con respecto al techo del cuarto, diámetro, material de construcción, tipo de soporte, verificar si cuenta con: capacidad, tiempo de hollin, bota aguas, aislamiento interno, medidores de presión y temperatura, conexión de drenaje y registro de limpieza. En el caso de que exista edificios más altos, verificar si el tubo de escape se encuentran del cuarto.

#### ARRESTAMIENTO DE AGUA.

Las conexiones para el tanque de arrestamiento y/o recuperación de condensados verificar que cuente con: tubo para ventilación, indicador de nivel, bota agua para salida de agua, purga en el fondo y derrame, termostato, tubo de bomba, etc.

#### PERGAS.

Presiones de la fosa, lugar de descarga, tipo de purgas.

## MANTENIMIENTO Y OPERACION

#### EFICIENCIA DE OPERACION DE LOS EQUIPOS.

#### ETIQUETA DE OPERACION, CERTIFICADOS DE INSPECCIONES Y SELLOS OFICIALES.

- **PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO EFECTUADO.** Diario, cada 3 días, 8, 15, cada tres, etc. (según el caso).

#### RESPONSABLES DEL MANTENIMIENTO.

Personas asignadas al área, capacitación, grado de estudios o experiencia (certificados), horas de permanencia en el área.

## CONTAMINACION

- **DISTRIBUCION DE LA CONTRIBUCION DEL AREA EN CUANTO A LA CONTAMINACION DE AIRE, AGUA, RUIDO Y RESIDUOS.**

- **SISTEMAS DE CONTROL DE LA CONTAMINACION Y MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LA DESCARGA DE CONTAMINANTES.**

- **DISPOSICION DE RESIDUOS GENERADOS EN EL AREA.** Almacenamiento, transporte y destino final.