

IOMC

INTER-ORGANIZATION PROGRAMME FOR THE SOUND MANAGEMENT OF CHEMICALS
A cooperative agreement among FAO, ILO, UNEP, UNIDO, UNITAR, WHO and OECD



**World Health
Organization**

EVALUACIÓN DE RIESGOS

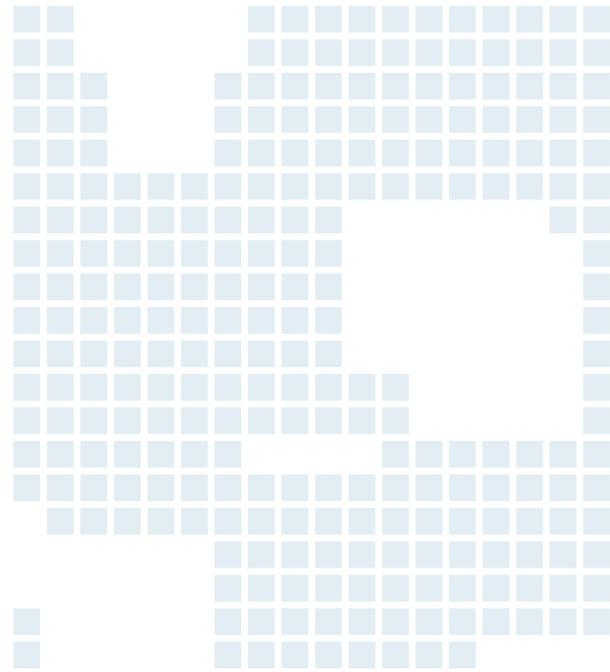
MANUAL

para la gestión de
salud pública de los
incidentes químicos

GESTIÓN DE
EMERGENCIAS

MANUAL

para la gestión de
salud pública de los
incidentes químicos



Catalogación por la Biblioteca de la OMS:

Manual para la gestión de salud pública de los incidentes químicos

1. Sustancias Peligrosas. 2. Exposición a Riesgos Ambientales – efectos adversos. 3. Exposición a Riesgos Ambientales – prevención y control. 4. Monitoreo del Ambiente. 5. Medición de Riesgo. 6. Recolección de Datos. 7. Práctica de Salud Pública. 8. Manuales. I. Organización Mundial de la Salud.

ISBN 978 92 4 359814 7

(Clasificación NLM: WA 670)

© Organización Mundial de la Salud, 2016

Se reservan todos los derechos. Las publicaciones de la Organización Mundial de la Salud están disponibles en el sitio web de la OMS (www.who.int) o pueden comprarse a Ediciones de la OMS, Organización Mundial de la Salud, 20 Avenue Appia, 1211 Ginebra 27, Suiza (tel.: +41 22 791 3264; fax: +41 22 791 4857; correo electrónico: bookorders@who.int). Las solicitudes de autorización para reproducir o traducir las publicaciones de la OMS - ya sea para la venta o para la distribución sin fines comerciales - deben dirigirse a Ediciones de la OMS a través del sitio web de la OMS (http://www.who.int/about/licensing/copyright_form/en/index.html).

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización Mundial de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la Organización Mundial de la Salud los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula.

La Organización Mundial de la Salud ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la Organización Mundial de la Salud podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Diseño grafico: L'IV Com Sàrl
Maquetación: Integra



ÍNDICE

PREFACIO	vi
NOTA DE AGRADECIMIENTO	viii
INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO DE ESTA PUBLICACIÓN	1
1.1.1 Los aspectos epidemiológicos de los incidentes químicos	3
1.2 ALCANCE Y DEFINICIONES	4
1.2.1 Mecanismos de lesión	5
1.2.2 Ejemplos de incidentes hipotéticos	6
1.2.3 El ciclo de gestión de un desastre	11
1.2.4 La estructura de gestión de un incidente químico	12
1.3 FUNCIONES ESENCIALES DE SALUD PÚBLICA	13
1.3.1 Evaluación de riesgos	13
1.3.2 La comunicación	14
PREVENCIÓN	16
2.1 LAS CAPAS DE PROTECCIÓN	16
2.2 ANÁLISIS DE INCIDENTES HIPOTÉTICOS Y EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES	19
2.3 POLÍTICAS, LEGISLACIÓN Y APLICACIÓN DE LA LEY	20
2.3.1 Planificación del uso del suelo	21
2.3.2 Otorgamiento de licencia a sitios y vías de transporte peligrosos	21
2.3.3 Reglamento de construcción	21
2.3.4 Control del transporte y almacenamiento de sustancias químicas	22
2.3.5 Salud y seguridad de los trabajadores	22
2.3.6 Establecimiento de una base de datos sobre lugares peligrosos	22

