

Master en Ingeniería y Gestión Medioambiental 2007/2008

# ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS MEDIOAMBIENTALES

AUTOR: ROBERTO MARTÍNEZ FERNÁNDEZ

## INTRODUCCIÓN

En primer lugar, se harán algunas consideraciones respecto a conceptos que habitualmente se manejan en el ámbito del análisis de riesgos, para que posteriormente sea más sencillo comprender la metodología desarrollada.

**Accidente.-** Suceso no previsto que genera consecuencias no deseadas.

Se entiende por **Accidente grave** de acuerdo a la definición realizada en el Real Decreto 1254/99, como cualquier suceso, tal como una emisión en forma de fuga o vertido, incendio o explosión importantes, que sea consecuencia de un proceso no controlado durante el funcionamiento de cualquier establecimiento al que sea de aplicación el presente RD, que suponga una situación de grave riesgo, inmediato o diferido, para las personas, los bienes y el medio ambiente, bien sea en el interior o exterior del establecimiento, y en el que están implicadas una o varias sustancias peligrosas.

**Análisis de consecuencias.-** Estudio de la intensidad y alcance de los daños y perjuicios derivados de un accidente.

**Análisis de riesgos.-** Es la utilización sistemática de la información disponible para identificar los peligros y estimar los riesgos.

**Daño.-** se distinguen dos clases de daños:

- ✓ Daño a los elementos naturales, que implican destrucción, pérdida de calidad o de utilidad causados a la tierra, al agua, al aire o a los ecosistemas.
- ✓ Daños causados como consecuencia del “daño a los elementos naturales”, que pueden implicar, a su vez daños personales (lesiones corporales, enfermedades, muertes...), daños materiales y daños a la flora y la fauna silvestre.

**Escenario.-** Lugar físico de la instalación o del entorno donde se origina y evoluciona el suceso iniciador.

**Estimación del riesgo.-** Proceso mediante el cual se determinan la frecuencia y la probabilidad de las consecuencias que pueden derivarse de la materialización de un peligro.

**Evaluación del riesgo medioambiental.-** Proceso de comparación entre el riesgo estimado y el criterio de riesgos.

**Peligro.-** Es una situación o condición que, teniendo por causa potencial una desviación del funcionamiento normal, desarrolla un comportamiento del que se derivan daños a la propiedad, a las personas y/o al medio ambiente.

**Peligro medioambiental.-** Cualquier propiedad, condición o situación, de una sustancia o un sistema (instalación, equipo, etc...) que pueda ocasionar daños.

**Perjuicio.-** Pérdida económica, consistente en gastos sobrevenidos o en ingresos no obtenidos.

**Proceso de evaluación de riesgos.-** Proceso mediante el cual se obtiene la información necesaria para que una organización esté en condiciones de adoptar una decisión apropiada sobre la oportunidad de adoptar medidas preventivas y en tal caso, el tipo de medidas que deben adoptarse.

**Riesgo.-** Es la combinación de la probabilidad o frecuencia de la realización de un determinado peligro y la magnitud de sus consecuencias.

**Riesgo medioambiental.-** Caso particular del riesgo en el que se valora el peligro de causar daños al medio ambiente, o a las personas o a los bienes, como consecuencia del daño al medio ambiente.

**Secuencia accidental.-** Serie específica de sucesos que indican la evolución desde el suceso iniciador hasta un accidente.

**Suceso iniciador.-** Primer suceso o conjunto de sucesos simultáneos por el que se desencadena una secuencia accidental (por ejemplo, la fuga de líquido inflamable o tóxico, fuego que afecta a un depósito, etc.)

**Vulnerabilidad.-** Capacidad de sufrir un daño

***¿Por qué estudiar el riesgo medioambiental asociado a una actividad?***

Porque han ocurrido y seguirán ocurriendo accidentes que llevan aparejados daños significativos para el medio ambiente. Como ejemplos se citan los accidentes ocurridos en San Juanico (México), Bhopal (India), Seveso (Italia), Basilea (Suiza), Chernobil (Ucrania) y Doñana (España).

Como en cualquier estudio o análisis a realizar, cuando se plantea la realización de un Análisis de Riesgos es preciso llegar a un compromiso calidad vs coste, teniendo siempre en cuenta el objetivo final del mismo, puesto que no es lo mismo realizar un análisis en profundidad de un equipo o sección, que un análisis más generalizado.

***¿Por qué ocurren accidentes?***

A grandes rasgos podría decirse que los accidentes se producen porque ocurren errores y fallos, ya sean por acción u omisión, que desencadenan una secuencia accidental.

A continuación y, aunque sólo sea de una forma somera, se relatarán las principales causas de fallo y accidente que se registran.

Se pueden considerar que los accidentes se deben principalmente a dos grandes causas, errores y fallos humanos y errores y fallos de componentes y equipos.

• **Errores y fallos humanos**

Estos fallos se deben en gran parte al desconocimiento por parte del trabajador de los riesgos asociados a la actividad que desempeña y a la deficiente preparación que reciben, sin olvidar aspectos mucho más sutiles tales como la falta de motivación, el estado emocional, o la precariedad del empleo.

Ejemplos de errores y fallos humanos son:

- Errores en el diseño, por ejemplo diseño inapropiado frente a presión interna, fuerzas externas, corrosión del medio y temperatura.
- Errores de operación (válvula errónea, botonera confusa)
- Errores de coordinación y de comunicación
- Desconexión de sistemas de seguridad a causa de frecuentes falsas alarmas
- Confusión de sustancias peligrosas.
- Incorrecta reparación o trabajo de mantenimiento
- Trabajos no autorizados (soldadura, espacios confinados).

• **Errores y fallos de componentes y equipos**

Ejemplos de estos errores son:

- Desviaciones de las condiciones normales de operación
- Fallos mecánicos de recipientes y conducciones debidos a la corrosión externa o a impactos.
- Fallos de elementos tales como bombas, compresores, ventiladores y agitadores.
- Fallos de sistemas de control (sensores de presión y temperatura, controladores de nivel, reguladores de flujos, unidades de control, procesos computarizados).
- Fallos de sistemas de seguridad (válvulas de seguridad, discos de ruptura, sistemas de alivio de presiones, sistemas de neutralización).
- Fallos de juntas y conexiones.

Habría que considerar además otras causas de accidentes como:

• **Injerencias de agentes externos al proceso**

- Transporte de materias peligrosas (carretera, ferrocarril,...)
- Carga de sustancias inflamables/explosivas
- Tráfico aéreo
- Proximidad a instalaciones peligrosas
- Impactos mecánicos como proyectiles

• **Fuerzas naturales**

- Viento
- Desbordamiento de cauces fluviales
- Terremotos
- Hundimientos como resultados de actividades mineras
- Heladas
- Calores extremos
- Incendios

• **Actos dañinos intencionados o de sabotaje**

- Personal interno/externo foráneo

**¿Qué es el riesgo?**

El riesgo es la **probabilidad** de ocurrencia de que un peligro se transforme en un accidente, que a su vez genera unos determinados daños o consecuencias.

De esta forma

$$\text{Riesgo} = \text{P.O.S.I} \times \text{C.D}$$

P.O.S.I es la frecuencia o probabilidad de que un suceso indeseado se transforme en un daño.

C.D son las consecuencias derivadas, que a su vez es la combinación de los efectos físicos generados y la vulnerabilidad sobre el medio ambiente.

Finalmente:

$$\text{R} = \text{P.O.S.I} \times \text{E.E.F} \times \text{V}$$

Donde:

EEF es la estimación de los efectos físicos

V es la vulnerabilidad

Parece coherente expresar el nivel de riesgo asociado a una operación o parte de una instalación industrial como el producto de estos dos factores, de forma que si uno de ellos es nulo o muy bajo, el producto lo será también, independientemente del otro factor. Lógicamente un accidente de consecuencias catastróficas pero con una probabilidad de ocurrencia (frecuencia) muy baja, tendrá un factor de riesgo asociado, bajo.



***¿Por qué medir y determinar el nivel de riesgo asociado a una actividad y sus instalaciones?***

- \* Para conocer las pérdidas o costes económicos que puede acarrear un determinado accidente:
  - Daños en la propiedad
  - Daños en el exterior
  - Detención de la producción
  - Pérdida de producto final
  
- \* Para gestionar mejor la empresa y ser más competitivos:
  - Modificaciones en proceso y almacenamiento
  - Sustitución de materias primas
  - Para cumplir con el Real Decreto 1254/99, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

***LOS ANÁLISIS DEL RIESGO (AR)***

Básicamente puede decirse que un Análisis del Riesgo es la utilización sistemática de la información disponible para identificar los peligros y estimar los riesgos asociados.

El AR es una disciplina que se viene practicando desde hace más de dos décadas en instalaciones de alto riesgo como petroquímicas, nucleares, etc...y que está en completa interrelación con el ámbito de la seguridad. Es, por otra parte, una metodología muy común que se aplica frecuentemente en procesos cotidianos tales como la suscripción de una póliza de seguro para el coche, de un seguro de vida, de un préstamo hipotecario o simplemente para decidir si prestarle o no dinero a un amigo.

El Análisis del riesgo medioambiental está destinado a identificar, analizar y evaluar los riesgos para el medio ambiente con el fin de diseñar un efectivo control de la gestión del riesgo, enfocado a su reducción. No es, sin embargo, un sistema para la gestión del riesgo en sí mismo, sino más bien una herramienta de gestión como lo es la Auditoría o el Análisis del Ciclo de Vida.

Todos los AR deben estar basados en un proceso de aproximaciones sucesivas, que vaya identificando los peligros y estimando los riesgos empezando por el macroentorno que rodea a la organización, pasando por el entorno inmediato, hasta llegar a la empresa en su conjunto donde, con más detalle se estudiarán los fallos o errores de componentes materiales o humanos.

