

«*Estad alerta pues, porque no sabéis el día ni la hora.*»

Mateo, 25, 1.

Introducción

A pesar de la aplicación de todas las técnicas expuestas en los capítulos anteriores, y como ya se ha discutido en este libro, no es posible reducir a cero el riesgo de que ocurra un accidente. Sea cual sea el nivel de riesgo que se considere aceptable, existirá una probabilidad finita de que ocurra un fallo con consecuencias potencialmente graves para las personas, el medio ambiente o las instalaciones. Para que estas consecuencias sean mínimas, es necesario desarrollar planes de emergencia interiores (para los empleados de la empresa) y exteriores (para las comunidades circundantes), que permitan en caso de un accidente mayor la identificación de los riesgos, la predicción de sus consecuencias más probables, la incorporación de medidas de seguridad y la protección de la integridad de los posibles afectados.

En algunos accidentes es difícil la actuación debido a la rapidez con la que se desencadenan los acontecimientos. En el caso de Flixborough se estima (2) que el tiempo desde que se produjo la nube de hexano hasta que ésta encontró un punto de ignición fue de unos cincuenta segundos. Sin embargo, en los accidentes de Bhopal y Seveso los defectos de los planes de emergencia, o su inexistencia, fueron la causa principal de las gravísimas consecuencias para la población. En cualquiera de los dos casos se hubieran salvado numerosas vidas si los mecanismos de comunicación, coordinación y evacuación necesarios hubieran estado establecidos.

En el caso concreto de Seveso, la apertura del disco de ruptura del reactor, con la emisión de 1-2 kg de dioxina a las 12:37 del sábado 10 de julio de 1976, fue seguida por la acción inmediata del personal de la planta, dentro de su recinto. Éstos intentaron avisar a las autorida-

des de los posibles daños del escape, pero fue imposible por ser fin de semana. Durante los días siguientes, la comunicación entre las autoridades y la compañía fue deficiente, se dieron casos de muerte de animales y se secó la vegetación. No se tomaron medidas hasta que, cuatro días después, las consecuencias del escape aparecieron en un niño. Al día siguiente se declaró el estado de emergencia y la contaminación de una zona de 5 km². Hasta el día 27 de julio no se evacuó al primer grupo de ciudadanos. Más tarde se encontró que el área afectada era cinco veces mayor.

A partir sobre todo del accidente de Seveso, la mayoría de los países desarrollados han establecido normativas de obligado cumplimiento, regulando la declaración de los riesgos por parte de las industrias, el desarrollo de planes de emergencia, tanto internos como externos, y la creación de organismos de coordinación para casos de emergencia. En la CEE esta normativa está recogida en la Directiva 82/501/CEE y las subsiguientes 87/216/CEE y 88/610/CEE, dentro de lo que comúnmente se conoce como «Directiva Seveso». Tras el ingreso de España en la CEE, se traspuso esta Directiva a la legislación española, quedando recogida en los Reales Decretos 886/1988, de 15 de julio, y 952/1990, de 29 de junio.

La legislación de los Estados Unidos también exige el desarrollo de planes de emergencia, tanto internos como externos, en leyes como la *Hazardous waste operations and emergency response* (OSHA, 29 CFR 1910.120), la *Process safety management of hazardous chemicals* (OSHA 29 CFR 1910.119) y el título III, sobre *Emergency Planning and Community Right-to-Know* de la *Superfund Ammendments and Reauthorization Act* (1988), más conocida como SARA. En la bibliografía (1), (4), (5) y en el capítulo 10 pueden encontrarse más detalles sobre la legislación estadounidense.

Para comenzar este capítulo es necesario partir de una definición que delimite el concepto de emergencia o accidente mayor. Lees (3) define esta última como «aquella situación capaz de causar serios daños o pérdida de vidas o propiedades, con un riesgo considerable de extensión dentro o hacia fuera de la planta, y que puede requerir el uso de recursos externos». La Directiva Seveso, por su parte, la define como «un hecho tal como una emisión, un incendio o una explosión resultante del desarrollo incontrolado de una actividad industrial, que entrañe un grave peligro, inmediato o diferido, para el hombre, dentro o fuera del establecimiento, y/o para el medio ambiente, y en el que intervengan una o varias sustancias peligrosas».

La Directiva Seveso de la CEE

La Directiva Seveso de la CEE ha sido traspuesta a la legislación de los países comunitarios con diferencias significativas. Holanda es el país que más ha profundizado en los aspectos restrictivos de las actividades industriales peligrosas, llegando a exigir la determinación de las distancias a las que se tienen distintos niveles de riesgo, y limitando muy severamente la construcción dentro de los contornos en los que se superen cifras consideradas peligrosas. En el Reino Unido se han establecido recomendaciones semejantes, pero mucho menos restrictivas para niveles de riesgo similares.

El Real Decreto 886/1988, de 15 de julio, sobre prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales, y su modificación 952/1990 constituyen la versión española de la Directiva Seveso.

El Real Decreto afecta a casi todas las actividades industriales (se excluyen expresamente de su ámbito de aplicación las instalaciones nucleares o militares, las de fabricación de explosivos, las extracciones mineras y las de eliminación de residuos) en las que intervengan, bien sea en almacenamiento o en el proceso, una serie de sustancias inflamables, tóxicas, explosivas u oxidantes, en cantidades superiores a las indicadas en dos tablas, que se dan como anexo II y anexo III del Decreto. En estas tablas se reseñan dos cantidades límite para la aplicación de la totalidad del Decreto, o tan sólo del artículo 5.º

El artículo 5.º exige que la empresa pueda probar en todo momento ante la administración que ha establecido medidas de autoprotección, consistentes en:

- Identificación y evaluación de los riesgos existentes.
- Elaboración de un plan de emergencia interior.
- Formación del personal.

Los artículos 6.º y 7.º son más exigentes, y requieren que, además de cumplir el artículo 5.º, se presente una declaración con el siguiente contenido:

- Información sobre los productos presentes, cantidades, propiedades físico-químicas y riesgos asociados.
- Descripción de las instalaciones y los medios técnicos disponibles para que las instalaciones trabajen en condiciones seguras.
- Plan de emergencia interior y persona de contacto con el exterior.

- Información necesaria para el desarrollo del plan de emergencia exterior. Incluye explícitamente los resultados de análisis HAZOP, y en determinados casos puede también exigirse un análisis cuantitativo de riesgos.

Dicha declaración debe mantenerse al día, y se hace especial mención de este requisito en caso de haber modificaciones, ampliaciones de capacidad o nuevas instalaciones.

En el Real Decreto también se definen las autoridades competentes para el control de la elaboración de los planes de emergencia interior y la elaboración y ejecución de los planes de emergencia exterior, así como la información requerida en caso de accidente, tanto hacia las autoridades como hacia la población.

Plan de emergencia interno

Está orientado a la actuación dentro del recinto de la empresa en caso de emergencia. Comprende todas las actuaciones a llevar a cabo dentro de las instalaciones, incluyendo la comunicación con la coordinación del plan de emergencia exterior.