2.3.7	Control de sitios de eliminación de desechos	22
2.3.8	Control del medio ambiente contaminado	22
2.3.9	Planificación y respuesta a emergencias	23
2.3.10	Inspección de sitios y transporte de productos químicos peligrosos	24
2.4	REGLAMENTACIONES E INSTRUMENTOS INTERNACIONALES	24
2.4.1	Acuerdos mundiales	24
2.4.2	Acuerdos regionales	26
2.4.3	Leyes nacionales	27
2.4.4	Instrumentos internacionales	27
2.5	PREVENCIÓN DE PELIGROS QUÍMICOS PARA LA COMUNIDAD	28
2.5.1	Educación y sensibilización de la comunidad	28
2.5.2	Identificación y protección de los grupos de población vulnerables	29
2.6	LA FUNCIÓN DE LAS INSTITUCIONES DE SALUD PÚBLICA, HIGIENE DEL MEDIO Y OTRAS PARA INFLUIR EN LAS POLÍTICAS Y LA LEGISLACIÓN	29

PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN PARA EMERGENCIAS 31

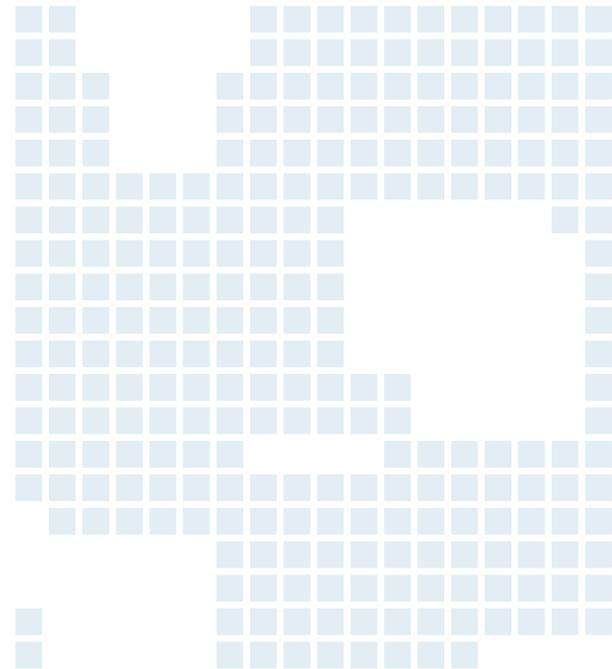
3.1	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN ÚTIL	31
3.1.1	Base de datos nacional sobre sitios peligrosos	32
3.1.2	Bases de datos de productos químicos	33
3.1.3	Bases de datos sobre la capacidad del sector de la salud	34
3.2	PREPARACIÓN DE UN PLAN DE RESPUESTA A UN INCIDENTE QUÍMICO	34
3.2.1	El marco para la planificación de la respuesta a emergencias químicas	35
3.2.2	Directrices sobre la planificación local para responder a emergencias	36
3.3	EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES EN LA COMUNIDAD	38
3.4	MANDO DEL INCIDENTE	41
3.5	COMUNICACIÓN	43
3.5.1	Comunicación interinstitucional	43
3.5.2	Comunicación de riesgos y comunicación en caso de crisis: información y advertencias dirigidas a la población	43
3.6	FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD HUMANA	45
3.6.1	Capacitación	46
3.6.2	Simulaciones	47