## FASES DE UN ANÁLISIS DE RIESGOS GENÉRICO

1. Recopilación general de información de la actividad e instalaciones (planos y diagramas, terrenos, vías de acceso, líneas de suministro, etc).
2. Selección de procesos o unidades a analizar.
3. Identificación, evaluación y tipificación de peligros.
4. Análisis detallado de peligros y postulación de accidentes.
5. Análisis y postulación de escenarios y sucesos
6. Estimación de consecuencias de los accidentes
7. Cuantificación del riesgo
8. Aceptabilidad del riesgo
9. Reducción del riesgo
10. Puesta en práctica de planes y programas de emergencia

## OBJETIVOS DEL ANÁLISIS DE RIESGOS

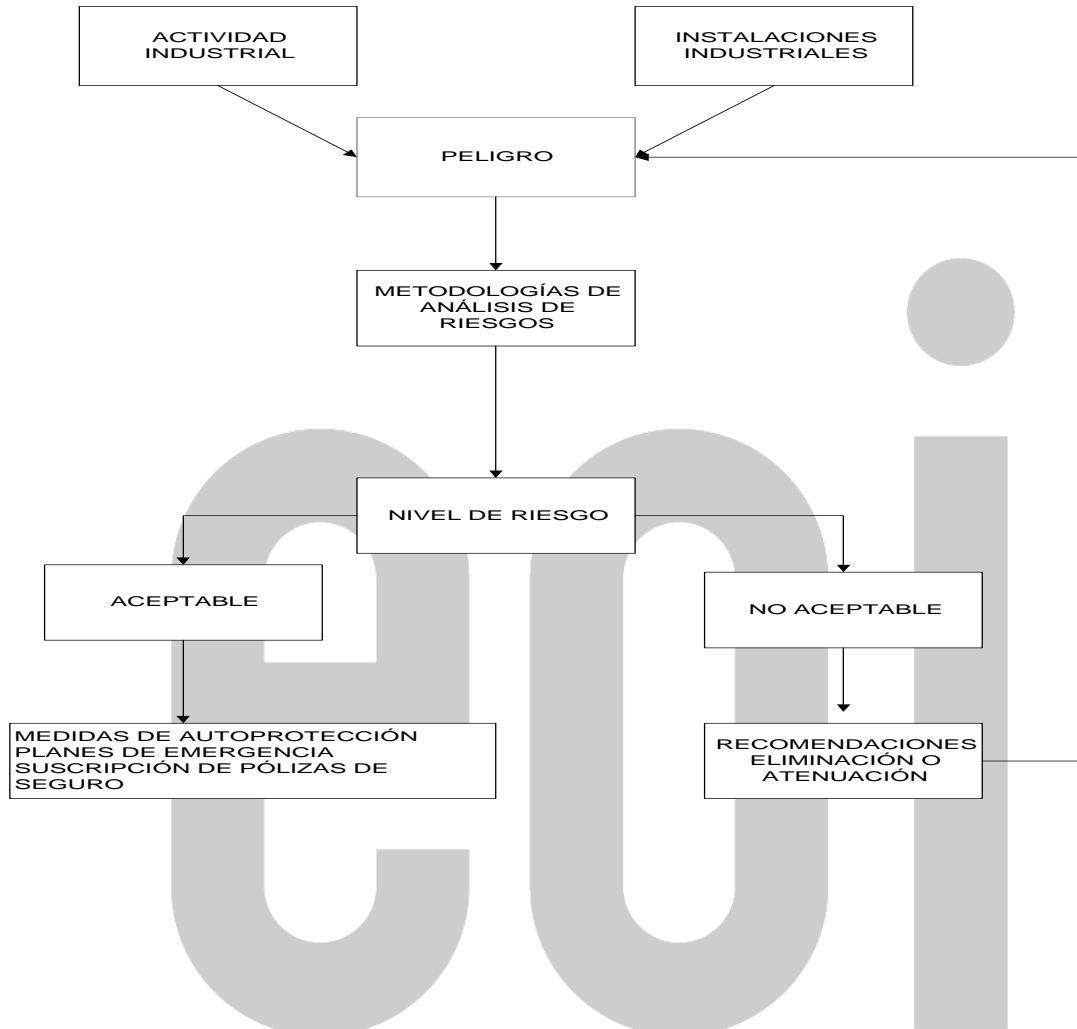
- Identificar los riesgos para las personas, bienes y medio ambiente
- Tipificarlos en una serie de accidentes mayores.
- Determinar el alcance de estos accidentes.
- Definir las zonas vulnerables.
- Calcular los daños que puedan provocar.
- Analizar las causas de los accidentes, cuantificando sus frecuencias.
- Medidas de prevención y corrección, para evitar la ocurrencia o mitigar las consecuencias.
- Determinar el nivel de riesgo asociado a las instalaciones.

El objetivo último de los Análisis del Riesgo es eliminar accidentes y minimizar los daños que podrían originarse como consecuencia de dichos accidentes, estableciendo y manteniendo las medidas correctivas que fueran precisas así como las medidas preventivas que habría que utilizar para evitar la repetición de fenómenos similares.

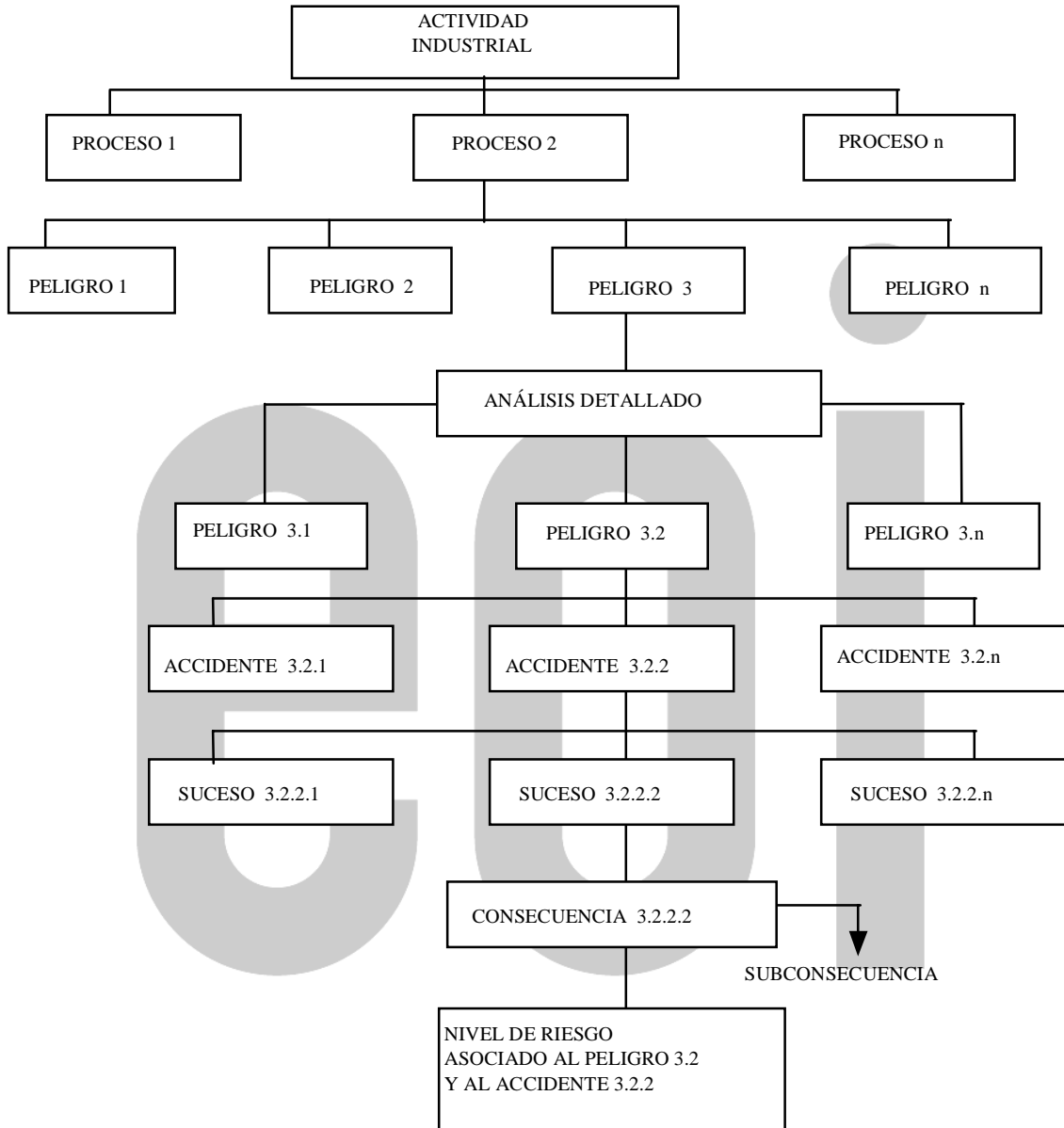
Además, el Análisis de Riesgos debería ser un medio de evolución de la política general de la seguridad de la empresa, presente en:

- \* Organización y gestión de la empresa
- \* Diseño y legislación aplicable
- \* Mantenimiento e inspecciones periódicas
- \* Permisos de trabajo y procedimientos operativos
- \* Registro de accidentes
- \* Formulación e información a los operarios
- \* Gerencia de riesgos (seguros y créditos)

De forma esquemática:



Y en cuanto a la metodología del análisis de riesgos en sí:





## EJEMPLOS DE ACCIDENTES MAYORES ACAECIDOS

A continuación se describen dos importantes accidentes mayores acaecidos, de forma que cuando posteriormente hablemos de la estimación de consecuencias conozcamos la magnitud que puede llegar a alcanzar un accidente de estas características.

### *Accidente de Seveso (Italia, 1976)*

Descripción del proceso

Lugar: Seveso (Italia)

Planta de producción de insecticidas a partir de triclorofenol, de la empresa ICMESA CHEM.

Sustancia implicada: Dioxina (2, 3, 7, 8 tetraclorodibenzoparadioxina), sustancia muy tóxica.

Proceso: Reacción de 1, 2, 4, 5, -tetra clorobenceno con hidróxido sódico, en presencia de etilenglicol como disolvente, para formar 2, 4, 5 Triclorofenol (TCP) a partir del cual se produce el insecticida.