La planificación previa de la emergencia permite tomar las acciones necesarias en un tiempo reducido, sin el elevado riesgo que normalmente suponen las decisiones rápidas. Sin un estudio previo de las posibles causas de una emergencia, es altamente probable que se cometan errores en las actuaciones, debido a informaciones confusas o contradictorias y a la presión del momento.

Los principales objetivos a cumplir por el plan de emergencia interno son (1):

- Determinar el tipo de accidentes que pueden llevar a una situación de emergencia. Proveer una definición lo más completa posible de lo que está ocurriendo.
- Determinar las respuestas necesarias a los distintos tipos de emergencias posibles a fin de estar preparado para afrontarlas. Priorizar las actuaciones.
- Garantizar la existencia de la organización y las vías de comunicación adecuadas para que puedan tomarse decisiones de modo ordenado durante la emergencia. Incluyendo los medios humanos y materiales necesarios, ya sean internos o procedentes del exterior.

- Establecer los mecanismos necesarios para mantener al día el plan.
- Establecer la formación y simulacros necesarios.

Preparación de un plan de emergencia

El desarrollo de los objetivos anteriormente citados en pautas de actuación concretas, compiladas en un documento simple y estructurado, junto con la asignación de los recursos humanos y materiales necesarios es el producto final de un trabajo esencialmente interdisciplinar. En la preparación de un plan de emergencia deben participar representantes de todos los departamentos afectados, entre otros:

- Dirección de la planta.
- Producción.
- Seguridad.
- Medio ambiente.
- Ingeniería.
- Mantenimiento.
- Personal.
- Servicios médicos-Higiene industrial.
- Servicios legales.

Normalmente no es necesario que todos ellos estén presentes en todas las reuniones del equipo. Algunas tareas correspondientes a áreas muy específicas pueden prepararse en subgrupos, antes de ser revisadas por el resto del equipo.

El tiempo y los recursos necesarios para la preparación del plan dependen de la situación inicial del sistema de gestión de seguridad de la empresa. En general suele requerirse un esfuerzo importante, y es imprescindible que el equipo disponga de los medios necesarios para desarrollar su trabajo, tanto materiales como en forma de tiempo.

Etapas del desarrollo y redacción

Es necesario que el equipo que va a desarrollar el plan de emergencia organice su trabajo de una manera estructurada, pues ninguna posibilidad relevante debe quedar sin ser, al menos, considerada. La aproximación

al problema debe ser minuciosa, recorriendo paso a paso todas las etapas que van desde la detección del accidente hasta la conclusión de la situación de emergencia. En el desarrollo de la elaboración del plan de emergencia suelen establecerse tres etapas, que se describen en más detalle en los siguientes apartados.

Recogida y análisis de información

En esta primera fase existen dos objetivos: identificar y evaluar, por una parte los riesgos existentes y, por otra, los recursos humanos y materiales necesarios para abordar una situación de emergencia.

Los principales tipos de riesgos a considerar en la industria química son una emisión tóxica, un fuego o una explosión, aunque en cada caso particular podrían surgir riesgos específicos, aunque mucho menos frecuentes. La probabilidad de su ocurrencia y la gravedad de las consecuencias pueden estimarse para cada evento aplicando los métodos de análisis y evaluación de riesgos ya descritos en capítulos anteriores. En esta fase deben examinarse exhaustivamente todas y cada una de las posibilidades existentes, de una manera cuantitativa siempre que sea posible.

Sobre la base de la situación actual, y considerando las posibles emergencias y sus consecuencias potenciales, puede realizarse una primera estimación de los recursos humanos y materiales que serían necesarios para actuar frente a ellas. Entre los primeros se incluyen los que han de desarrollar funciones tales como el mando de la emergencia, coordinación, comunicaciones, lucha contra incendios, proceso... Entre los segundos están un centro de control de la emergencia, sirenas, emisoras, líneas telefónicas, transportes, medios de lucha contra incendios y otros muchos.

Para culminar con éxito esta etapa es necesario que se disponga de toda la información necesaria y del tiempo para procesarla, que, en general, representa una parte muy importante del invertido en la preparación del plan de emergencia, a no ser que existan estudios previos aprovechables.

Determinación de las actuaciones en caso de emergencia:

Síntesis del plan

Una vez conocidos y analizados los detalles de las posibles emergencias a considerar, deben plantearse las acciones a llevar a cabo en cada

caso, y los recursos necesarios, ya con conocimiento de causa suficiente. Durante esta etapa se desarrolla el contenido final del plan de emergencia, incluyendo:

- Asignación de funciones y responsabilidades.
- Niveles de emergencia y forma de comunicación.
- Acciones a tomar en cada caso.
- Comunicación a las autoridades responsables del plan de emergencia exterior y solicitud de ayuda externa.

Preparación del plan de emergencia

La redacción y presentación finales del plan son de gran importancia, especialmente por las circunstancias en las que va a ser usado. Un plan de emergencia no es un libro de texto o de consulta, sino que se recurre a él en una situación extrema, bajo presión.

Una división adecuada en capítulos ayuda a encontrar con rapidez la información que se necesita en cada momento (una alternativa es la que se propone en la próxima sección). La ordenación y estructuración del plan debe seguir la lógica de la persona que lo va a usar. Por ello es conveniente esquematizar siempre que sea posible las tomas de decisiones, a base de diagramas de flujo, organigramas y tablas.

Los sistemas informáticos de inteligencia artificial se van introduciendo cada vez más en numerosos campos de la ciencia y de la técnica. Su utilidad para guiar la actuación en caso de emergencia es indudable. El uso de sistemas expertos, que recogen los conocimientos recopilados en las dos fases anteriores y permiten su aplicación siguiendo un árbol lógico, es una alternativa al papel, especialmente en la toma de decisiones. Las principales razones en favor del uso de estos sistemas en situaciones de emergencia son (4):

- La reducida frecuencia con la que se dan estas situaciones y la escasez de expertos en su tratamiento.
- La incertidumbre de la información disponible y la complejidad técnica del análisis de consecuencias.
- La elevada presión ambiental y la necesidad de tomar decisiones rápidas.
- La necesidad de que las acciones sean correctas, de cara a la empresa, la administración, los medios de comunicación y la opinión pública.

Las principales aplicaciones de un sistema experto dentro de un plan de emergencia se inician desde la detección de la emergencia, continúan con la estimación de las posibles consecuencias y llegan hasta la determinación de las acciones a realizar, incluyendo la consideración de las comunicaciones necesarias según la legislación vigente.

Existe en la actualidad una serie de programas de ordenador para planificación de emergencias que están disponibles comercialmente. La utilidad de estos programas es doble: utilizados como simuladores, con los datos meteorológicos y topográficos que correspondan a las características locales, ayudan a identificar los posibles escenarios de emergencias y a evaluar su gravedad. Utilizados *durante* una emergencia pueden hacer predicciones *en tiempo real*, a medida que la emergencia se desarrolla, utilizando datos de estaciones meteorológicas conectadas en línea con el ordenador. Así, por ejemplo, es posible realizar en tiempo real correcciones sobre la trayectoria de una nube tóxica a medida que cambian las condiciones meteorológicas, y tomar las decisiones correspondientes.