DETECCIÓN Y ALERTA 50

4.1	ESTABLECER MÉTODOS PARA DETECTAR INCIDENTES QUÍMICOS	50
4.2	VIGILANCIA DE SALUD Y AMBIENTAL	51
4.2.1	Vigilancia de la salud de la población	51
4.2.2	Estadísticas de salud generales	52
4.2.3	Enfermedades o trastornos centinela	53
4.2.4	Los problemas de los sistemas de vigilancia sanitaria de la población	54
4.2.5	Monitoreo ambiental	54
4.3	CANALES DE ALERTA	56

RESPUESTA	58
5.1 SUPRIMIR EL ESCAPE, EVITAR QUE LA CONTAMINACIÓN SE PROPAGUE Y LIMITAR LA EXPOSICIÓN	58
5.2 ACTIVAR LA RESPUESTA DE SALUD PÚBLICA	62
5.2.1 Activación de la respuesta	62
5.2.2 Asesoramiento y alerta de los servicios médicos	62
5.2.3 Activación de la comunicación interinstitucional	63
5.3 REALIZAR UNA EVALUACIÓN INICIAL Y ASESORAR A LAS PARTES INTERESADAS	63
5.4 PROCURAR LA COORDINACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA RESPUESTA DE SALUD PÚBLICA	66
5.5. REALIZAR UNA EVALUACIÓN DEL MEJOR RESULTADO POSIBLE EN RELACIÓN CON LAS MEDIDAS INMEDIATAS Y LAS DE LARGO PLAZO	67
5.6 DIFUNDIR INFORMACIÓN Y ASESORAR A LOS HABITANTES, LOS SOCORRISTAS Y LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN	67
5.7 REGISTRO DE TODAS LAS PERSONAS EXPUESTAS Y OBTENCIÓN DE MUESTRAS PARA CALCULAR LA EXPOSICIÓN	68
5.8 REALIZAR INVESTIGACIONES DURANTE EL INCIDENTE	69
RECUPERACIÓN	72
6.1 APOYO A LAS VÍCTIMAS	73
6.2 EVALUACIONES DE RIESGOS Y DE EFECTOS SOBRE LA SALUD	74
6.2.1 Registro	75
6.2.2 Evaluación de la exposición de la población	75
6.2.3 Evaluación ambiental	78
6.2.4 Evaluación de los efectos nocivos durante el incidente o a raíz de este	79
6.2.5 Efectos a plazos medio y largo	79
6.3 LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE REHABILITACIÓN	84
6.3.1 Reparación	84
6.3.2 Restauración	85
6.3.3 Rehabilitación de la salud pública y los medios de vida	85
6.4 PREVENCIÓN DE LA RECURRENCIA DEL INCIDENTE	88
6.4.1 Análisis de los factores causales	88
6.4.2 Evaluación de la respuesta al incidente	90
6.5 CONTRIBUCIÓN A LA INFORMACIÓN DE LA COMUNIDAD INTERNACIONAL	90
GLOSARIO	93

PREFACIO



Los escapes de sustancias químicas que se originan en incidentes tecnológicos, desastres naturales, conflictos armados y actos de terrorismo son frecuentes. La Federación Internacional de la Cruz Roja calcula que entre 1998 y 2007 se produjeron unos 3200 desastres tecnológicos en los que murieron alrededor de 100 000 personas y casi 2 millones se vieron afectadas. Se prevé que la producción y el uso de sustancias químicas aumenten en el mundo entero, sobre todo en países en desarrollo y con economías en transición donde el incremento de la extracción, elaboración y uso de sustancias químicas se vincula estrechamente con el desarrollo económico. La dependencia cada vez mayor de esas sustancias hace que el sector sanitario tenga que ampliar el alcance de sus funciones y responsabilidades tradicionales para poder hacer frente a los problemas de salud pública y médicos asociados con el uso de dichas sustancias y sus efectos sobre la salud.