La reacción se llevaba a cabo en un reactor tipo batch de 10 m<sup>3</sup> de capacidad. El proceso es de tipo discontinuo y se opera a una temperatura entre 140 y 170°C.

Finalizada la reacción, es necesario llevar a cabo una serie de operaciones que eviten el descontrol del proceso:

- ✓ destilar el 50% del disolvente
- ✓ una vez destilada esa cantidad, mantener la agitación del reactor hasta que la temperatura baje a unos 60°C
- ✓ inhibir reacciones no deseadas mediante un enfriamiento rápido con 3 m<sup>3</sup> de agua en la camisa del reactor.

En condiciones normales de proceso la cantidad de dioxina producida es ínfima.

La ley italiana vigente de ese año exigía parar el funcionamiento de la planta el fin de semana.

### *Descripción del accidente*

En la última operación de proceso de la semana, realizada el viernes por la tarde, no se cumplieron las especificaciones de final de proceso:

- ✓ sólo se destiló el 15% del disolvente
- ✓ no se refrigeró con agua el reactor
- ✓ se interrumpió el funcionamiento del agitador sin esperar a que bajara la temperatura
- ✓ se abandonó el control del proceso al llegar la hora de finalizar la jornada laboral

Al cabo de 6 horas y media se produjo una reacción exotérmica, generando una sobrepresión que rompió el disco de ruptura, difundándose a la atmósfera la dioxina generada (1 kg).

Causas del accidente:

- Deficiencias en el sistema de control del proceso químico unido a la ausencia de instalación de absorción de posibles escapes.
- Comportamiento humano inseguro (desconocimiento del riesgo, actuaciones negligentes, deficiente vigilancia y control e incorrecta organización del trabajo).

Consecuencias del accidente

- 10 intoxicados y 1000 evacuados del pueblo vecino.
- 16.000 millones de pesetas en daños materiales.

### ***Rotura de la presa de las minas de Aznalcóllar (Sevilla, 1998)***

El 25 de abril de 1998 cinco millones de metros cúbicos de agua ácida (pH=2) y lodos cargados de metales pesados (Zn, Cu, Pb, S, Cd, Hg, Mn, AS y Ti) irrumpieron al río Agrio, pasando después al Guadiamar, afluente del Guadalquivir, que a su vez atraviesa el Parque Natural y el Parque Nacional de Doñana.

Estos lodos se encontraban en una balsa de almacenamiento de residuos mineros procedentes del lavado de piritas de las minas de Aznalcóllar, cuyo propietario es la empresa Boliden Aprisa, que a su vez es filial de la multinacional Boliden Limited .

La balsa, construida en 1977, fue aumentando sus dimensiones sucesivamente en años posteriores para poder albergar todos los residuos producidos por la extracción minera, incluyéndose los procedentes de la nueva veta abierta en Los Frailes. Esta mina podía concentrar anualmente 2,3 millones de toneladas de mineral, y se pensaba llegar a los 4 millones en el año 1998.

Todos los recrecimientos que se realizaron en el borde de la balsa desde los 47.5 metros hasta la cota última (64,5 metros) parece ser que no estaban bien hechos ya que no se emplearon piritas inertes sino material estéril, las gravillas arcillosas no cubrían desde 1985 las especificaciones técnicas de permeabilidad, ni de cohesión en los ángulos de rozamiento, ni tampoco se emplearon filtros ni drenajes en la excavación de recogida de las aguas de filtración. Además, para hacer los recrecimientos se utilizó maquinaria pesada con gran perjuicio para la unión de las arcillas rojas con la escollera.

El peso de los materiales depositados fue excesivo para el suelo en el que descansaban, lo que originó un corrimiento de tierras que se tradujo en una fractura de unos 20 metros del dique de contención de una de las balsas de almacenamiento de lodos.

Las consecuencias inmediatas fueron:

- \* Muerte de gran cantidad de especies acuáticas como consecuencia de la intoxicación por los lodos que tuvieron que ser retirados para evitar que entraran los metales pesados en la cadena trófica.
- \* La entrada del agua tóxica en el Parque de Doñana por sitios diferentes a través de compuertas mal cerradas. Algunas fuentes citan hasta más de diez vías de entrada.
- \* Inundación de centenares de metros a ambos lados por el desbordamiento del Guadiamar cargado de lodos tóxicos, produciendo la abnegación de campos de cultivos, la contaminación de suelos y el cambio de usos de los mismos.



A largo plazo se considera que podrían incorporarse metales, bien en forma iónica, produciendo la sedimentación de partículas y la adsorción de contaminantes disueltos, o bien a la cadena trófica de diversas especies. Es bastante probable que se produzca la contaminación del acuífero 27 (Almonte-Marismas) y la contaminación del nivel freático.

En torno al 98% de la contaminación se retiró entre junio y septiembre y un 1,5% quedará fijado de forma inmovilizada como sedimento. El resto, un 0,5% se movilizará en una tasa estimada de 3.500 Tn/año.

Parte de los costes económicos del accidente serán afrontados por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, que ha sido autorizada por el Consejo de Ministros a endeudarse por un valor de 4.500 millones de pesetas. Sin embargo, algunas fuentes estiman que el coste total de la operación puede rondar los 50.000 millones de pesetas.

¿Cuáles son las responsabilidades legales de Boliden-Aprisa?

- \* Administrativa, a partir de la cual se le retiró la licencia y se cerraron durante un tiempo las instalaciones mineras (en la actualidad las minas siguen funcionando).
- \* Penal, se podrían aplicar tanto la figura de delito ecológico como la prevaricación ambiental. No obstante, la responsabilidad penal debe recaer sobre una única persona, para lo cual debe haber una clarísima vinculación causa-efecto.
- \* En cuanto a la civil, dirigida a la reparación de daños causados, se dirimirá junto con la penal en el juicio que se está llevando a cabo. No obstante Boliden tiene dos seguros contratados, el primero de responsabilidad civil a terceros, que cubre hasta 1.950 millones, y el segundo un seguro que cubre la interrupción del negocio de la mina, por un importe de 10.000 millones de pesetas.

## 1. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

### A. LEGISLACIÓN

Cronológicamente

- Directiva 2004/35, de 21 de abril, sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños ambientales.

Recientemente (17/05/2005) el Ministerio de Medio Ambiente ha presentado el documento de trabajo para la transposición de la mencionada Directiva al ordenamiento jurídico español (Para más información a este respecto consultar <http://www.la-moncloa.es/web/asp/muestraDocImp.asp?Codigo=o1705051>).

- Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre, por el que se aprueba la Directriz Básica de Protección Civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.
- Real Decreto 1254/99, que transpone la Directiva 96/82/CEE, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Directiva SEVESO II (Control accidentes graves, 96/82/CE aprobada por el consejo el 9.12.96 que deroga la Directiva SEVESO 82/50/CEE -SEVESO I-).
- *Resolución 30.01.91. Directriz Básica para la elaboración y homologación de los Planes Especiales del Sector Químico (Derogada por RD 1196/2003)*
- Real Decreto 952/90. Modificación Real Decreto 886/88. Real Decreto 145/89. Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos.
- *Real Decreto 886/88. Prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales (Derogado por el RD 1254/99).*
- Directiva SEVESO 82/501/CEE derogada por la Directiva CORAG 96/82/CE -SEVESO I- (Derogada).
- Otra legislación relacionada
  - TRANSPORTE DE MERCANCIAS PELIGROSAS
  - ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS
  - SUSTANCIAS Y PREPARADOS
  - RESIDUOS
  - Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (IPPC).
  - LEY 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental (EIA).

## B. NORMATIVA

A continuación se describen una serie de normas que consideramos se encuentran relacionadas con el Análisis de Riesgos Medioambientales, con el objeto de analizar su contenido e interrelaciones.

- BS 8444:1996: RISK MANAGEMENT: PART 3. Guide to risk analysis of technological systems.
- BS 8800:1996: Guide to Occupation health and safety management systems
- AS/NZS/393
- AS/NZS/9360
- Libro Blanco de la UE sobre reparación del daño ecológico
- CAN/CSA-Q850-97 (Reaffirmed 2002) Risk Management Guideline for Decision-Makers. National Standards of Canada.
- ISO/IEC GUIDE 73:2002 (E/F) Risk Management-Vocabulary- Guidelines for use in standards.
- General Guidelines for Principles and Implementation of Risk Management.
- Guías Técnicas de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias
- **Guía para la realización del análisis de Riesgos Medioambientales(RD 1254/99)**
- Guía técnica “Zonas de Planificación para accidentes graves de tipo térmico” (RD 1254/99)
- Guía técnica “Zonas de Planificación para accidentes graves de tipo tóxico” (RD 1254/99)
- Guía para la realización de inspecciones técnicas administrativas (RD 1254/99)
- Metodologías para el análisis de riesgos.
- Métodos cuantitativos para el análisis de riesgos
- Métodos cualitativos para el análisis de riesgos

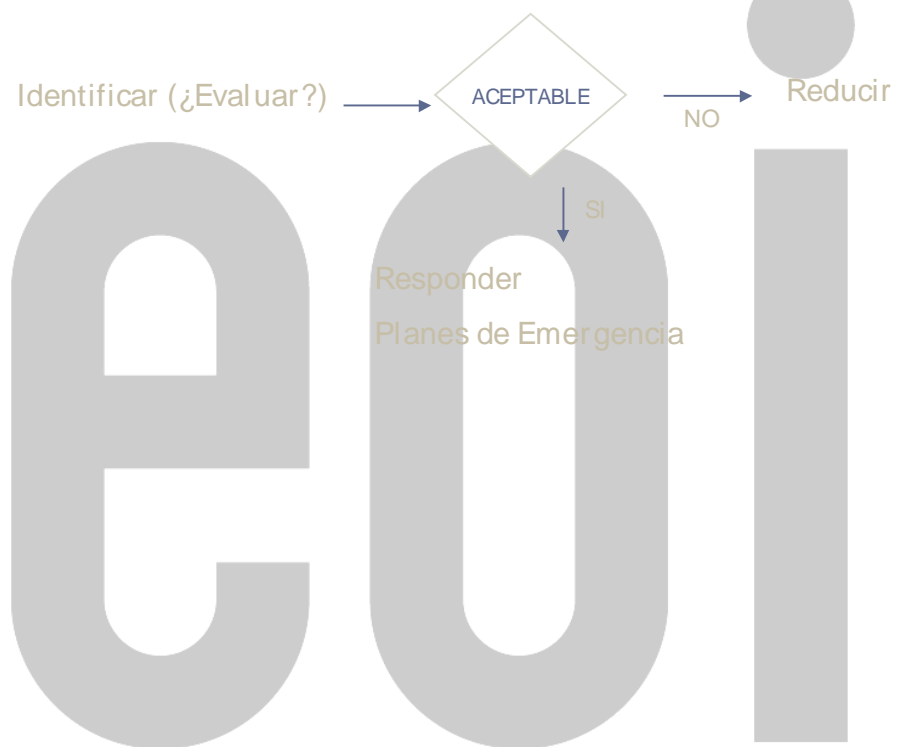
### ***NORMA UNE-EN-ISO 14001.***

Existe, a nuestro juicio, una clara relación entre la Norma ISO 14001 y el Análisis de Riesgos, que queda recogidos en los siguientes puntos de la Norma:

- Punto 4.2.Política Medioambiental. “La organización deberá incluir un compromiso de mejora continua y de prevención de la contaminación.”
- Punto 4.4.7. Planes de Emergencia y Capacidad de Respuesta  
“La organización debe establecer y mantener al día procedimientos para identificar y responder a accidentes potenciales y situaciones de emergencia y para prevenir y reducir los impactos medioambientales que puedan estar asociados con ellos.”

La identificación de accidentes potenciales está muy relacionada con la identificación y evaluación del riesgo. Si se considera el riesgo inaceptable será preciso reducirlo con medidas correctoras, mientras que si se considera aceptable, será preciso establecer los planes de emergencia pertinentes que permita a la organización responder adecuadamente en casos de emergencia.

Apartado 4.4.7: Identificar, responder, prevenir y reducir accidentes potenciales que lleven aparejados impactos medioambientales.



La prevención se hace a través del propio Sistema de Gestión Medioambiental:

- Anexo A.3.1 (Aspectos medioambientales)

“En cualquier caso, deberían considerarse las operaciones normales y anormales dentro de la organización, así como las situaciones potenciales de emergencia”.

“Este proceso debería considerar las condiciones de funcionamiento normales, las condiciones de parada y arranque de las actividades, así como los impactos potenciales, juzgados con realismo, asociados a situaciones de emergencia razonablemente previsibles.

En el caso que nos ocupa estamos en el terreno de lo hipotético pero previsible.



Con todo ello parece claro que la Norma ISO 14001 está “exigiendo” un Análisis de Riesgos.

**BS (BRITISH STANDARD) 8444: 1996 RISK MANAGEMENT (PART. 3. GUIDE TO RISK ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS)**

El objetivo de esta norma es garantizar la calidad y coherencia en la planificación y ejecución de un Análisis de Riesgos y en la presentación de sus resultados y consecuencias. En su desarrollo ya se contempla la posibilidad de esta norma sirviera como modelo para otras normas futuras.

La norma tiene unas líneas generales para el Análisis de Riesgos, presentadas como:

- Conceptos
- Procesos
- Métodos (HAZOP)

En función del tipo de industria será posible encontrar normas más específicas que establezcan metodologías y niveles de análisis para aplicaciones particulares.

En el siguiente gráfico se muestran unas relaciones simples entre el Análisis de Riesgos y otras actividades de gestión de riesgos:







***BS8800 (BRITISH STANDARD):1996 GUIDE TO OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEMS.***

Esta Guía se diseñó para posibilitar la integración del sistema de prevención de riesgos laborales (Occupational Health and Safety Management System , OH&S) con otros sistemas de gestión.

Esta norma da unas directrices para

- El desarrollo de OH&S (Occupational Health and Safety Management Systems).
- Interrelacionarla con otras Normas de Gestión.

Esta guía está diseñada para ser usada por organizaciones de toda clase de actividades. Esto se entiende porque la aplicación de esta norma deberá ser proporcional a las circunstancias y a las necesidades de cada organización.





Habitualmente y, aunque no fueron especialmente concebidas para ello, en este campo se utilizan las Normas ASTM:

- ASTM E 1527-97, Auditoría de Emplazamiento (emplazamiento que se compra con lo que en él existe, pasivos medioambientales)
- ASTM E 1528-96, Auditoría de transacción (Transacción con responsabilidades que se adquieren)

Definiciones según las normas ASTM

*Evaluación de la Situación Ambiental de Emplazamiento (Environmental Site Assessment ESA)*, es el proceso a través del cual una persona o entidad externa a la organización trata de determinar si una empresa debe ser objeto de una investigación de sus condiciones ambientales. Es una metodología de trabajo, que describe una evaluación muy enfocada a suelos y aguas subterráneas y cuyos límites de investigación se restringen a los límites de la propiedad. Se centra en los contaminantes prioritarios.

Fases de la Evaluación Ambiental de Emplazamientos:

Fase I; Investigación no intrusiva

- Revisión de la información
- Visita y reconocimiento del emplazamiento
- Entrevistas con personal clave
- Redacción del informe

Fase II, Investigación Intrusiva, cuyo objetivo es evaluar los aspectos ambientales identificados durante la fase anterior para obtener la suficiente información sobre la naturaleza y extensión de la contaminación con vistas a informar de aquellos aspectos que afectan a negociaciones o gestión del riesgo ambiental. Esta fase incluye muestreo y analítica, lo que no aparece en la fase anterior. :

- Desarrollo de los objetivos del trabajo
- Investigación de actividades
- Presentación y evaluación de resultados
- Aspectos relevantes y recomendaciones

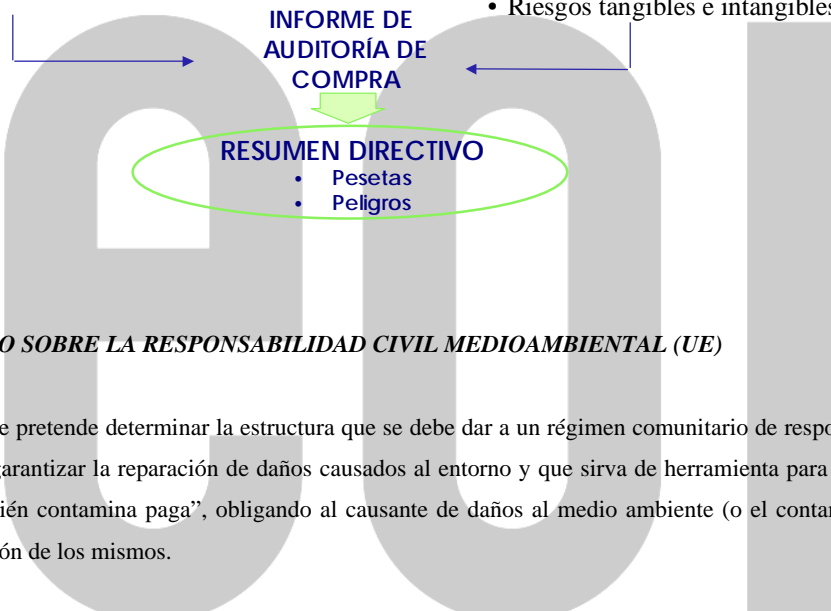
## ¿QUÉ MIRAMOS EN UNA AUDITORÍA DE COMPRA?

### *ASTM E 1527-97*

- Descripción física de Emplazamiento
- Manejo de Sustancias Peligrosas
- Almacenamiento y Tanques
- Transformadores de PCB's
- Área de almacenamiento de residuos
- Mapas, accesos, ...
- Condiciones climatológicas

### *ASTM E 15287-96*

- Actuación de propietario-usuario en cuanto a gestión medioambiental
- Situación respecto a la ley
- Tendencias de futuro
- Costes presentes y a futuro
- Responsabilidades legales, administrativas, civiles y penales
- Seguros suscritos
- Riesgos tangibles e intangibles



### ***LIBRO BLANCO SOBRE LA RESPONSABILIDAD CIVIL MEDIOAMBIENTAL (UE)***

Con este Libro se pretende determinar la estructura que se debe dar a un régimen comunitario de responsabilidad ambiental para garantizar la reparación de daños causados al entorno y que sirva de herramienta para cumplir el principio de “quién contamina paga”, obligando al causante de daños al medio ambiente (o el contaminador) a pagar la reparación de los mismos.

Además, se analiza la contribución del régimen de responsabilidad ambiental al cumplimiento de la legislación comunitaria correspondiente.

¿Para qué tipo de daños es adecuado el régimen de responsabilidad?

Resultará adecuado siempre que el daño sea concreto, los contaminadores sean identificables y se pueda establecer una relación causa-efecto entre los daños y los contaminantes. Será válido tanto en casos de accidentes como en aquellos de contaminación gradual ocasionadas por sustancias peligrosas emitidas a través de fuentes fácilmente identificables.

Sin embargo, no resultará adecuado cuando sea imposible vincular los efectos negativos sobre el medio ambiente con las actividades de determinados agentes, como ocurre en los casos de contaminación generalizada o difusa. Ejemplos de estas situaciones son el cambio climático ocasionado por las emisiones de, entre otros, CO<sub>2</sub> y la



degradación de los bosques por la lluvia ácida.

¿Qué daños debe cubrir el régimen?

Se considerarán además de los daños tradicionales, (causados a personas, bienes y lugares contaminados por una actividad definida como peligrosa en el ámbito de aplicación del régimen), aquellos que originen el deterioro de la naturaleza, en particular cuando se vean afectadas zonas protegidas en el ámbito de la Red Natura 2000.

En los daños al medio ambiente habrá que tener en cuenta tanto los causados a la diversidad como a los propios lugares y considerando siempre la legislación comunitaria existente (Directiva de aves silvestres y Directiva sobre hábitats)

Ámbito de aplicación:

El posible ámbito de aplicación del régimen comunitario de responsabilidad ambiental sería el establecimiento de una responsabilidad objetiva en el caso de que se produzcan daños tradicionales (personales y materiales) o bien lugares contaminados para aquellas actividades peligrosas o potencialmente peligrosas reguladas por la legislación ambiental comunitaria.

