

---

**MÉTODO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS  
EN ACCIDENTES QUÍMICOS**  
*Jesús Zagal*

## CONTENIDO

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Definiciones</b>	<b>1</b>
<b>3. Conviviendo con los riesgos</b>	<b>2</b>
<b>4. Procedimiento</b>	<b>4</b>
4.1 Antecedentes y preparación del análisis	4
4.2 Inventario	4
4.3 Identificación	6
4.4 Evaluación	9
4.5 Clasificación: gravedad	10
4.6 Determinación de grado	11
4.7 Presentación de resultados	13

### Anexos

## 1. INTRODUCCIÓN

Este documento es una adaptación del original en inglés editado por la Organización de las Naciones Unidas a través de su Programa del Medio Ambiente (UNEP - PNUMA) para la Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local (APELL ó COPENIL).

En la publicación del programa "APELL", se sugieren 10 pasos para su implantación y este documento, que en su original en inglés se denomina "HAZARD IDENTIFICATION AND EVALUATION IN A LOCAL COMMUNITY", intenta resolver el paso número dos del proceso "APELL": **Evalúe los Riesgos y Peligros que pueden Provocar Situaciones de Emergencia en una Comunidad.**

## 2. DEFINICIONES

**Accidente**, es un evento indeseado e inesperado que ocurre rápidamente causando daños a la propiedad, a las personas y/o al medio ambiente.

**Estimativo de la Dimensión de Daños (Dimensioned Damage Estimate)**, es una estimación del nivel del daño que se puede esperar de un peligro en cierta clase de accidentes.

El peor caso es el evento o accidente con las peores consecuencias. Hay tres tipos:

1. Las consecuencias son tan limitadas que el nivel de riesgo es irrelevante, cualquiera que sea la probabilidad de que ocurra.
2. Las consecuencias son tan serias que la probabilidad con que ocurra deba ser pequeña si se desea un nivel de riesgo tolerable. En casos extremos, la carencia de medidas efectivas de seguridad hacen que el riesgo sea intolerable.
3. Las consecuencias posibles son las peores, la probabilidad con que ocurra es tan baja que el riesgo es prácticamente descartado.

**Desastre**, es desde un punto de vista local, un evento donde ocurrieron varios decesos, decenas de lesiones graves, daños a la propiedad por varios millones de pesos y/o daños al medio ambiente por mucho tiempo.

**Peligro (Hazard)**, es la fuente u origen de un riesgo, una amenaza que puede causar un accidente.

**Efecto Encadenado**, es la consecuencia inevitable, pero indirecta de otro accidente o circunstancia.

**Probabilidad**, predicción calculada de la ocurrencia de un accidente en un cierto periodo de tiempo.

**Riesgo (Risk)**, probabilidad de que ocurra un accidente en cierto tiempo.

**Análisis de Riesgos**, es la identificación y evaluación sistemática de objetos de riesgo y peligros.

**Objeto de Riesgo (Risk Objects)**, son las industrias, almacenes, vías de comunicación, etc., que contienen peligros (Hazards).

### **3. CONVIVIENDO CON LOS RIESGOS**

No hay ninguna cosa que se haga sin ningún riesgo, nada puede hacerse 100% seguro.

Las autoridades responsables de la Protección Ambiental, Salud, Protección Civil, etc., deben saber más sobre los riesgos presentes en el área de la comunidad y las circunstancias que pueden llevarnos a un desastre.

La industria debe conocer sus productos, materias primas, subproductos y residuos, y los riesgos de éstos.

En muchos lugares tanto las autoridades como la comunidad, así como la industria, están lejos de la necesidad de predecir y prevenir un accidente tecnológico. Esto se debe a que están separados por la falta de comunicación a pesar de que tienen el mismo interés: **SEGURIDAD**.

La identificación, evaluación y jerarquización de los objetos de riesgo harán más visibles los peligros y así, más efectiva la protección a las personas, las propiedades y al medio ambiente. En lo anterior, hay dos aspectos sobre el significado del término "RIESGO" :

- La probabilidad de que ocurra un accidente en cierto tiempo.
- Las consecuencias sufridas en el ambiente, las personas y propiedades.