Elementos de un plan de emergencia

Los principales elementos que deben ser contemplados en todo plan de emergencia son los siguientes:

- Organización y recursos.
- Procedimientos para la evaluación de la gravedad de los accidentes.
- Procedimientos de comunicación y notificación de la emergencia.
- Coordinación y mando durante la emergencia.
- Actuaciones durante la emergencia.
- Simulacros y mantenimiento al día del plan.

A continuación se discute en más detalle cada uno de ellos.

Recursos

Para que la respuesta en caso de emergencia sea efectiva es necesario contar con los medios humanos y materiales necesarios. La determinación de estas necesidades es una de las primeras actividades del equipo que

desarrolla el plan. En este apartado nos centraremos en los recursos materiales, mientras que de los humanos trataremos posteriormente en el epígrafe sobre organización y coordinación.

Los recursos materiales necesarios pueden dividirse en dos grandes grupos:

- Equipos e instalaciones para coordinación y comunicaciones.
- Equipos para la mitigación de las consecuencias.

La mejor manera de coordinar la emergencia (especialmente de cara al exterior) y las comunicaciones interiores y exteriores es a través de un centro de coordinación de la emergencia (CCE). Este centro debe estar dotado de los sistemas necesarios para cumplir esta función. Normalmente suelen ser necesarios:

— Una habitación equipada como sala de reuniones y comunicaciones dotada de:

- Medios audiovisuales, como pizarras, mapas y planos de la zona. Es especialmente útil disponer de sistemas para superponer información sobre un mapa de la zona, como piezas magnéticas, hojas transparentes donde poder dibujar los perfiles de las nubes de vapor o zonas a evacuar, medios informáticos de simulación de emergencias...

- Toda la documentación del plan de emergencia, tanto interno como externo, normativa y legislación vigente, MSDS [hojas de seguridad (9)] de los productos manejados en la planta...

- Lista de teléfonos y direcciones del personal de la planta que necesite ser localizado.

- Números de teléfono de las autoridades, instituciones, cuerpo de bomberos, hospitales y otras industrias de la zona. Es muy útil que los números estén pregrabados.

— Teléfonos, tanto internos como externos. Incluyendo líneas externas no susceptibles de ser bloqueadas por llamadas de periodistas o público durante la emergencia. Es conveniente disponer de una grabadora para las llamadas exteriores, tanto recibidas como emitidas.

— Radios. Normalmente son el mejor medio para asegurar la comunicación con la brigada que esté trabajando en campo. Lo más apropiado es que estén controladas desde el centro de coordinación. Si funcionan con baterías, deben probarse periódicamente para asegurar que se mantienen en condiciones de uso.

— Telefax. Puede ser útil para comunicar el estado de la situación a la coordinación de la emergencia externa por medio de mapas o impresos de ordenador.

— Alarmas o sirenas. Son el sistema más comúnmente usado para comunicar la situación de emergencia, mediante distintos sonidos.

Aparte de las medidas instaladas permanentemente en el proceso, en cuanto a la mitigación de las consecuencias es importante considerar la necesidad de:

— Equipos para el conocimiento de la situación meteorológica, principalmente indicadores de la dirección e intensidad del viento.

— Equipos para la lucha contra incendios: detectores de humo (en edificios, subestaciones eléctricas...), extintores, bocas de agua contra incendios, motobombas, camiones de lucha contra incendios (de agua o espuma), sistemas de lluvia o *deluge*...

— Equipos para el control de fugas líquidas o gaseosas, como detectores de gases, cortinas de agua, espumas de poliuretano de solidificación rápida u otros medios para construir barreras de contención de fugas en campo.

— Servicios de asistencia médica y traslado de emergencia: médico, socorristas, botiquín, ambulancias...

— Programas de evaluación de consecuencias, incluyendo simulación de dispersión de nubes, junto con planos de la zona, para prever las zonas que serán afectadas.

— Equipos de protección personal y suministros necesarios para la lucha contra fugas y fuego, como ropa, botas, guantes, protección facial, impermeables, respiradores autónomos, linternas y otros.

A menudo no es necesario disponer *in situ* de todos los medios anteriormente citados, y se puede confiar en la colaboración de entidades externas como los bomberos, la Cruz Roja, hospitales u otros. En estos casos debe establecerse por medio de un convenio escrito la amplitud de la colaboración y el número de las fuerzas de apoyo disponibles para asegurar que esta colaboración es realista. Siempre debe existir un mínimo razonable en la propia empresa, ya que los cuerpos de apoyo pueden estar a una distancia considerable, y la rapidez de actuación es la clave del éxito. En este sentido es necesaria la participación de los cuerpos de apoyo en los simulacros de emergencia. El establecimiento de «Pactos de Ayuda Mutua» entre las empresas de un

mismo complejo industrial facilita el suministro de materiales en caso de necesidad durante la emergencia.

Procedimientos para la evaluación de la gravedad de los accidentes

En el momento en que se detecta por cualquiera de los medios disponibles que ha ocurrido un accidente, comienza la actuación del primer mecanismo del plan de emergencia: la evaluación de la gravedad del accidente y la decisión de declarar o no la emergencia, iniciando las acciones y comunicaciones necesarias. En la figura 9.1 se muestra un diagrama de flujo típico de este procedimiento.

Inmediatamente tras la detección, debe evaluarse la magnitud de las posibles consecuencias de la situación y decidir qué tipo de respuestas deben ponerse en marcha. Una práctica muy difundida es la definición de varios niveles (normalmente numéricos) de emergencia. Estos niveles ayudan a que diferentes evaluadores juzguen las situaciones de la misma manera.

La lista de niveles debe ir acompañada de guías o normas que permitan seleccionar en cada caso, con la mínima imprecisión, cuál es el nivel que corresponde. A menudo se utilizan tres niveles de emergencia (1):

1. *Alerta*. Se asocia a aquellos accidentes o incidentes que pueden controlarse con los medios disponibles internamente, y cuyos efectos probables sobre las zonas circundantes sean pequeños o inexistentes.

2. *Emergencia de planta*. También recoge eventos que no es probable que tengan efectos sobre zonas externas a la empresa, pero que, por su gravedad, pueden requerir ayuda exterior a la empresa para su control.

3. *Emergencia general*. En este caso el accidente puede afectar a zonas externas a la empresa, requiriendo además ayuda exterior para la mitigación de las consecuencias, tanto internas como externas. Implica la activación del plan de emergencia externo.