En época reciente se han emprendido varias iniciativas internacionales importantes que instan a los países a robustecer su capacidad para atender los aspectos de salud pública de los incidentes y emergencias químicos:

En 2005, la Asamblea Mundial de la Salud adoptó la versión revisada del Reglamento Sanitario Internacional 2005 (RSI (2005)), que entró en vigor en 2007. Este es un acuerdo jurídicamente vinculante que contribuye significativamente a mejorar la seguridad internacional en el ámbito de la salud pública al facilitar un nuevo marco para coordinar la gestión de los eventos que puedan constituir una emergencia de salud pública

de importancia internacional, y permitirá reforzar la capacidad de todos los países para detectar, evaluar y notificar las amenazas a la salud pública y responder a ellas. La versión revisada del RSI (2005), que se creó en un principio para hacer frente a las enfermedades infecciosas, también abarca toda amenaza de origen químico a la salud pública.

En 2006, la Conferencia Internacional sobre la Gestión de los Productos Químicos aprobó el Enfoque Estratégico para la Gestión de los Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM), que provee un marco normativo para la promoción mundial de la seguridad química, incluidos muchos aspectos de la prevención de los incidentes químicos y de la preparación frente a ellos. Comprende la Declaración de Dubai, expresión de un compromiso político de alto nivel con el SAICM, y la Estrategia de Política General, que define su alcance, necesidades, objetivos, aspectos económicos, principios y criterios básicos, y disposiciones para la ejecución y el examen. La Declaración y la Estrategia se acompañan de un Plan de Acción Mundial que sirve de herramienta de trabajo y de documento de orientación para la puesta en práctica del SAICM.

La finalidad del presente MANUAL DE LA OMS PARA LA GESTIÓN DE SALUD PÚBLICA DE LOS INCIDENTES QUÍMICOS es proporcionar una panorámica general de los principios y funciones de la salud pública en materia de gestión de incidentes y emergencias químicos. Aunque se brinda información para cada fase del ciclo de una emergencia (prevención, planificación y preparación,

detección y alerta, y respuesta y recuperación), es bien sabido que la gestión de los incidentes y emergencias químicos requieren un enfoque multidisciplinario y multisectorial y que el sector de la salud pública puede ejercer un papel influyente, complementario o directivo en las diversas etapas del proceso de gestión. El público al que nos dirigimos se compone de salubristas y expertos en cuestiones ambientales, así como de cualquiera que tenga interés en la gestión de los incidentes químicos.

La OMS y todas las personas que participaron en la preparación de la publicación esperan que esta tenga amplia utilidad, especialmente en países en desarrollo y en aquellos con una economía en transición y que en un futuro el sector de la salud esté mejor preparado para asumir y desempeñar sus funciones y responsabilidades en lo respectivo a la gestión de los incidentes y emergencias químicos, contribuyendo de esa forma a la prevención y mitigación de sus consecuencias para la salud.

PROCESO DE PREPARACIÓN DEL MANUAL

El doctor K. Gutschmidt, funcionario de la Secretaría de la OMS, estuvo a cargo de la preparación del manual, en particular su contenido científico. Un grupo editorial compuesto de científicos fue convocado por la OMS para supervisar el proyecto y aportar sus conocimientos especializados, así como para garantizar su veracidad y objetividad científicas. Los miembros del grupo fueron el profesor G. Coleman (Director, Centro Colaborador de la OMS para la Gestión de Incidentes Químicos, Cardiff (Reino Unido)), el profesor S. Palmer y el doctor D. Russell (ambos del Organismo de Protección Sanitaria, Reino Unido). El grupo se reunió varias veces en Cardiff y Ginebra de 2007 a 2009 para definir el alcance, el contenido y la estructura del manual, revisar y examinar el contenido y supervisar la marcha del proyecto.

La versión inicial fue preparada por el doctor D. MacIntosh (Higiene e Ingeniería Ambientales, Newton, MA (Estados