Mientras que se establecerá una responsabilidad basada en la culpa y negligencia (subjativa) para aquellas actividades no catalogadas peligrosas que produzcan un daño a la biodiversidad (recursos naturales protegidos en la zona de Natura 2000) como consecuencia de un comportamiento negligente.

¿Por qué instaurar un régimen de responsabilidad civil?

En primer lugar, el establecimiento de un régimen comunitario de responsabilidad civil serviría como herramienta para poder materializar los principios ambientales básicos del tratado CE, en especial el de “quien contamina paga” y los de cautela y prevención.

Con este régimen se garantizaría la descontaminación y restauración del medio ambiente dañado, y se daría un impulso a la aplicación de la legislación ambiental comunitaria.

### **GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGOS MEDIOAMBIENTALES (RD 1254/99)**

EL OBJETO DE LA PRESENTE GUÍA ES ESTABLECER LAS PAUTAS, PARA LLEVAR A CABO EL DESARROLLO DE UN ANÁLISIS DEL RIESGO MEDIOAMBIENTAL EN ESTABLECIMIENTOS AFECTADOS POR EL REAL DECRETO 1254/1999 MEDIANTE UNA METODOLOGÍA COHERENTE Y DE SENCILLA APLICACIÓN.

En base a los componentes del sistema de riesgo:

- Fuentes de riesgo
- Sistemas de control primario
- Sistemas de transporte
- Receptores vulnerables

La Directiva **SEVESO I** estaba más enfocada hacia la protección de personas que hacia la protección de la fauna y la flora. Con la Directiva **SEVESO II**, la amenaza al medio ambiente es un aspecto importante que ha sido reforzado con la inclusión, por primera vez, de sustancias clasificadas como peligrosas para el medio ambiente (acuático) en el ámbito de la Directiva.

La guía se encuentra estructurada en tres puntos claramente diferenciados.

En los dos primeros, la guía desarrolla la metodología para el análisis del riesgo, ajustándose a los cuatro componentes básicos del sistema de riesgo medioambiental definido en el apartado 2.1.1.

En este sentido, y siguiendo con la secuencia lógica de un análisis de riesgos, la guía comienza analizando las posibles fuentes de riesgo y los sistemas de control primario.

Es importante resaltar en este punto, que entre los objetivos fundamentales de la guía, no se encuentra el de la descripción de métodos de análisis relacionados con la identificación de las propias fuentes de riesgo y los fallos asociados a la operabilidad, ya que éstos se encuentran suficientemente desarrollados en otros documentos como guías técnicas y bibliografía en general. Además, la guía considera que no existen unas características distintas en estos métodos, por tratarse específicamente de un riesgo medioambiental. No obstante, los modelos de dispersión englobados dentro del componente de sistemas de transporte, merecerán un tratamiento más amplio, debido a la especial relevancia que éstos representan en accidentes con consecuencias claramente medioambientales.

El segundo punto constituye el núcleo central de la guía. El documento establece los criterios fundamentales de cara a la estimación del denominado índice global de consecuencias medioambientales (ver apartado 2.6) y la probabilidad o frecuencia asociados al escenario accidental, para a continuación, obtener un valor o índice de riesgo medioambiental, y proceder finalmente a la evaluación y análisis de la tolerabilidad de ese riesgo, teniendo siempre en consideración los factores que lo componen, como ya se ha explicado en el apartado correspondiente al alcance (1.3 punto 9).

En el tercer punto, la guía contempla los equipos y medios de protección: contención y descontaminación, para hacer frente a una serie de accidentes tipo. La finalidad de este tercer punto consiste en establecer una descripción de características técnicas de equipos y medios de descontaminación.

Al final, la guía presenta un caso práctico, donde a partir de un escenario accidental, se procede a la estimación de consecuencias sobre distintos receptores vulnerables.

A través de este ejemplo práctico, la guía pretende potenciar por una parte, la aplicabilidad del conjunto de la metodología y por otra, la esencial función práctica y didáctica de este documento.



***NORMA ESPAÑOLA UNE 15008 EX SOBRE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO MEDIOAMBIENTAL.***

**Antecedentes**

Los accidentes medioambientales y las responsabilidades asociadas a ellos son un punto de continuo debate y de creciente interés para:

- Las entidades financieras y las aseguradoras, que emplean prácticas no normalizadas para identificar, analizar y evaluar los riesgos medioambientales de las organizaciones, así como las responsabilidades que pudieran derivarse, con el fin de tener un mejor conocimiento que les facilite la decisión de conceder créditos, de fijar las condiciones de los seguros, o de llevar a cabo inversiones u otras decisiones.
- En el ámbito internacional, se está trabajando en una futura norma de certificación medioambiental de emplazamientos y entidades
- En el ámbito europeo el riesgo medioambiental está considerado dentro del Libro Blanco sobre Responsabilidad Ambiental y en la Directiva IPPC se tiene en cuenta para autorizar nuevas actividades.
- En el ámbito nacional, la futura Ley de responsabilidad civil medioambiental sentará las nuevas bases para la reclamación de daños al medio ambiente, arrastrando como consecuencia la necesidad de identificar y evaluar los riesgos con mayor interés.

En vista de esta situación se consideró necesaria la elaboración de una norma sobre riesgo medioambiental que identifique, analice y evalúe el riesgo de las actividades de las organizaciones y que permita la certificación por una tercera parte. En esta norma se recoge el procedimiento a seguir para realizar un Análisis de Riesgos Medioambientales.



El proceso de la evaluación de riesgos según UNE 150008 EX se compone de las siguientes etapas:

- Identificación de Peligros
  - Diagnosis de Fuentes
  - Diagnosis del Entorno
- Postulación de Escenarios
- Estimación de Consecuencias
- Estimación del riesgo
- Evaluación del riesgo

Para poder estimar el riesgo es preciso conocer las condiciones peligrosas y los sucesos iniciadores que puedan ocurrir (fallos y errores), la probabilidad o la frecuencia de ocurrencia de los mismos, la evolución de los escenarios accidentales y los efectos derivados, teniendo en cuenta la calidad y vulnerabilidad del entorno para poder estimar las consecuencias.

Uno de los problemas encontrados en la elaboración de la Norma sobre riesgos y que condujo a una decisión importante fue la elección de tres entornos sobre los que estimar las consecuencias, a saber, el natural, el poblacional y el socioeconómico, ya que se entendió que no podían adicionarse ni mezclarse entre sí. ¿Qué es más importante, consecuencias que impliquen enfermedades o severos daños sobre las personas o un deterioro medioambiental irreversible?

Aunque no es objeto propiamente de la Norma, en su Anexo se dan una serie de recomendaciones para poder realizar la evaluación del riesgo.

La evaluación del riesgo es un proceso ordinario que debe revisarse cada vez que se introduzcan cambios objetivos en las condiciones con las que se ha hecho el análisis.

Con esta norma se pretende cubrir el hueco existente entre los Análisis de riesgos y estudios de seguridad exigidos por la legislación de accidentes mayores y, el tratamiento actual que tiene en el marco de un Sistema de Gestión ISO 14001.

A través de la evaluación de riesgos medioambientales se obtienen información necesaria para que una organización pueda decidir si es necesario llevar a cabo medidas preventivas, y en tal caso, cuáles deben adoptarse.

Como conclusiones de lo estudiado hasta ahora nos gustaría señalar las siguientes:

Los análisis de riesgos presentan una elevada complejidad ya que, además de encontrarse muy tecnicados, una gran parte de los mismos se desarrolla en el terreno de las hipótesis y las decisiones que de ellos se derivan traen aparejadas repercusiones y responsabilidades.

Las evaluaciones de riesgo medioambiental presentan unas claras y evidentes interrelaciones con los Sistemas de Gestión Medioambiental.

2. Todavía, el campo del riesgo medioambiental no se encuentra bien resuelto ni en la legislación ni en la normativa existente, debido en parte a la actualidad del apartado medioambiental.

### 3. METODOLOGÍA UNE 150008 EX

La metodología que a continuación se desarrolla está basada en la UNE 150008 EX de “Análisis y Evaluación del Riesgo Medioambiental”, y además es conforme a otros procesos de análisis como el recogido por la UE en el ámbito de los accidentes mayores o a los principales métodos de análisis descritos en la bibliografía.

EL ALCANCE DE DICHA METODOLOGÍA ESTÁ BASADO EN LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CON REPERCUSIÓN MEDIOAMBIENTAL PERO, ADEMÁS, TRATA DE IDENTIFICAR DAÑOS MEDIOAMBIENTALES DERIVADOS DE PROCESOS O ACTIVIDADES SISTEMÁTICOS REALIZADOS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN, LO QUE EN TERMINOLOGÍA ASEGURADORA SE CONOCE COMO CONTAMINACIÓN GRADUAL VS CONTAMINACIÓN EPISÓDICA O GRADUAL.

#### A. Identificación de los peligros ambientales

Los peligros medioambientales de una organización están relacionados tanto con las actividades, procesos y sustancias utilizados en ella como con las características del entorno en las que se desarrollen dichas actividades.

En consecuencia, se deben analizar:

- Las posibles fuentes de peligro (Diagnóstico de fuentes)
- Los elementos del entorno susceptibles de ser afectados (Diagnóstico del entorno)
- Los elementos del entorno que puedan entrañar peligro para la instalación.
- Además habrá que elaborar un listado de sucesos iniciadores de accidente así como las medidas de prevención/mitigación para cada suceso iniciador.

Tras estos análisis se deben establecer registros que dejen constancia del conocimiento de la organización por los riesgos asociados a sus actividades así como el grado de cumplimiento de los requisitos legales que se les aplica.