La rapidez de la detección y comunicación inicial de la emergencia es un factor crítico para la minimización de las consecuencias. Normalmente conviene establecer una vía rápida para la comunicación del mensaje de que hay una posible emergencia, bien a través de un botón o señal (como suele hacerse para casos de incendio) o de un número

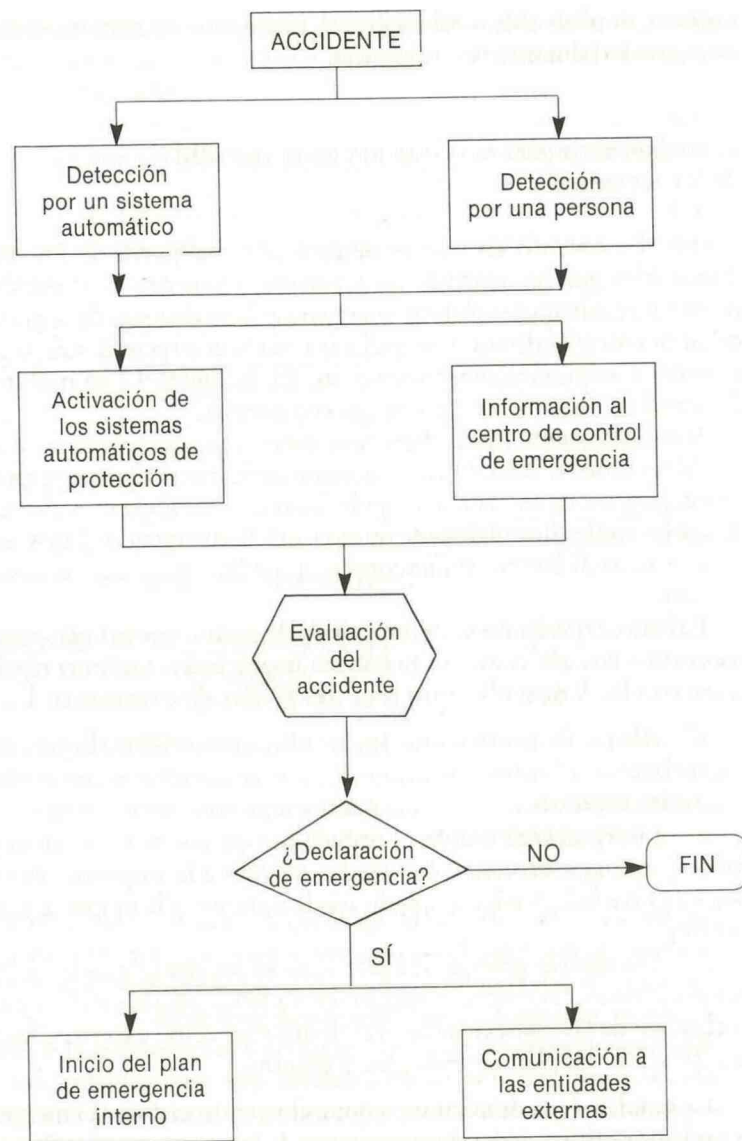


Figura 9.1. Procedimiento de inicio de una emergencia.

especial de teléfono, conocido por todos los empleados (*Hotline*). Esta alarma debe ir directamente dirigida a un lugar que esté atendido permanentemente, normalmente el centro de coordinación de la emergencia.

En cada momento, incluyendo turnos de noche y fines de semana, debe estar claramente definido quién tiene la responsabilidad de decidir cuándo hay que declarar la emergencia. En una planta química típica, trabajando veinticuatro horas diarias en turnos de ocho horas, la probabilidad de que un accidente ocurra fuera de las horas de trabajo del personal de oficinas es más de tres veces superior que la de que ocurra estando éste presente, por lo que debe ser el jefe de turno quién normalmente tome esta decisión, comunicándola inmediatamente al técnico de guardia. Esta persona debe recibir la formación específica que le capacite para asumir esta responsabilidad.

Procedimientos de comunicación y notificación de la emergencia

Internamente, el modo más usado de comunicación de la emergencia es mediante sirenas. El grado de emergencia se da a conocer mediante distintos sonidos. Es necesario que todo el personal conozca el significado de cada señal y la forma de actuación ante cada una de ellas. Suelen utilizarse tres sonidos, correspondientes a tres mensajes:

- Alerta.
- Emergencia.
- Fin de emergencia: todo seguro.

En cada caso debe estar claramente definida cuál debe ser la conducta del personal, especialmente de aquellas personas no directamente implicadas en las acciones de emergencia, como el personal de oficinas y contratistas. Según el grado de alerta puede congregarse al personal en un punto de reunión o evacuarlo a una zona segura.

La legislación (6), (8) exige que se informe a las autoridades competentes del acontecimiento de un accidente mayor. Los planes de emergencia externos determinan en detalle el tipo de accidentes que deben ser notificados. En general es conveniente comunicar a las autoridades cualquier tipo de accidente, aunque sea menor y no tenga consecuencias probables fuera de la planta. Esto favorece el establecimiento de una relación positiva de colaboración y, en caso de que los hechos no

transcurran como estaba previsto, permite una más rápida actuación de apoyos externos.

La información a comunicar suele incluir:

- Identificación clara de la empresa donde ha ocurrido el accidente (nombre y dirección).
- Nombre y responsabilidad de la persona que comunica la emergencia. Persona y teléfono de contacto.
- Descripción de la situación: producto o productos químicos involucrados, riesgos principales (explosión, toxicidad...), cantidad emitida, en caso de continuar la fuga, caudal y duración estimada.
- Medidas tomadas internamente para mitigar las consecuencias.
- Condiciones atmosféricas críticas, como dirección y fuerza del viento.
- Posibles consecuencias y medidas a tomar.
- Clasificación de la emergencia.

En cualquier caso esta información debe comunicarse por un portavoz autorizado.

Organización, coordinación y mando durante la emergencia

Es vital que las responsabilidades durante la emergencia estén claramente definidas. En el primer momento es normal que todas las decisiones deban ser tomadas por una sola persona. Una vez pasado este momento y notificada ya la situación de emergencia, debe constituirse inmediatamente el equipo de emergencia, según el organigrama establecido en el plan. En la figura 9.2 se muestra un organigrama típico que puede servir como guía para la explicación de las distintas funciones. Según el tamaño de la empresa, varias de éstas pueden recaer en la misma persona. Asimismo pueden definirse funciones no mencionadas, cuando se considere conveniente.

En el momento inicial, todas las responsabilidades de coordinación son asumidas por la misma persona, normalmente el jefe de turno, hasta que el personal requerido está presente. En este momento, es normal que el jefe de turno pase a actuar como Coordinador de la Intervención.

Las principales responsabilidades de cada función son:

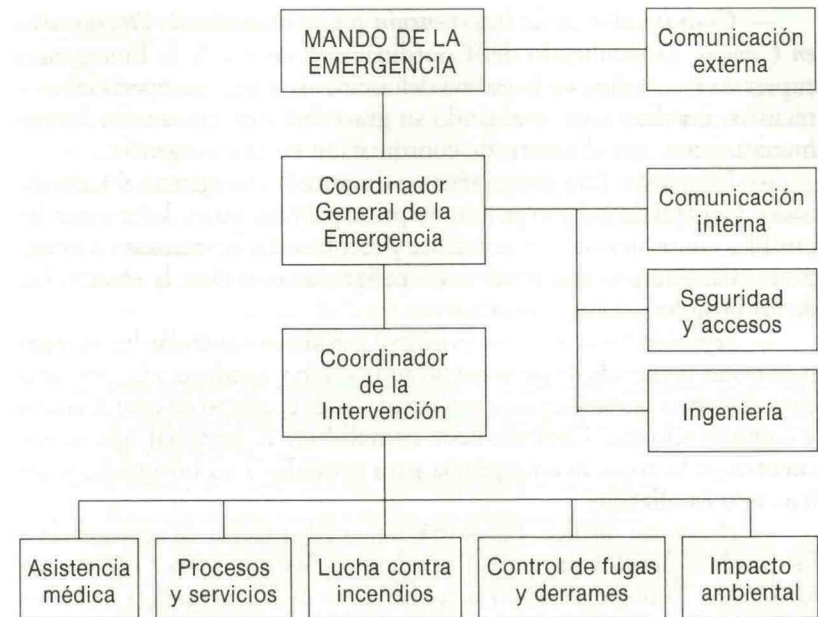


Figura 9.2. Organización interna típica para emergencias.