Un riesgo no se puede medir exactamente con precisión, pero sí puede ser estimado con suficiente aproximación.

El análisis de riesgos es un intento para ponderar y comparar estimativamente las consecuencias de un accidente contra la probabilidad de que ocurra. La probabilidad y consecuencias de un accidente se reduce si el peligro, en sus causas y efectos está identificado.

Son importantes también, los estudios sobre las consecuencias de un accidente con los efectos encadenados que se pueden producir.

El desarrollo de la sociedad está dando como resultado que varias empresas se aglomeren en un solo lugar, esto lleva al incremento del transporte de sustancias peligrosas que puedan dañar al ambiente y a los habitantes de una comunidad.

La demanda constante de mejorar la eficiencia y de aumentar la capacidad nos conduce a obtener en la industria, más equipo sofisticado y procesos peligrosos que implican la necesidad de mejorar el manejo de riesgos conjuntamente: Industria, Autoridades y Comunidad.

Las personas responsables de tomar decisiones en las industrias, donde son mayores los riesgos de grandes accidentes, deben reconocer la necesidad del manejo seguro de éstos riesgos "Tecnológicos". Hay varias razones para ello:

- La salud y seguridad de los trabajadores y vecinos de la comunidad próxima.
- Evitar daños a la propiedad, al medio ambiente y a los medios de producción de la propia empresa.
- La necesidad de la industria, de las buenas relaciones con las autoridades y el público en general para su desarrollo en forma positiva.
- La necesidad de la producción ininterrumpida para mantener su envío confiable y las buenas relaciones con los clientes y proveedores.
- El costo de los daños a la propiedad y a la de los vecinos inmediatos, pueden poner en riesgo la sobrevivencia de la empresa.

Un accidente también puede afectar la actitud del público hacia la industria cuya presión puede forzar a la empresa a cerrar. No se puede confiar en los pagos de las primas de seguros cuando hay una forma de combatir los peligros y la probabilidad de que ocurran.

La administración de los peligros para prevenir accidentes es necesaria tanto para la industria como para las autoridades y este trabajo, debe cubrir lo administrativo como lo práctico: debe ser una práctica administrativa de rutina.

Los esfuerzos para prevenir accidentes requieren de un compromiso total y de la asignación de recursos especialmente en las industrias consideradas de alto riesgo.

La ansiedad de las personas por conocer las amenazas para su vida, salud, propiedad y medio ambiente, casi siempre no tiene base sobre los riesgos reales y por eso deben comunicarse los resultados de los análisis de riesgo. El origen de muchos riesgos son por los vehículos automotores, fumar, beber alcohol; pero estos no causan ansiedad, ya que son parte de la vida diaria.

Los riesgos a los cuales la gente se expone por su propia decisión por la clase de actividades que realiza, como la práctica de deportes peligrosos, escalar montañas, esquiar, velar, bucear, manejar autos o bicicletas son muchas veces, mayores que los riesgos asociados con accidentes nucleares, grandes derrames de productos químicos e incendios. Pero la gente siente mayor ansiedad de que ocurran los accidentes tecnológicos por su desconocimiento o imprecisión de las probabilidades, causas y efectos.

## **4. PROCEDIMIENTO**

### **4.1 Antecedentes y preparación del análisis**

Se deben establecer objetivos y el nivel requerido del estudio, lo cual se obtiene de un mapa que incluye el área geográfica y el propósito del análisis.

El mapa debe contener solo los objetos **relevantes** como:

- Carreteras, vías de ferrocarril, aeropuertos.
- Edificios.
- Centros comerciales, almacenes.
- Industrias.
- Muelles.
- Líneas de alta tensión.
- Plantas de tratamiento de agua residual.
- Gasoductos y oleoductos.
- Presas, lagos, ríos.
- Minas.
- Áreas altas y bajas.
- Escuelas.
- Hospitales.

Lista de compañías laborando del área a estudiar.

Los materiales peligrosos se deben señalar, indicando las cantidades más grandes.

Respecto al transporte de materiales peligrosos, es necesario establecer el registro de cantidades y clases que transitan por el área.

Los datos de accidentes ocurridos en el área, también son de vital ayuda para el estudio.