##### ▪ Diagnóstico de fuentes

El objetivo es la identificación de peligros relacionados con:

- Las sustancias involucradas en el proceso (materias primas y auxiliares, subproductos y productos intermedios y finales) atendiendo a su carácter tóxico, inflamable, corrosivo, etc....
- El almacenamiento
- Los procesos
- La gestión de las instalaciones y la actividad desarrollada
- La gestión de los elementos residuales
- El estado de los suelos
- Otros aspectos medioambientales anteriormente no contemplados como el ruido, olores, contaminación lumínica, electromagnética, radioactividad
- Peligros de las instalaciones auxiliares e infraestructuras necesarias.



A continuación se describirán uno a uno estos apartados a considerar en la diagnosis de fuentes:

- Las sustancias involucradas en el proceso

Es, sin lugar a dudas, el principal factor de riesgo pero afortunadamente también el más fácil de dilucidar. Por ejemplo, si una de las sustancias empleadas en la empresa es cloro gas, habrá automáticamente una serie de riesgos asociados a la tenencia y manipulación del cloro que en caso contrario no habría.

Será preciso elaborar un exhaustivo listado de materias primas y auxiliares, aditivos, materiales intermedios, subproductos y residuos para poder conocer y analizar la naturaleza y características de todas ellas, en relación a su carácter tóxico, inflamable, explosivo, corrosivo...

Se deberá prestar mayor atención a las sustancias que a las condiciones normales de presión y temperatura sean gases o vapores, frente a los líquidos y sólidos. Éstos últimos serán los de menor potencial de riesgo y solamente serán verdaderos agentes de riesgo cuando sean muy inflamables o muy tóxicos.

Además, en la identificación, se deberá atender a las condiciones de proceso, almacenamiento y manipulación que pudieran inducir peligros no relacionados a priori con las características intrínsecas de las sustancias, tales como las posibles descomposiciones por el efecto de la presión y/o la temperatura, los desprendimientos de gases o vapores por modificación de las condiciones ambientales, las incompatibilidades con otras sustancias (ácidos-bases, oxidantes-reductores...)

A la hora de considerar las sustancias se establecerá un criterio que tenga en cuenta tanto la "peligrosidad intrínseca" de las mismas como las cantidades en las que se encuentran, ya que un accidente podría estar causado por grandes cantidades de una sustancia en principio inocua (agua potable en cantidades del orden de 1000 m<sup>3</sup>) o por pequeñas cantidades de sustancia altamente tóxica (el accidente de Seveso fue originado por 1 kg de dioxina).

En relación a las cantidades es un criterio asumido en el ámbito de la seguridad utilizar la capacidad máxima de almacenamiento instalada y no otras como la media de lo que se almacena.

- El almacenamiento:

Es preciso identificar todas las áreas dedicadas al almacenamiento de sustancias, incluyendo las zonas de trasiego y de carga y descarga, especificando las características constructivas del recinto de almacenamiento, dimensiones y la forma de almacenamiento.

Habrà que detallar aquellas áreas, que por las características de peligrosidad de las sustancias almacenadas puedan generar impactos medioambientales significativos y, considerar otros aspectos propios de almacenamiento tales como las condiciones en las que se almacenan (estado físico, presión, temperatura), el modo en que se almacenan (tanques de almacenamiento, bidones, contenedores, bolsas, botellas, los controles de operatividad en procesos de carga y descarga, trasvase y trasiego, y las características constructivas del recinto de almacenamiento (diseño, forma).

Siempre será un factor muy importante considerar los elementos de seguridad (cubetos, sistemas de retención protección contra incendios...) y la proximidad entre sustancias incompatibles o la posibilidad de que puedan alcanzarse. Para ello se partirá de considerar la adecuación legislativa a los IP'S y APQ'S correspondientes.

Como también ocurrirá en otros apartados, deberá prestarse una especial atención a las operaciones manuales (carga, descarga, trasvases) frente a los correctamente automatizados.

Resulta conveniente medir y registrar las condiciones ambientales del almacenamiento cuando éstas puedan constituirse en fuentes de riesgo.

- Los procesos

Todos los procesos y actividades con potencial incidencia medioambiental que se desarrollen deberán estar perfectamente definidos y documentados.

Esto incluye que en cada proceso se deberá considerar:

- Los equipos asociados (su disposición, posibles fallos, y repercusión sobre otros equipos o materias contenidas en la instalación)
- Las condiciones ambientales de su entorno
- Las sustancias asociadas al proceso, así como los almacenamientos que les corresponden y sus medidas de seguridad asociadas.

Se considerarán las posibles desviaciones de las variables dinámicas del proceso que originarían la inestabilidad del mismo.



La automatización de los procesos siempre será considerada como un elemento reductor del riesgo frente a las operaciones manuales.

Se deberán identificar y analizar como fuente de riesgo las técnicas y tecnologías utilizadas (su obsolescencia) frente al estado actual de la técnica y tecnología, para ello es necesario disponer de una experiencia mínima en el sector o actividad o cuando menos haberse documentado suficientemente.

▪ Gestión de las instalaciones.

En función de cómo se lleve a cabo la gestión de las instalaciones y las actividades se aumentará o disminuirá el nivel de riesgo inherente. Para su determinación habrá que tener en cuenta aspectos tales como:

- El grado de cumplimiento de los requisitos legales aplicables a actividades, productos y servicios de la organización, así como el método que se emplea para la actualización de los mismos.
- Las necesidades de formación y entrenamiento del personal y la forma en que éstas han sido cubiertas.
- Las deficiencias relacionadas con el mantenimiento de la maquinaria, así como la documentación relativa (Programas de mantenimiento correctivo vs preventivo o predictivo).
- La definición de funciones y responsabilidades en materia de seguridad y prevención,
- Las condiciones laborales en las que se desarrolla la actividad (luz, temperatura, horarios..)
- Las medidas de seguridad previstas
- La Política de Comunicación y su despliegue en la organización (ascendente, descendente y horizontal)
- La Organización del trabajo como su distribución y asignación, control y supervisión.
- Las condiciones de orden y limpieza.

▪ Gestión de elementos residuales.

Tienen consideración de elementos residuales las sustancias contaminantes que se emiten a la atmósfera, las que se vierten en las aguas y los residuos.

Todos los elementos y dispositivos existentes en una organización para la prevención, control y corrección de la contaminación adquieren una especial relevancia.

Por un lado porque habrán sido concebidos para atenuar la contaminación y por lo tanto deberá comprobarse que su funcionamiento es el adecuado, por lo tanto contribuyen de manera efectiva a la reducción de los impactos sobre el medio.



Por otra, porque habitualmente resultan ser elementos de final de línea, de forma que cualquier fallo o error que aconteciera sobre ellos, tendría seguramente repercusión sobre el impacto medioambiental en caso de accidente y por lo tanto, requerirán de una especial atención.

Un problema subyacente en el desarrollo de la UNE 150008 EX es el de la adecuación legislativa de una organización.

En el ámbito de la UNE 150008 EX se contempla el daño, y por lo tanto el riesgo, derivado del funcionamiento normal. Incluso si nos referimos al Anteproyecto de Ley de Responsabilidad Civil, debería tenerse en cuenta el daño derivado de un funcionamiento dentro de los límites legislativos en los que una organización opera, lo cual, sin duda alguna, introduce una mayor dificultad.

Lo que no se puede poner en duda, es que el hecho de que una organización opere fuera de los límites legislativos que le resulten aplicables es una fuente de riesgo y que, por lo tanto, deberá ser identificado y analizado.

Esto obligará al analista a dedicar una parte de su trabajo a comprobar la adecuación legislativa en una organización utilizando para ello las herramientas que considere más oportunas.

En aquellas organizaciones certificadas o en vía de certificación, según ISO 14001 o EMAS, dispondrán de una información en este ámbito que a priori podrá ser considerada suficiente debiendo entonces el analista entrar en su evaluación.

- El estado de los suelos.

Para determinar el estado de calidad y contaminación de los suelos donde se ubica la instalación se hará un análisis teórico del medio físico del emplazamiento que incluirá información geológica, hidrológica, topográfica.

Será preciso prestar atención tanto a los aspectos de uso histórico como a los actuales que han tenido lugar en el emplazamiento donde se ubican las instalaciones, y que pudieran haber dado lugar a la contaminación del suelo, teniendo en cuenta las instalaciones enterradas y las condiciones de almacenamiento de las sustancias.

A priori, en el ámbito de la UNE 150008 EX no es preciso realizar una fase intrusiva de la caracterización del suelo ya que esto en sí mismo es suficientemente complejo y costoso como para “impedir o relegar” al resto de actuaciones.

No obstante, si existen indicios objetivos de una contaminación histórica o actual, como olores, manchas sobre el terreno, contaminación de pozos de captación de aguas, o de piezómetros, etc., el analista deberá solicitar la información analítica correspondiente precisando para ello de sondeos y/o calicatas sobre la zona aparentemente afectada.



- Otros aspectos medioambientales como ruido, olores, contaminación lumínica, electromagnética, radioactividad.

Lo primero que habrá que estudiar es si existe en las instalaciones este tipo de contaminantes. En tal caso, y del mismo modo que ya se ha señalado en apartados anteriores, se comprobará el grado de adecuación a la legislación vigente u otros estándares generalmente aceptados.

Además del cumplimiento de la legislación debería comprobarse si existen quejas de grupos de interés o presión social en relación con este tipo de contaminantes.

Si bien no es habitual que se hayan producido reclamaciones de daño por estos contaminantes (a excepción de la radioactividad), no es menos cierto que cada vez más se van configurando como potenciales elementos de daño sobre fundamentalmente el entorno poblacional y por lo tanto deben ser identificados y analizados.

- Instalaciones auxiliares e infraestructuras necesarias.

El primer aspecto a considerar es que se encuentren perfectamente definidas todas las infraestructuras y fuentes de suministros empleados por la organización.

En ocasiones la fuente de riesgo puede no estar relacionada con el proceso de organización propiamente, sino con las instalaciones o infraestructuras necesarias.

En esta línea será preciso tener en cuenta:

- Calderas/Generadores de vapor, agua caliente y calefacción.
- Generación y distribución de aire comprimido.
- Transformación u distribución de la energía eléctrica (transformadores, condensadores, líneas)
- Instalaciones de refrigeración de agua y aire.
- Laboratorios de control de calidad, I+D, etc.
- Talleres y actividades de mantenimiento y reparación tanto de elementos y equipos como de instalación.
- Instalaciones de compresión y distribución de gas natural.
- Instalaciones de almacenamiento y distribución de gases criogénicos y otros gases ...
- Redes de colectores y arquetas.
- Instalaciones de renovación de aire, extractores, dispersores, etc...