— *Mando de la Emergencia.* Es el máximo responsable de la emergencia. Coordina la actuación de todos los recursos, tanto internos como externos, para minimizar los daños a los empleados, público y propiedad. Dirige las comunicaciones e intercambios de información con las autoridades. Determina en cada momento el nivel de alarma, tomando las decisiones de máximo nivel, como evacuación, solicitud de ayuda exterior o aviso a las autoridades gubernativas. Suele ser el Director de la planta.

— *Coordinador General de la Emergencia o Coordinador de Operaciones.* Normalmente suele ser el jefe de producción, ya que debe conocer perfectamente la planta y el proceso. Recibe del Mando de la Emergencia la responsabilidad directa de las actuaciones dirigidas a mitigar las consecuencias del accidente. Coordina a las fuerzas que trabajan en campo, y determina la necesidad de efectivos de apoyo. Centraliza las comunicaciones internas desde el centro de control de la emergencia.

— *Coordinador de la Intervención o Coordinador de Operaciones en Campo.* Dependiendo del Coordinador General de la Emergencia supervisa y coordina en la escena del accidente todas las operaciones y recursos involucrados, evaluando su gravedad y centralizando las comunicaciones con el centro de coordinación de la emergencia.

— *Ingeniería.* Dan apoyo técnico durante la emergencia al Coordinador General de la Emergencia. Su principal función es determinar las posibles consecuencias del accidente y recomendar las acciones a tomar para aislar equipos potencialmente peligrosos o evaluar la efectividad de las posibles acciones alternativas.

— *Seguridad y accesos.* Su principal misión es controlar los accesos para evitar la entrada de personal no autorizado y conducir a las personas cuya presencia sea requerida o autorizada hasta el centro de coordinación y comunicaciones. También debe contabilizar el personal que se encuentra en la zona de emergencia para proceder a su búsqueda, si no han sido localizados.

— *Asistencia médica.* Proporcionan ayuda médica de emergencia a los posibles heridos durante el accidente y los trasladan a centros de asistencia. También asesoran al coordinador de la emergencia sobre los riesgos de la exposición a los productos químicos presentes (esta información se encuentra recopilada en las hojas de seguridad de productos químicos, MSDS (9) o en registros y bases de datos equivalentes).

— *Procesos y servicios.* Se encargan de mantener en situación segura la parte de la planta no afectada directamente por la emergencia, generando los servicios requeridos para las operaciones de emergencia, bloqueando equipos amenazados o deteniendo el proceso cuando sea necesario. También aíslan los equipos afectados y cortan fugas para minimizar las consecuencias del accidente (en caso de fugas tóxicas puede necesitarse personal experto o equipos de protección personal especiales).

— *Lucha contra incendios.* Su misión es controlar y extinguir los incendios que puedan producirse. Normalmente también se encargan de controlar los derrames de líquidos inflamables. Su formación y entrenamiento son críticos en el éxito de su función, una de las más arriesgadas y técnicamente más complejas.

— *Impacto ambiental.* Su responsabilidad es minimizar el impacto ambiental del accidente, determinando el nivel de riesgo, recomendando las medidas preventivas a tomar y remediando las consecuencias mediante las operaciones necesarias durante y después del accidente.

Actuaciones durante la emergencia

El plan debe contener todas las estrategias previsible de respuesta durante la emergencia, de modo que pueda guiar las decisiones de los coordinadores de un modo efectivo. Se pueden distinguir dos tipos de acciones: preventivas y correctivas. Obviamente, las primeras son preferibles a las segundas, pero no siempre se puede elegir y, por tanto, deben considerarse ambos grupos.

Las acciones preventivas se orientan a minimizar las consecuencias del accidente. Dependen de la situación concreta de la emergencia y del tipo de productos manejados:

- Prevención de rupturas catastróficas de equipos y tanques, mediante su enfriamiento con chorros de agua, aislamiento, barreras de protección, etc.
- Extinción o control de los incendios originados.
- Rescate o evacuación de los posibles afectados.
- Control y mitigación de la situación: contención de fugas, absorción de derrames, rociado y absorción de nubes tóxicas, establecimiento de barreras físicas, control de las condiciones del proceso, parada de emergencia de la planta, etc.
- Protección de zonas bajo riesgo de quedar expuestas a agresiones por «efecto dominó».

La coordinación y la organización es fundamental para fijar las prioridades de actuación. Las actuaciones concretas en cada circunstancia deben estar definidas en el plan de emergencia. En el ejemplo 9.1 se describen las actuaciones para un caso concreto.

Las acciones correctivas suelen ser posteriores a la finalización de la emergencia, como la limpieza, descontaminación y restauración del entorno. Este tipo de acciones son especialmente importantes tras derrames de líquidos, como en el caso de mareas negras, o fugas de productos tóxicos poco degradables, como el accidente de Seveso.

Ejemplo 9.1-Acciones ante una emisión de cloro gas [Armenante (1)]:

El cloro es un gas altamente tóxico, incluso letal, con un valor de IDHL de 25 ppm y un TLV de 1 ppm; por lo tanto, cualquier

Ejemplo 9.1 (continuación):

fuga, por pequeña que sea, se considera un peligro grave. El modo más sencillo de detectar una fuga de cloro gas consiste en pulverizar una disolución de amoníaco, que al reaccionar con el cloro forma una nube blanca de cloruro amónico. Todo el personal que vaya a trabajar en las proximidades de la fuga debe llevar equipos adecuados de protección personal y respiradores autónomos.

En cualquier caso, inmediatamente debe evacuarse y aislarse el área de peligro, que puede tener un radio desde 50 m (en caso de fugas en pequeños recipientes), hasta varios kilómetros (en caso de grandes tanques). Lo antes posible deben iniciarse los trabajos para atenuar o reducir la emisión. No se debe permitir el retorno del personal hasta que se haya comprobado que la concentración de cloro es tolerable en todo el área, especialmente en los puntos bajos y protegidos del viento, donde puede haberse acumulado cloro gas, favorecido por su alta densidad o por la presencia de restos de líquido.

Según el origen de la fuga, puede actuarse cerrando una válvula, apretando un brida o cierre, o colocando un tapón adecuado.

En general se debe intentar minimizar la evaporación del cloro líquido, usando espumas proteicas para reducir la superficie de evaporación. No debe añadirse agua, ya que formaría ácido clorhídrico, que además por su poder corrosivo podría aumentar la magnitud de la fuga. Sólo en caso de necesidad, para refrigerar un tanque amenazado por el fuego, debe considerarse el uso de agua.

En la etapa de diseño suele optarse por instalar los tanques en cubetos que contienen la fuga y reducen la superficie de evaporación. También suelen evitarse los suelos de grava, que aumentan la conducción de calor del suelo a la masa de líquido.