El número de habitantes del área será crítico para el análisis de riesgos, incluyendo las horas de mayor concentración (obreros, estudiantes, etc.).

### **4.2 Inventario**

Es necesario que se prepare una **lista** de los objetos y peligros que contienen y que serán incluidos en el análisis. El mapa proporcionará el punto de partida, pero deberá realizarse un recorrido del lugar para verificar los objetos de riesgo con mayores peligros como:

Objetos de riesgo	Peligros
Muelles	Cantidades variables de muchos materiales peligrosos. Grúas, vehículos.
Almacenes	Cantidades variables de muchos materiales peligrosos, vehículos.
Barcos	Mercancías peligrosas (cloro, gas L.P., amoníaco, sosa cáustica, fosforo, etc.).
Ferrocarriles	Mercancías peligrosas (cloro, gas L.P., amoníaco, sosa cáustica, etc.)
Canales	Mercancías peligrosas.
Aeropuertos y aviones	Combustibles almacenados, mercancías peligrosas en tránsito, vehículos de carga.
INDUSTRIAS DE PROCESOS: Refinerías, Petroquímicas, Química inorgánica, Pinturas, Farmacéutica, Metalúrgicas, Papel, Textiles.	Recipientes a presión, tanques de almacenamiento, equipo de procesos, materiales peligrosos, catalizadores, residuos peligrosos, alto voltaje.
OTRAS INDUSTRIAS: Plásticos, Hule, Madera	Recipientes a presión, tanques de almacenamiento, materiales peligrosos.
Hidroeléctricas	Alto voltaje, agua embalsada.
Termoeléctricas	Sustancias inflamables, recipientes a presión, vapor de agua, agua caliente, alto voltaje.
Gasoductos	Gas inflamable y a presión.
Tuberías	Materiales inflamables, venenosos y peligrosos al ambiente, tuberías a presión.
Terminales de PEMEX	Materiales inflamables, venenosos y peligrosos al ambiente.
Tiendas Departamentales	Materiales combustibles y venenosos, aerosoles.
Tiendas de materiales para construcción	Gran cantidad de madera, materiales combustibles y venenosos.
Tlapalerías	Materiales combustibles y explosivos
Plantas de tratamiento de agua, albercas	Materiales peligrosos, como cloro.
Hospitales.	Materiales infecciosos y químicos peligrosos/venenosos.
Escuelas	Materiales químicos peligrosos.
Hoteles	Combustibles, recipientes sujetos a presión.
Silos	Polvos combustibles.
Canteras, túneles	Rocas inestables, agua contaminada, gases venenosos, maquinaria pesada
Carreteras	Vehículos, mercancías peligrosas.

### 4.3 Identificación

Se utiliza un formato simplificado que se puede aplicar tanto a una instalación como a un área geográfica: "Inventario de Riesgos de la Comunidad".

**Objetos de Riesgo (Columna 1).** ¿Cuáles objetos de riesgo están siendo analizados? Se comienza haciendo una lista de aquellos objetos de riesgo que son más conocidos y que ya fueron incluidos en el inventario (4.2.).

**Operación (Columna 2).** ¿Qué clase de operación se lleva a cabo? En esta columna se anotan las operaciones genéricas de los Objetos de Riesgo, tales como:

- Manufactura, purificación, mezclado, empaclado.
- Almacenamiento, carga y descarga.
- Transportación.
- Ventas.
- Generación de energía, distribución de energía.
- Mantenimiento, reparación.
- Producción de alimentos, preparación de alimentos, jardinería.
- Tratamiento médico, enseñanza, diversión, deportes.

**Peligro (Columna 3).** ¿Cuáles peligros (cantidad) están involucrados en las operaciones? Se enlistan las sustancias o formas de energía que pueden provocar un accidente. Se indicarán las cantidades de sustancias químicas peligrosas y otra información relevante como:

- Solventes (1,000 litros).
- Pintura inflamable (3,000 litros).
- Cilindros de gas L.P. (100 X 20 Kg.).
- Madera (300 m<sup>3</sup>).
- Plaguicidas (6,000 litros).