Todo ello en orden a identificar la aparición de condiciones peligrosas que pudieran llevar aparejado un daño sobre el medio ambiente.



- El error humano

En el ámbito de la UNE 150008 EX no se contempla el error humano, salvo como consecuencia expresa del registro histórico existente o casos flagrantes.

Como comentario señalaremos que el análisis del error humano es el más complejo de cuantos se realizan y que solamente se llevan a cabo en instalaciones de alto riesgo.



## ▪ Diagnóstico del entorno

Una vez identificados los peligros derivados de la organización en función de sus sustancias, procesos, etc., es preciso identificar aquellos factores de riesgo derivados de su emplazamiento y que obedecen exclusivamente a un determinado emplazamiento o emplazamientos.

En la identificación de peligros derivados de la localización de la instalación se deberán considerar los efectos sobre el Entorno Natural, el Entorno Humano y sobre el entorno Socioeconómico. Para ello se seleccionarán unos indicadores medioambientales, que serán parámetros que nos permitan conocer la existencia o previsión de un efecto sobre el medio ambiente.

Por tanto, se definirán Indicadores medioambientales de los tres medios anteriormente citados, (natural, humano y socioeconómico).

### ▪ Indicadores del entorno Natural

#### • Medio inerte o abiótico

*Condiciones climáticas:* Este indicador sólo es importante cuando la instalación esté localizada en un entorno con un microclima de interés económico o ecológico especial y atiende a la modificación de la aptitud climática del entorno (precipitaciones, tormentas, humedad relativa, vientos, etc...)

*Aire:* Atiende a las alteraciones producidas en las características físicas o químicas del aire, como son su calidad y composición, los olores, la contaminación transfronteriza... Para poder definir este indicador es preciso relacionar estas alteraciones con las características climatológicas normales y singulares del entorno.

*Agua:* También, como en el caso anterior, será preciso relacionar los efectos sobre la cantidad o cantidad de los recursos hídricos que se produzcan como consecuencia de la ubicación de las instalaciones, con las condiciones climáticas normales y singulares del entorno. Se atenderá a los efectos sobre flujos y masas de agua superficiales, acuíferos, aguas marinas, humedales...

*Suelos:* Modificaciones en cualquiera de los elementos que los definen (geología, geomorfología, edafología hidrología recursos minerales y procesos de erosión.

#### • Medio Biótico

Se considerarán tanto la fauna como la flora y la estructura de los distintos ecosistemas presentes (terrestres, acuáticos, humedales...), prestando especial atención a las especies protegidas, de interés cinegético, las endémicas y a todos aquellos elementos singulares del medio biótico que se consideren pueden resultar afectados.

#### • Otros indicadores

Otros indicadores que afectan al entorno natural son el paisaje y las afecciones a “espacios naturales protegidos” como los Parques Nacionales, Naturales, ZEPAS...

▪ **Indicadores del Entorno Humano**

Se buscarán aquellos elementos del entorno humano que puedan verse influenciados por la instalación generando a su vez efectos añadidos al entorno natural. Estos elementos son principalmente aquellos que se refieren a las alteraciones demográficas y/o espaciales de las poblaciones y a los efectos relacionados con la salud pública, como los cambios en la tipología de las enfermedades comunes, epidemiología en las poblaciones del entorno, etc.

▪ **Indicadores del Entorno Socioeconómico**

Se incluirán dentro de este grupo de indicadores los efectos inducidos en las actividades económicas del entorno (agrícola, ganadera, forestal...) y otras actividades relacionadas directamente con el medio ambiente. También serán indicadores la afección causada por la instalación a las infraestructuras del entorno (redes de transporte y comunicación, sistemas de almacenamiento y recogida de residuos, suministro de agua, infraestructuras y comunicaciones...) y la degradación del patrimonio histórico, artístico y cultural (afecciones sobre monumentos, obras de arte, restos arqueológicos...)

▪ **Peligros que el entorno puede inducir sobre la organización**

Para completar la búsqueda e identificación de los peligros medioambientales será preciso identificar también los peligros que el entorno puede generar a la instalación provocando que ésta fuese a su vez fuente de peligros. Estos peligros pueden ser:

- naturales, (terremotos, riadas, inundaciones),
- tecnológicos (sistemas de transporte, productos químicos, bacteriológicos, farmacéuticos),
- sociales (revuelta, guerras, epidemias)
- derivados del modo de vida (consumo de drogas, tabaco).

**B. Postulación de Escenarios Accidentales**

Entre la identificación de peligros y la estimación de consecuencias está la postulación de sucesos, escenarios y accidentes.

Uno de los principales objetivos de la UNE 150008 EX es que la organización llegue a postular y registrar una serie de accidentes que razonablemente podrían llegar a ocurrir para posteriormente asignarles una probabilidad o frecuencia y completar el análisis de riesgos.

El accidente tal y como lo entendemos, es la descripción no detallada del mismo, sin entrar en una valoración expresa de los daños.

De esta forma serían ejemplos de accidentes:

- Contaminación del suelo y de las aguas subterráneas por fugas de gasolina del depósito X.
- Emisión a la atmósfera del amoníaco procedente de la instalación de refrigeración.
- Contaminación de las aguas superficiales por emisión continua y gradual de metales pesados procedentes de la



planta depuradora.

Cada accidente, es en realidad un escenario accidental, es decir, la sucesión de hechos de puertas “a dentro” de la organización que conducen a una fuga, escape o derrame, a un incendio o a una explosión o, lo que es más habitual, escenarios intermedios.

Posteriormente el accidente identificado evolucionará de puertas “a fuera” en función de una serie de características que habitualmente la organización no controla, como:

- Régimen de vientos
- Altura del nivel freático
- Anidamiento de aves
- Caudal de corrientes superficiales
- Estiajes

Todo ello concluirá en un daño o impacto que resultará ser muy distinto en función de la evolución intraorganización y externa.

En el ámbito de la UNE 150008 EX y en general de un AR sólo nos van a interesar aquellos escenarios que llevan asociado un daño significativo despreciando el resto. No obstante, estos escenarios accidentales llevarán asociada una determinada probabilidad o frecuencia que podrá diferir sustancialmente o no de otros escenarios.

Si un determinado suceso iniciador puede evolucionar de forma significativamente distinta, tanto interna como externamente, para generar dos accidentes distintos, unidos con importantes daños medioambientales, deberán ser analizados y registrados ambos escenarios para posteriormente asignarles las frecuencias, que podrán ser iguales o distintas.

Resumiendo, en el apartado de la norma denominado Diagnóstico de fuentes se pretende sacar a la luz determinados peligros o condiciones peligrosas expresados en términos de sucesos iniciadores como:

- Operación de descarga incorrecta
- Rotura de la válvula de accionamiento neumático del tanque de cloro.
- Elección de un material de almacenamiento inapropiado.
- Sonda de pH deteriorada.
- Residuos de disolventes organoclorados directamente sobre el terreno.
- Fisura o agrietamiento en el almacenamiento de combustible.

Cada uno de estos sucesos evolucionará de forma interna en la organización y de forma externa tras rebasar los límites de la propiedad o el control establecido, determinando un escenario accidental que desembocará en un daño específico.

Dada la casuística que puede presentarse, se genera una complejidad importante, que entendemos puede resolverse en aplicación del criterio de la peor situación o *worst case scenario* (WCS). Con ello postularemos sólo aquellos escenarios que a juicio del analista conduzcan a los peores resultados, pero los peores resultados posibles de toda la

gama existente.

De esta forma simplificamos el proceso, ya que de cada suceso iniciador o peligro sólo se va a postular un determinado escenario accidental que a su vez llevará aparejado un determinado daño.

Por el contrario, si se aplica de una forma estricta puede adquirirse cierta sensación de irrealidad o de no verse reflejado en los resultados, planteamiento que puede subsanarse si planteamos a partir de cada suceso iniciador dos escenarios:

- 1) Basado en el WCS
- 2) El que se nos antoje más probable que, habitualmente estará alejado del que resulte de aplicar el WCS.

### C. Estimación de consecuencias

Para poder, en una fase posterior, estimar el riesgo será necesario previamente estimar las consecuencias que se generarían sobre el entorno si se produjera un determinado accidente, teniendo siempre en cuenta las características del propio entorno.

La estimación de consecuencias o del posible daño que cada uno de los escenarios postulados causan sobre el entorno receptor deberán estimarse sobre cada uno de los entornos anteriormente señalados, humano, natural y socioeconómico.

Las consecuencias que se producirían siempre están relacionadas con las sustancias emitidas, tanto con las cantidades que se emitieron como la peligrosidad intrínseca de las mismas para el medio receptor considerado. Asimismo, están relacionadas con la extensión o espacio de influencia del impacto en relación, bien con el entorno, bien con la población que resultará afectada o con el patrimonio o las actividades económicas afectadas.

La UNE 150008 EX asigna un valor numérico entre 1 y 5 en función de la gravedad o severidad de las consecuencias sobre cada entorno. Este valor depende a su vez de los criterios y subcriterios que a continuación se relacionan.

#### ▪ Estimación de consecuencias sobre el entorno natural

Dependerá de:

- ✓ La cantidad de sustancia emitida sobre el entorno
- ✓ La peligrosidad intrínseca de la sustancia (toxicidad, posibilidad de acumulación, corrosividad...). A este factor se le da un peso doble que al resto.
- ✓ Extensión, espacio de influencia del impacto en relación con el entorno considerado.
- ✓ Calidad del medio, debe tenerse en cuenta toda el área afectada en función de la extensión del impacto y su reversibilidad.