Formación, simulacros y mantenimiento al día del plan

Como se ha puesto de manifiesto en los apartados anteriores, es vital que todo el personal de la planta conozca perfectamente al menos la parte que a él le afecta del plan de emergencia. Lo normal es que las

situaciones de emergencia sean poco frecuentes, por lo que la experiencia es de poca utilidad, ya que la probabilidad de olvido es grande. La única manera de conseguir que todo el personal actúe correctamente bajo circunstancias de incertidumbre, incluso de pánico, es a través de simulacros y entrenamiento.

Los principales objetivos de un plan de formación y simulacros son:

- Comprobar el conocimiento por los empleados de la parte del plan que les concierne, asegurando una buena capacidad de respuesta en caso de emergencia.
- Comprobar la adecuación del plan en casos cercanos a la realidad, detectando los puntos débiles o mejorables.
- Comprobar el estado de los medios necesarios para combatir la emergencia (alarmas, vehículos, extintores...).
- Comprobar la capacidad de respuesta de las entidades externas involucradas y el grado de coordinación alcanzado.
- Proporcionar la formación necesaria a aquellos empleados que tienen responsabilidades especiales dentro del plan.

Para asegurar el buen funcionamiento de los sistemas de alarma es necesario hacer pruebas frecuentes, normalmente semanales, que aseguren su funcionamiento. En el caso de las sirenas que suelen utilizarse para la comunicación del estado de la emergencia al personal, se consigue además mejorar el conocimiento del significado de los distintos sonidos. También los sistemas de comunicaciones deben ser probados semanalmente.

En los simulacros deben involucrarse a todo el personal que puede intervenir en caso de emergencia. Algunas actividades que suelen ser objeto de simulacros, con preaviso o sin él, son:

- Sistemas de comunicaciones externas.
- Alarmas y evacuaciones.
- Fuegos, derrames o fugas tóxicas.
- Accidentes con solicitud de ayuda de fuerzas externas (bomberos, hospitales...).

Es conveniente designar a un equipo de observadores que conozca perfectamente el plan de emergencia, para recoger el máximo de información durante el simulacro, mediante vídeo u otros métodos alternativos. Toda la información recopilada debe analizarse posteriormente antes de emitir un informe con la evaluación del ejercicio, incluyendo

los cambios a introducir en el plan de emergencia, material que es necesario adquirir o formación adicional necesaria.

Plan de emergencia externo

Está orientado a la actuación en el exterior de la planta. Incluye desde la comunicación y coordinación entre las empresas de la zona y las autoridades hasta la evaluación de consecuencias, decisiones de evacuación, coordinación entre protección civil, bomberos y ejército, etc. Sus objetivos son:

- Identificar las emergencias que pueden ocurrir y asegurar que se está preparado para afrontarlas mediante una planificación previa.
- Asegurar que la toma de decisiones durante la emergencia se hace de forma ordenada.
- Asegurar que se dispone de los medios humanos, equipos y servicios necesarios para mitigar las consecuencias de la emergencia y coordinar su actuación.

La confección del plan de emergencia exterior, así como la coordinación de las distintas fuerzas de intervención, es competencia de la administración autonómica (6), (8), aunque debe considerar los planes de emergencia internos y contar con la participación de las empresas involucradas.

Comunicación y coordinación de la emergencia

Los procedimientos de comunicación a los responsables del plan de emergencia externo deben estar claramente reflejados en el plan de emergencia interior. El plan de emergencia exterior debe definir qué tipo de accidentes deben ser comunicados, en qué modo y qué datos debe contener el informe.

Debe prestarse especial atención a las líneas de comunicación telefónica externa, que con frecuencia quedan bloqueadas, en caso de accidente, por llamadas de los habitantes de la zona. Es necesario disponer de líneas especialmente dedicadas a las comunicaciones de emergencia que no aparezcan en los listines de teléfonos.

En el ejemplo 9.2 se describe la estructura de organización y coordinación del plan de emergencia externo de una importante concentración de empresas químicas.

Ejemplo 9.2: El PLASEQTA

El Plan de Seguridad Química de Tarragona (PLASEQTA) es un ejemplo de plan de emergencia externo, que busca los siguientes objetivos:

- *La identificación de los posibles accidentes mayores que puedan ocurrir en los complejos industriales del área de Tarragona (La Pobla de Mafumet, Salou-Vilaseca y Flix) y la evaluación de sus consecuencias.*
- *La definición de los medios humanos y materiales necesarios para minimizar las consecuencias de los accidentes considerados.*
- *La coordinación y colaboración de las autoridades y organismos involucrados.*

El plan incluye a todas las empresas que almacenan o procesan productos incluidos en el ámbito de aplicación de la Directiva Seveso. Existe un Comité de Coordinación, del que son miembros las tres administraciones competentes:

- *Administración Local, representada por el Alcalde de Tarragona.*
- *Administración Autonómica, representada por el delegado territorial de gobernación de la Generalidad de Cataluña.*
- *Administración del Estado español, representada por el Subdirector General de Planificación y Operaciones de Protección Civil.*

El organigrama del plan se muestra en la figura 9.3. Mediante esta organización se coordinan los cuatro grupos de acción que constituyen los activos operativos de la emergencia.

También existe un «Pacto de Ayuda Mutua», que establece que las empresas compartirán los medios necesarios que estén disponibles durante la emergencia. El texto del plan y la información necesaria durante una emergencia se encuentra estructurado en cuatro volúmenes:

1. *Plan de emergencia.*
2. *Escenarios de diseño para la evaluación de riesgos.*

Ejemplo 9.2 (continuación):

3. Análisis de consecuencias y pautas de actuación para los casos considerados.
4. Manual del sistema informático, que comprende un conjunto de programas y bancos de datos que permiten el tratamiento de la información disponible y el análisis de consecuencias para situaciones distintas de las contenidas en el plan. Mediante este sistema se pueden conocer los productos que maneja cada empresa, con sus riesgos específicos, permitiendo analizar las posibles consecuencias y dar las recomendaciones pertinentes a los grupos de acción.

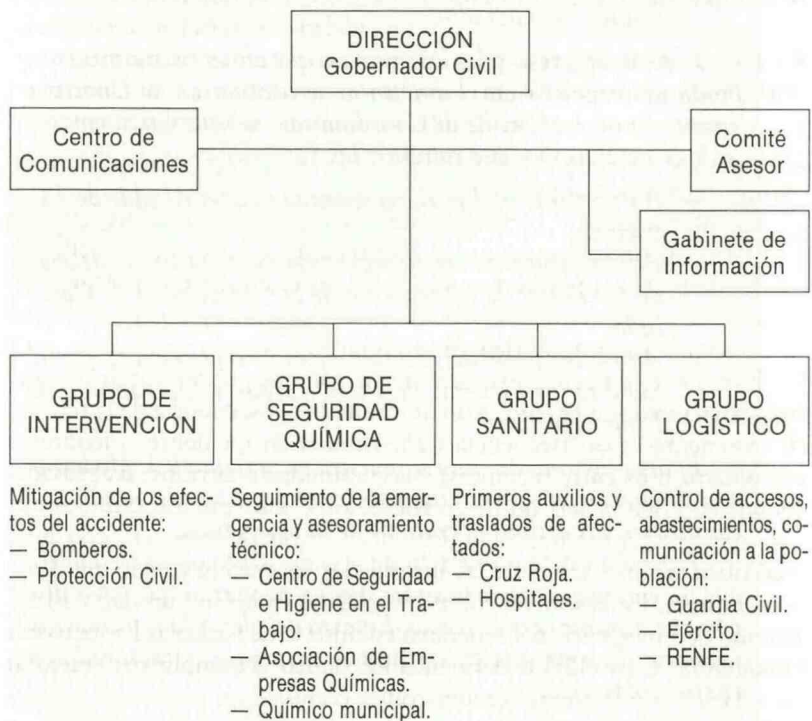


Figura 9.3. Estructura del Plan de Seguridad Química de Tarragona (PLA-SEQTA).