**Tipo de Riesgo (Columna 4).** ¿Cuáles tipos de riesgo pueden ser causados por los peligros o en combinación con otros? Los diversos peligros enlistados en la columna 3, representan diversos tipos de riesgos, tales como:

- Deslizamiento de tierra.
- Inundaciones.
- Explosiones.
- Colisiones.
- Descarrilamientos.
- Etc.

**Objetos Amenazados (Columna 5).** ¿Dónde están los objetos amenazados y qué tan vulnerables son? Los objetos amenazados son: La gente, el medio ambiente, la propiedad. Si los peligros para las personas, el medio ambiente y la propiedad no son graves, los objetos de riesgo deben eliminarse del listado de la columna 1.

## INVENTARIO DE RIESGOS DE LA COMUNIDAD

Comunidad: \_\_\_\_\_

Objeto/Área: \_\_\_\_\_

Objeto	Operación	Peligro (Cantidad)	Tipo de Riesgo	Amenazas A	Consecuencias	Gravedad					Pb	Pr	Comentarios
						L	E	P	S				
Identificación													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

L = Vida  
 E = Medio ambiente  
 P = Propiedad  
 S = Velocidad  
 Pb = Probabilidad  
 Pr = Prioridad

Objeto amenazado	Consecuencias
<b><u>Gente</u></b>	
Trabajadores Visitantes Vecinos Personal de servicios Niños Ancianos	Ansiedad, lesiones, decesos.
<b><u>Medio ambiente</u></b>	
Mar, lagos, rios, canales	Colisiones de embarcaciones, ahogados, derrames de materiales peligrosos.
Agua potable	Contaminación, mal sabor, sabotaje.
Áreas recreativas	Derrames de materiales peligrosos, incendios
Reservas naturales	Derrames de materiales peligrosos.
Tierras de cultivo	Derrames de materiales peligrosos.
Bosques	Incendios.
<b><u>Propiedad</u></b>	
Aeropuertos	Desde pequeños daños, a la destrucción total.
Estaciones de trenes	Colisiones, daños pequeños y hasta destrucción total
Túneles para vehículos y trenes	Colisiones, humo, daños pequeños y hasta la destrucción total.
Muelles	Colisiones, derrames de materiales peligrosos y daños, desde menores hasta la destrucción total.
Hospitales	Desde daños menores hasta la destrucción total.
Escuelas	
Hoteles	
Teatros	
Estudios	
Cines	
Industrias	Explosiones, incendios, derrames y fugas de materiales peligrosos: Desde daños menores hasta la destrucción total.

#### **4.4 Evaluación**

**Consecuencias (Columna 6).** Esta parte del análisis debe responder a las siguientes preguntas: ¿Cómo pueden ser afectados los objetos amenazados (Gente - Ambiente - Propiedades)? ¿Cuáles son las consecuencias? ¿Cuáles son las zonas de riesgo aproximadas? ¿Se dispone de simuladores de riesgos, de contaminación e industriales (radios críticos de afectación)?

Las consecuencias de la realización de algún tipo de riesgo podrán en muchos casos, establecerse en una escala estimativa, por lo que se sugiere el apoyo de expertos para su determinación.

La ayuda de paquetes comerciales y oficiales de computadora para la simulación de efectos de diversos riesgos, es inapreciable. Esto se puede obtener de los estudios de riesgos de las industrias del área o de la propia SEMARNAP, en donde estos estudios son para consulta popular.

El paquete que se recomienda por su accesibilidad técnica y económica es el SCRI (Simulación de Contaminación y Riesgos Industriales) el cual, se utiliza para el análisis de riesgos que las autoridades piden a las industrias de alto riesgo.

En la columna 6, para cada objeto amenazado enlistado en la columna 5, se anotan los eventos que como consecuencias, más afectarían a la gente, el medio ambiente y la propiedad:

- Incendio.
- Explosión.
- Derrame.
- Contaminación.
- Daños: Al drenaje, a la distribución de agua potable, a las plantas de tratamiento de agua.
- Etc.