#### ▪ Estimación de consecuencias sobre el entorno humano

Depende de:

- ✓ Cantidad de sustancia emitida que afecta a las personas
- ✓ Peligrosidad intrínseca de la sustancia que afecta a las personas. A este factor se le da un peso doble que al resto.
- ✓ Extensión o espacio de influencia del impacto en relación con la población considerada



- ✓ Población afectada considerándola como la densidad de población de toda el área afectada en función del impacto.

- Estimación de consecuencias sobre el entorno socioeconómico

Depende de:

- ✓ Cantidad de sustancia emitida al entorno
- ✓ Peligrosidad intrínseca de la sustancia. A este factor se le da un peso doble que al resto.
- ✓ Extensión o espacio de influencia del impacto en relación con el entorno
- ✓ Patrimonio y capital productivo, valoración del patrimonio económico, social e histórico así como las infraestructuras afectadas en función del impacto.

#### D. Estimación de la Probabilidad/Frecuencia

En el contexto de la UNE 150008 EX no se precisa un ACR, simplemente se realiza una estimación semicuantitativa de la frecuencia de ocurrencia de un suceso en función de criterios subjetivos del propio analista. De esta forma se asigna una frecuencia o probabilidad en función de los siguientes criterios:

- |   |                    |         |
|---|--------------------|---------|
| ✓ Mayor de una vez al mes                           | Muy probable       | Valor 5 |
| ✓ Entre una vez al mes y una vez al año             | Altamente probable | Valor 4 |
| ✓ Entre una vez al año y una vez cada 10 años       | Probable           | Valor 3 |
| ✓ Entre una vez cada 10 años y una vez cada 50 años | Posible            | Valor 2 |
| ✓ Mayor que una vez cada 50 años                    | Improbable         | Valor 1 |

Las medidas de protección pueden estar enfocadas a reducir la probabilidad de ocurrencia del suceso o bien a reducir los efectos y la gravedad del accidente, tal es el caso de cubetos, alarmas, detectores de fugas, etc.

El criterio general, y siempre y cuando no exista un histórico en otra línea, es que un dispositivo de prevención o control, establecido de forma específica y efectiva para “eliminar” un peligro lo hace, cuando menos, directamente probable, es decir, con una posibilidad de ocurrencia de entre 1 y 10 años.

En el caso de que sean dos las medidas diseñadas para evitar los fallos de causa común, la probabilidad de ocurrencia será mayor de una vez cada 50 años, es decir, “improbable”.

#### E. Estimación del riesgo.

Una vez estimadas tanto las probabilidades o frecuencias de ocurrencia como las consecuencias que se generarían sobre el entorno, se procederá a la estimación del riesgo medioambiental asociado a una instalación y sus actividades desarrolladas, como producto de los dos términos estimados con anterioridad.

Será necesario elaborar un listado de sucesos iniciadores, seleccionando aquellos que, razonablemente, se piense pueden ser origen de accidente. Para cada suceso iniciador identificado, se describirán todos los posibles escenarios de accidentes (origen y evolución) que de él se deriven (postulación de escenarios). Para ello se identificarán los caminos que pudieran seguir los sucesos iniciadores en función de la existencia, ausencia o fallo de las medidas de prevención. En la descripción del escenario que representa la evolución más probable del suceso iniciador hasta el accidente, es preciso tener en cuenta las medidas de prevención, control y protección que la organización tenga dispuestas, medidas que deben quedar recogidas en un registro auditable.

Se estimará primero el riesgo medioambiental de cada suceso iniciador, y finalmente de la organización en su con-

junto.

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad Ocurrencia Peligro} \times \text{Consecuencias Derivadas del Accidente}$$

Tal y como queda expresado en la fórmula si la frecuencia de ocurrencia es de 1 a 5 veces y las consecuencias estimadas de 1 a 5, entonces el valor del riesgo será de 1 a 25.

De esta forma una organización, siguiendo el proceso recogido en la UNE 150008 EX, habrá identificado y analizado todos o la mayor parte de sus condiciones peligrosas y les habrá asignado de forma cualitativa un valor de probabilidad de ocurrencia. Posteriormente habrá identificado y analizado los distintos escenarios accidentales para cada peligro estimando las consecuencias finalmente sobre cada uno de los tres entornos. De esta forma, además de los correspondientes registros dispondrá de un valor numérico entre 0 y 25 para cada peligro- escenario- entorno que aunque incorporará una cierta subjetividad permitirá conocer la evolución de su gestión de riesgos con el tiempo.

Se dispondrá de tres valores de riesgo para cada escenario registrado, uno para cada entorno considerado.

Puede ser habitual que en una organización tipo PYME se registren 30 o 50 escenarios distintos, estimándose entonces de 90 a 150 valores diferentes.

Finalmente, se pueden sumar los valores correspondientes al riesgo de cada escenario en cada entorno, obteniendo un valor de riesgo global en cada entorno considerado, que tendrá simplemente un valor informativo para la propia organización.

El paso siguiente a la estimación del riesgo es la evaluación del mismo, que implica un análisis detallado, un juicio de valor y la conclusión y toma de postura consiguiente.

Para realizar la evaluación será preciso integrar el conjunto de conocimientos existentes en relación con cada riesgo y con el conjunto de ellos. Toda evaluación tiene una componente subjetiva asociada a factores como la incertidumbre del conocimiento científico, el acceso a fuentes suficientes de información, existencia de distintas y, a veces contradictorias percepciones de los riesgos existentes, etc... razón por la cual será preciso documentar los juicios emitidos y las fuentes de información utilizadas.

En el contexto de la UNE 150008 EX y como base para realizar la evaluación del riesgo se deben elaborar tres tablas de doble entrada, una para cada entorno, y en las que gráficamente deben aparecer cada escenario en su casilla correspondiente como resultado de la estimación del riesgo anteriormente realizada.

A continuación se expondrá un ejemplo de Evaluación de Riesgos según la UNE 150008 EX:

*El análisis del riesgo medioambiental realizado a la organización X ha identificado un número "n" de escenarios. Se elaborarán seis de los n escenarios identificados, en función de las probabilidades de los mismos y la gravedad de las consecuencias correspondientes a cada uno de los entornos posibles : natural, humano y socioeconómico.*

La tabla siguiente recoge los valores de probabilidad y de gravedad de las consecuencias en cada entorno estimados para cada uno de los seis escenarios.

Escenario	Probabilidad	Gravedad Consecuencias Entorno Natural	Gravedad Consecuencias Entorno Humano	Gravedad Consecuencias Entorno Socioeconómico
$E_1$	$P_1=2$	4	2	4
$E_2$	$P_2=1$	2	1	1
$E_3$	$P_3=1$	3	3	3
$E_4$	$P_4=5$	2	3	3
$E_5$	$P_5=3$	5	1	5
$E_6$	$P_6=4$	1	5	4
$E_n$	$P_n$			

Teniendo en cuenta que el valor del riesgo es: **Riesgo= Probabilidad\*Daños**, la siguiente tabla registra los valores estimados para cada escenario en cada uno de los entornos señalados.

Escenario	Riesgo Entorno Natural	Riesgo Entorno Humano	Riesgo Socioeconómico
$E_1$	8	4	8
$E_2$	2	1	1
$E_3$	3	3	3
$E_4$	10	15	15
$E_5$	15	3	15
$E_6$	4	20	16
$E_n$			

En función de los valores de riesgo estimados, y según un código de valores y colores, se construyen a continuación las tablas de riesgo para cada uno de los entornos, ubicando cada escenario en la casilla correspondiente.



Código de colores:

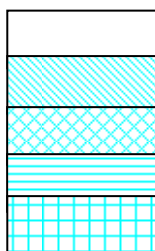
Riesgo bajo

Riesgo moderado

Riesgo medio

Riesgo alto

Riesgo muy alto



de 1 a 5

de 6 a 10

de 11 a 15

de 16 a 20

de 21 a 25

Riesgo Entorno Natural

Gravedad	1	2	3	4	5
Probabilidad					
1		E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>		
2				E <sub>1</sub>	
3					E <sub>5</sub>
4	E <sub>6</sub>				
5		E <sub>4</sub>			

Riesgo Entorno Humano

Gravedad	1	2	3	4	5
Probabilidad					
1	E <sub>2</sub>		E <sub>3</sub>		
2		E <sub>1</sub>			
3	E <sub>5</sub>				
4					E <sub>6</sub>
5			E <sub>4</sub>		



Gravedad	1	2	3	4	5
Probabilidad					
1	E <sub>2</sub>		E <sub>3</sub>		
2				E <sub>1</sub>	
3					E <sub>5</sub>
4				E <sub>6</sub>	
5			E <sub>4</sub>		

*A partir de los resultados obtenidos, la organización contará con una base de apoyo para la toma de decisiones respecto a la valoración y posible reducción del Riesgo medioambiental de la misma.*





## F. Evaluación y tolerabilidad.

La sociedad en general no acepta los riesgos derivados de una actividad industrial, sino que más bien los tolera. Por tanto parece más adecuado hablar de tolerabilidad del riesgo que de aceptabilidad.

Si bien no es menos cierto que ninguna actividad humana, ya no industrial, está exenta de riesgo. De hecho no existe el riesgo cero, por lo que habrá que luchar contra el sentir popular de erradicar el riesgo para introducir el concepto de convivencia con el riesgo.

Un Analista o Gestor de Riesgos en una organización deberá aprender a convivir con una situación en la que siempre dispondrá de unos recursos insuficientes (técnicos, humanos, económicos...) para hacer frente a todos los riesgos detectados. Su labor se centrará precisamente en elegir aquellos más cuantiosos, lo que querrá decir que son más probables o de consecuencias más nefastas o ambas cosas.

El establecimiento de criterios de tolerabilidad del riesgo parte del reconocimiento de que no existe el "riesgo cero": cualquier actividad -e incluso la no participación en ninguna actividad- implica un cierto riesgo. De aquí el interés por definir unos criterios a título individual.

Es preciso afirmar aquí, que si una organización considera que el riesgo identificado y analizado es intolerable debe, desde ese mismo momento, trabajar en su reducción a través de la atenuación de la probabilidad o de la reducción de las consecuencias, o de ambas, pero en ningún caso deberían plantearse medidas como incorporarlo a un Plan de Emergencia Interior o Asegurarlo.