Información a la comunidad

La cada vez mayor preocupación pública ante los riesgos químicos exige que se dé información fiable y entendible sobre el desarrollo de la situación, no sólo cuando el peligro afecta directamente a la población, sino también en circunstancias en las que podrían haberse visto afectados, aunque no haya sido así. Debe prestarse especial atención a los medios de comunicación, ya que una falta de información puede dar origen a titulares con interpretaciones apresuradas, realizadas por personas técnicamente no competentes, que lleven a conclusiones erróneas, alarma y daños irreparables a la imagen de la empresa.

En general, la mejor manera de afrontar la situación es tomando la iniciativa en ofrecer información a los medios de comunicación y controlando el flujo de información al máximo, intentando conseguir que ésta llegue al público con la máxima veracidad y en la cantidad necesaria. La actitud de la empresa y de sus portavoces en estos momentos es crítica para su imagen futura. La relación de confianza o desconfianza, transparencia u ocultación de información que se establezca entre los medios de comunicación, la empresa y las autoridades será inmediatamente transmitida al público.

La información a los medios debe ser todo lo frecuente que sea necesario, según lo requieran los acontecimientos, bien por medio de ruedas de prensa o por comunicados. Es especialmente importante no anticiparse a transmitir información dudosa o no confirmada de la que más adelante haya necesidad de retractarse.

Raramente los problemas de información que puedan surgir durante una situación de emergencia son únicamente consecuencia de la tensión del momento. Con frecuencia tienen raíces en incidentes menores o enfrentamientos entre la empresa y la comunidad ocurridos en el pasado. Es por ello que la actitud de colaboración e información durante una emergencia se construye en el día a día a través del contacto continuo y la colaboración diaria entre las autoridades, los medios de comunicación y la empresa. En la sección sobre Información a la Comunidad y Planificación de Emergencia del programa voluntario de Cuidado Responsable [Responsible Care (10)] se definen cinco puntos a cumplir para mejorar las relaciones y la comunicación con la comunidad:

- Evaluar continuamente las preguntas y preocupaciones de la comunidad sobre la empresa.

- Desarrollar un programa de educación de la comunidad, medios de comunicación, instituciones de apoyo, cargos públicos... sobre los riesgos que la empresa representa para la comunidad y el plan de emergencia.
- Dialogar continuamente con los ciudadanos y responder a sus preguntas y preocupaciones sobre seguridad, higiene, medio ambiente y cualquier otro tema de su interés.
- Promover una política de puertas abiertas que permita que las personas interesadas se familiaricen con las instalaciones, su modo de trabajo, los productos manejados y los esfuerzos para proteger la seguridad de las personas y del medio ambiente.
- Evaluar periódicamente los resultados de estos esfuerzos.

Ejemplo 9.3:

Kenney (5) describe un caso que él mismo presenció. Los responsables de una compañía que había sufrido un derrame de crudo en el mar dieron una rueda de prensa, en la que intentaron dar respuestas desde el punto de vista de la compañía, sin especular ni incriminar a nadie, protegiendo todos los flancos legales. En la tensión de su intervención no reconocieron al Alcalde de la ciudad, que intentaba hacerles una pregunta durante más de cinco minutos. Habían estado demasiado tiempo preparando la comparecencia con los abogados de la compañía y los expertos en relaciones públicas, y todo lo que consiguieron fue ser acusados de incompetencia por los medios de comunicación y que se transmitiera al público la sensación de que alguien debía ir a la cárcel.

En el caso del «Exxon Valdez» ocurrió algo similar. La compañía reaccionó lentamente, tratando de apurar al máximo el tiempo hasta la aprobación del plan de limpieza, por lo que se perdió un breve período de buen tiempo (entre las malas condiciones meteorológicas de aquellos días) que podría haber reducido de modo significativo el área que sufrió las consecuencias del derrame. La empresa fue condenada por negligencia, reacción tardía y arrogancia en su dirección, y gastó la misma cantidad de dinero (o más) de lo que le hubiera costado reaccionar adecuadamente y a tiempo: 2.000 millones de dólares. Sin contar el daño a su imagen pública.

Ejemplo 9.3 (continuación):

Kenney compara estos casos con el del jefe de planta de una compañía que sufrió un grave accidente con varios muertos y que, a través de una conducta transparente y cercana al público, consiguió el apoyo de la opinión pública. En este caso se saltó todas las recomendaciones de los asesores legales y salió a la calle a explicar lo que había ocurrido y a confortar a las familias de los afectados, comprobando los daños personalmente y poniendo todos los medios de la compañía a disposición del público. Nadie pidió que fuera encarcelado. La imagen de la compañía no sufrió daño gracias a él.

En este tipo de situaciones la búsqueda de responsables es inevitable. Cualquier postura tiene un cierto riesgo, y los responsables tienen que ejercer su liderazgo, en lugar de sentarse a esperar los acontecimientos.

Transporte de mercancías peligrosas

El transporte de mercancías peligrosas ha recibido tradicionalmente un tratamiento aparte (12), (13). Aunque guarda similitudes con los riesgos provenientes de los procesos químicos, principalmente por manejar las mismas sustancias, las circunstancias de manejo dan origen a riesgos específicos. El más importante es que, aunque se tomen las máximas precauciones, el accidente puede tener lugar en numerosos lugares, afectando a núcleos de población, ríos, etc.

Aunque estrictamente el producto durante el transporte está bajo la responsabilidad de la compañía que lo realiza y no bajo la del fabricante, existe una responsabilidad «de hecho» ineludible. Por esta causa, cuando ha habido accidentes en transporte de mercancías peligrosas, han prestado su apoyo compañías en principio no involucradas en el accidente, desplazando sus medios muy lejos de sus centros de producción.

Los principales elementos a considerar en la planificación de emergencias de transporte son:

- Información acerca del producto e identificación del mismo (etiquetado).

- Procedimientos a seguir en caso de accidente.
- Red de control de incidentes y equipos de actuación en caso de emergencia.
- Información al público.

Uno de los sistemas más extendidos actualmente son los TREMCARDS (*Transport emergency cards*), preparados por el Consejo Europeo de Federaciones de Industrias Químicas (CEFIC). Estas fichas permiten a los conductores llevar consigo instrucciones escritas sobre los procedimientos a seguir en caso de accidente o avería.

Igualmente es conveniente que las unidades que pueden intervenir en caso de accidente tengan la información necesaria para saber cómo actuar en cada caso concreto. El modo de actuación es muy específico, según el contenido del transporte, tipo de recipiente y tipo de accidente, y las TREMCARDS no contienen la información necesaria al estar orientadas a los conductores. Normalmente esta información se estructura en forma de fichas por producto o grupo de productos similares, con la misma peligrosidad y tratamientos.