#### **Factores que afectan a los peligros y riesgos**

Cuando se evalúan los peligros y objetos de riesgo deben considerarse:

- La cantidad, tipo y potencial de los riesgos.
- Condiciones extremas (como es el convivir con materiales peligrosos).
- Efectos del almacenamiento de varias sustancias en un mismo lugar.
- Contenedores de productos químicos sin identificar o con identificación deficiente.
- Distancia de objetos críticos amenazados con respecto a la mínima para eliminar efectos.
- La actitud de las personas para que:
  - Se evite el riesgo del daño.
  - Se informa a los servicios de emergencia y objetos amenazados de los peligros.
  - Se disponga de una respuesta efectiva.
- El equipo de seguridad disponible y en buen estado.
- Efectos de fenómenos naturales como nieve, lluvia, viento, etc.
- Probabilidad y efectos de actos de sabotaje.

#### 4.5 Clasificación: gravedad

La gravedad se estima en una escala del 1 al 5 y de acuerdo a los efectos sobre la vida (Decesos y Lesiones), al medio ambiente, a la propiedad y a la velocidad con que se propagan estos efectos. Las clases de gravedad se anotarán en las columnas correspondientes para cada una de las anotadas en la columna 6.

**Gravedad o Consecuencias para la Vida y la Salud (Columna 7).** ¿Qué tan grave puede ser afectada la gente?

Clase	Características
1. Poco importante	Incomodidad temporal
2. Limitado	Pocos lesionados, incomodidades por mucho tiempo
3. Grave	Lesionados e incomodidades graves
4. Muy grave	5 - 20 decesos, 20 - 100 heridos graves y hasta 500 personas evacuadas
5. Catastrófico	Más de 20 decesos, cientos de heridos graves y más de 500 personas evacuadas

**Gravedad o Consecuencias para el Medio Ambiente (Columna 8).** ¿Cuál sería y por cuánto tiempo el impacto sobre el medio ambiente?

Clase	Características
1. Poco importante	Efectos localizados, sin contaminación
2. Limitado	Efectos localizados, con contaminación simple
3. Grave	Los efectos se propagan con contaminación simple
4. Muy grave	Efectos localizados con contaminación intensa
5. Catastrófico	Los efectos se propagan con contaminación muy intensa

**Gravedad o Consecuencias para la Propiedad (Columna 9).** ¿Cuáles serían los costos por decesos, hospitalización, reacondicionamiento del ambiente y daños a la propiedad?

Clase	Costo Total (millones de N\$)
1. Poco importante	Menos de 0.5
2. Limitado	0.5 - 1.0
3. Grave	1.0 - 5.0
4. Muy grave	5.0 - 20
5. Catastrófico	Más de 20

**Velocidad de Propagación (Columna 10).** ¿Qué tan rápido y en qué tiempo se propagaría?

Clase	Características
1. Se manifiesta clara y rápidamente (señales)	Efectos localizados y sin daños.
2.	
3. Medianamente	Con alguna propagación y pequeños daños.
4.	
5. No hay señales	Efectos con propagación rápida y efectos inmediatos (explosión).

#### 4.6 Determinación de grado

Para la determinación del grado, es importante conocer el “escenario del peor de los casos” aunque no es factor decisivo para la planeación contra emergencias. El trabajo consiste en encontrar los objetos de riesgo, sus peligros y clasificar las amenazas de acuerdo a las prioridades siguientes:

- Personas.
- Medio ambiente.
- Propiedad.

Para asignar los “grados” a un objeto de riesgo, habrá que evaluar estimativamente las diferentes clases de consecuencias (columnas 7 a 10) y llegar finalmente a establecer las prioridades finales (columna 12) de acuerdo a las probabilidades de que ocurran (columna 11) los eventos (columna 6).

**Probabilidad (Columna 11).** ¿Cuáles son las probabilidades de que ocurran los eventos? ¿Cómo pueden ocurrir? ¿Qué experiencias existen?

Clase	Características
1. Improbable.	Menos de una en cada 1,000 años
2.	Una entre 100 y 1,000 años
3. Poco probable.	Una entre 10 y 100 años
4.	Una entre 1 y 10 años
5. Muy probable	Más de 1 por año

**Asignar Grados de Riesgos (Columna 12).** ¿Cuál es la prioridad de los objetos de riesgo? ¿Cuáles serían las consecuencias para la gente, el medio ambiente y la propiedad? ¿Cuáles serían los recursos necesarios para controlar el accidente? ¿Habría recursos para afrontar los resultados del accidente? De acuerdo a la probabilidad de la ocurrencia de un determinado evento y a sus consecuencias (de poco importante a catastrófico), se obtiene de la matriz correspondiente al grado en términos de PRIORIDAD: A - B - C - D - E.

### EJEMPLOS

- 2D:** SEVESO, Italia. En julio de 1976 en donde se afectaron de 4 a 5 Km<sup>2</sup> con Dioxina, 250 personas sufrieron lesiones y 600 fueron evacuadas. Se requirió de ayuda internacional para el diagnóstico y tratamiento de los lesionados y para análisis químicos y descontaminación.
- 1E:** BOPHAL, India. En diciembre de 1984 se produjo una nube de gas venenoso.
- 1E:** SAN JUANICO, México. En septiembre de 1984 hubo una nube de gas explosivo.

**Comentarios (Columna 13).** En esta columna se hacen anotaciones sobre el "Peor de los Casos", "La Estimación de la Extensión del Daño", planes de emergencia locales, zonas de seguridad, etc.

#### **4.7 Presentación de resultados**

Al final del análisis se tendrá una gran cantidad de información en las formas de evaluación de riesgos, que es útil a las autoridades, a las empresas, la comunidad y los sistemas voluntarios de ayuda. Sin embargo, sería difícil manejar esta información, ya que no se puede visualizar perfectamente, por lo que es conveniente “vaciar” estos datos en un “Mapa de Riesgos”, el cual facilitará la comprensión de la información y contar con una valiosa herramienta para atender emergencias.

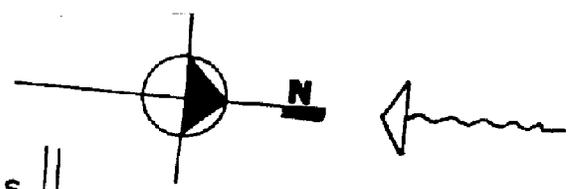
Con el “Plano de Riesgos”, sabremos en donde se encuentran los objetos de riesgo de mayor peligro para la comunidad y que pueden afectar a las personas, el medio ambiente y la propiedad.

Este tipo de análisis los realizan las empresas de nueva creación y las que se consideran altamente riesgosas como las químicas y son presentados con el nombre de “Estudio de Riesgos, Modalidad Análisis de Riesgos”, que deben ir acompañados con un “Programa de Prevención de Accidentes (PPA)”, tanto para las instalaciones de la empresa (nivel interno) como para fuera de ésta (nivel externo).

Después de finalizar la evaluación e identificación de riesgos, es tiempo de comunicar los resultados a las autoridades, comunidad y las empresas para continuar con el punto número 3 del programa “APELL”, **“Desarrollar o Revisar los Planes de Emergencia e Identificar sus Fallas”**.

***ANEXOS***

AUTOPISTA MEXICO-QUERETARO.



INDUSTRIAS RESISTOL.

ALTOS HORNOS DE MEXICO.

**VIENTOS DOMINANTES**

DIRECCION: DE NORTE A SUR.  
 VELOCIDAD: PROM. 3 mts./seg.  
 TEMPERATURA: PROM. 20°C.

CARRETERA A CUAUTITLAN.

ESTACION DE FERROCARRIL

TERMO-ELECTRICA.

ZONA HABITACIONAL.

INDUSTRIA.

F.F.C.C.

ZONA HABITACIONAL Y EJIDOS.

DESHUESADEROS Y TALLERES

FABRICA DE PRODUCTOS QUIMICOS.

ZONA HABITACIONAL

CROMATOS.

TECNOLOGICO No. 36 DE CHILPAN.

JARDIN DE NIROS

IGLESIA.

ESCUELA PRIMARIA.

ZONA HABITACIONAL

ZONA HABITACIONAL

VIA JOSE LOPEZ PORTILLO.

① - TRAFICO INTENSO.

# CROQUIS DE LOCALIZACION

ESCALA: 1:7500.