Para conseguir la máxima eficacia es necesario que estas fichas contengan:

- Características principales del producto o grupo de productos a los que se refiere la ficha.
- Peligros del producto.
- Equipo de protección personal necesario.
- Agentes de extinción utilizables.
- Medidas de precaución a adoptar.
- Actuación en caso de accidente, según las características de éste: derrame, incendio...
- Primeros auxilios.

Una colección de fichas de estas características ha sido editada en España por los Ministerios de Interior y Transportes, con la participación en su elaboración de la Federación Española de Industrias Químicas.

En los últimos años han sido especialmente graves, tanto por su impacto sobre el medio ambiente como por su trascendencia para la opinión pública, los accidentes ocurridos en el transporte marítimo. Las grandes cantidades de producto transportadas y los importantes daños a la población y la vida marina que pueden ocurrir en las zonas portuarias o cercanas a la costa son los principales factores que diferen-

cian el transporte por mar del terrestre. Casos como los del «Urquiola», «Amoco Cádiz», «Exxon Valdez», «Aegean Sea»... han despertado discusiones sobre la adecuación de las medidas de seguridad exigidas a los barcos, la rapidez y eficacia de las medidas aplicadas para la contención de las mareas negras y la corrección de sus consecuencias. Los principales tipos de accidentes que pueden ocurrir son: derrames de líquidos tóxicos o inflamables, derrames de gases licuados con evaporación y formación de nube de vapor, así como fuegos o explosiones en el propio barco.

Ejemplo 9.4-El accidente del «Aegean Sea» (14)

Las actuaciones llevadas a cabo tras el reciente accidente del petrolero «Aegean Sea» (ver figura 9.4) son un ejemplo de coordinación de una emergencia de gran repercusión social. Tras el embarrancamiento, el petrolero se partió en dos y se incendió tras explotar uno de los tanques de crudo, en medio de unas condiciones meteorológicas muy adversas, con fuertes vientos y visibilidad reducida. Inmediatamente se estableció un Centro de Coordinación de las Operaciones y se iniciaron las actividades inmediatas, que incluyeron:

- Rescate de los tripulantes.
- Desalojo de los alrededores y cierre del puerto.
- Extinción del incendio.
- Trasvase de la carga restante en el petrolero.
- Recogida del petróleo derramado, limpieza de playas y protección de zonas sensibles de la costa.

Diariamente se reunía una Comisión Técnica para hacer el seguimiento del plan de operaciones. En éstas participaron todos los organismos con competencias en la materia (Ministerio, Xunta de Galicia, Ayuntamientos, Protección Civil). Los medios movilizados fueron desde buques y remolcadores, helicópteros de rescate, skimmers y mangueras flotantes hasta empresas privadas para la limpieza de playas y rocas y el tratamiento de residuos, entre otros.

Ante las protestas de las organizaciones ecologistas por el impacto ambiental del accidente, el presidente de la compañía que había fletado el petrolero (Repsol) dirigió una carta a los miembros

Ejemplo 9.4 (continuación):

de Greenpeace, explicando la actitud de su empresa y las acciones realizadas para reparar los daños, que fue contestada por esta organización, manifestando su desacuerdo con sus argumentos (15).



Figura 9.4. Vista del petrolero «Aegean Sea», encallado frente a la Torre de Hércules, en La Coruña. Cortesía del periódico EL PAÍS. Fotógrafo: Bernardo Pérez.

Cuestiones y problemas

9.1. Ante un fuego que afecte a un tanque de almacenamiento de un líquido inflamable, se pueden tomar tres opciones:

- Atacar el fuego.
- Controlar el incendio, permitiendo que se consuma el combustible.
- Retirarse.

Todas ellas pueden ser adecuadas en distintas situaciones. Discutir los casos posibles y cuándo sería más adecuada cada estrategia, dando detalles de la actuación concreta en cada caso.

9.2. Describir las actuaciones a llevar a cabo en caso de derrame de un líquido peligroso, abarcando el mayor número de alternativas posibles.

9.3. Elaborar un plan de emergencia (general) para una estación de carga de hidrocarburos inflamables en cisternas, desde tanques atmosféricos construidos dentro de cubetas de contención. La estación está integrada dentro de una refinería, aunque puede ser manejada también por conductores de camión. Discutir los factores más importantes que pueden afectar el planteamiento del problema.

9.4. Considerar una situación en la que en una industria se produce un escape de una sustancia tóxica en fase vapor. Dibujar un mapa de la planta química, rutas de acceso, poblaciones cercanas, situación de los servicios de emergencia, hospitales, etc. Puede realizarse sobre un caso hipotético o tomando un polígono industrial real. Considerar las acciones a tomar en el plan de emergencia externo en las distintas situaciones posibles. Discutir cuál es el peor caso con una probabilidad razonable.

Bibliografía

1. ARMENANTE, P. M.: *Contingency planning for industrial emergencies*. Van Nostrand Reinhold. Nueva York (1991).
2. KING, R.: *Safety in the process industries*. Butterworth-Heinemann. Londres (1980).
3. LEES, F. P.: *Loss prevention in the process industries*. Butterworth-Heinemann. Londres (1980).
4. GREENBERG, H. R., y CRAMER, J. J. (Editores): *Risk assessment and risk management for the chemical process industry*. Van Nostrand Reinhold. Nueva York (1991).
5. KENNEY, W. F.: *Process risk management systems*. VCH. Nueva York (1993).
6. REAL DECRETO 886/1988, de 15 de julio, sobre prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales. *BOE* núm. 187, viernes 5 de agosto de 1988.
7. ORDEN de 21 de marzo de 1989 por la que se hace pública la creación de la Comisión Técnica del Riesgo Químico como órgano de trabajo de la Comisión Nacional de Protección Civil. *BOE* núm. 86, martes 11 de abril de 1989.
8. REAL DECRETO 952/1990, de 29 de junio, por el que se modifican los anexos y se completan las disposiciones del Real Decreto 886/1988, de 15

- de julio, sobre prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales. BOE núm. 174, sábado 21 de julio de 1990.
9. FICHAS INTERNACIONALES DE SEGURIDAD QUÍMICA (FISQ): Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. INSHT. Madrid (1992).
 10. *Responsible care management systems*. Chemical Industries Association. U. K. (1992).
 11. DE LAS ALAS PUMARIÑO, E.: «Algunas cuestiones sobre la situación del transporte de mercancías peligrosas». *Ingeniería Química*, septiembre 1986.
 12. REAL DECRETO 1723/1984, de 20 de junio: *Reglamento nacional para el transporte por carretera de mercancías peligrosas*.
 13. REAL DECRETO 811/1982, de 5 de marzo: *Reglamento de transportes por ferrocarril de mercancías peligrosas*.
 14. «Respuesta Coordinada». *Protección Civil*, núm. 18, noviembre-diciembre 1992.
 15. LÓPEZ DE URALDE, J.: «Repsol responde a nuestras protestas». *Boletín Informativo Trimestral de Greenpeace*, núm. 28, III/93.