Unidos)) y colocada en la internet para su arbitraje científico en febrero de 2007. También, del 23 al 25 de abril de 2007, se celebró en Beijing (China) una reunión de examen en la que se tuvieron en cuenta los diversos comentarios recibidos hasta entonces. A la reunión asistieron el profesor G. Coleman (presidente), el doctor A. Dewan (Instituto Nacional de Salud Ocupacional, Ahmadabad (India)), el doctor Jin Yinlong (Instituto Nacional de Higiene del Medio y Seguridad de los Productos, Beijing (China)), el profesor Li Dehong (Instituto Nacional de Salud Ocupacional y Control de Sustancias Tóxicas, Beijing (China)), el doctor D. MacIntosh (Higiene e Ingeniería Ambiental, Newton, MA (Estados Unidos)), el doctor I. Makalinao (Universidad de Filipinas, Manila), el profesor S. Palmer (Organismo de Protección Sanitaria, Reino Unido), el doctor M. Ruijten (Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente RIVM, Países Bajos), el doctor D. Russell (Organismo de Protección Sanitaria, Reino Unido), el doctor R. Soulaymani Bencheikh (Centro para el Control de Intoxicaciones y Farmacovigilancia, Rabat (Marruecos)), el doctor W. Temple (Centro Nacional de Sustancias Tóxicas, Universidad de Otago, Dunedin (Nueva Zelanda)), el profesor Ding Wenjun (Academia de Ciencias de China, Beijing), el profesor Zhao Xinfeng (Organismo Estatal de Protección Ambiental, Beijing (China)), el señor M. Barud Ali, Hargheisa (Somalia)), el doctor Woo Zhen (Centros para el Control de las Enfermedades de China, Beijing), el señor J. Abrahams (Centro Asiático de Preparación para Desastres, Pathumthani (Tailandia)), el doctor Jinag Fanxiao (Oficina de la OMS, Beijing), el profesor J. Spickett (Oficina de la OMS, Beijing), la señora J. Tempowski (OMS, Ginebra) y el doctor K. Gutschmidt (OMS, Ginebra).

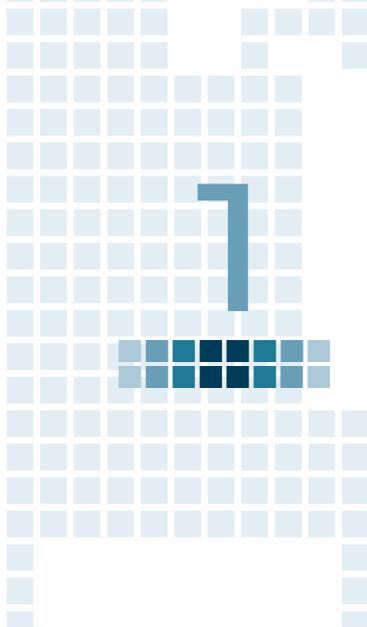
La segunda versión fue preparada por los doctores D. MacIntosh y M. Ruijten (CrisisTox Consult, Países Bajos) teniendo en cuenta las recomendaciones recibidas por el grupo editorial en la reunión de Beijing. Fue revisado por el grupo editorial en Londres el 18 y 19 de febrero de 2008. La versión definitiva fue editada por la señora Susan Kaplan y el formato fue diseñado por L'IV Com Sàrl.

NOTA DE AGRADECIMIENTO



Las contribuciones de todas las personas que participaron en la preparación y producción final del MANUAL PARA LA GESTIÓN DE SALUD PÚBLICA DE LOS INCIDENTES QUÍMICOS, incluidas aquellas que aportaron comentarios durante el proceso de arbitraje editorial, cuentan con nuestro agradecimiento. La OMS también agradece

el apoyo económico proporcionado por el Ministerio Federal para el Medio Ambiente, la Conservación de la Naturaleza y la Seguridad Nuclear de Alemania, y por el Organismo de Protección de la Salud del Reino Unido.



1 INTRODUCCIÓN

El 2 y 3 de diciembre de 1984, la ciudad de Bhopal, en la India, se vio sacudida por el que aún se considera el peor incidente de la historia. Los centenares de miles de personas afectadas fueron víctimas de circunstancias que agravaron la peligrosidad de cualquier posible incidente en las instalaciones industriales donde se fabricaban plaguicidas. Esta nefasta combinación de circunstancias se podría haber evitado de haberse seguido una serie de normas bien establecidas de seguridad y protección antes, durante y después del incidente químico.

Como se detalla a continuación, la finalidad del presente manual es facilitar información que ayude a los países a reducir al mínimo los riesgos de salud que plantean los incidentes químicos, como el de Bhopal, dando a conocer sus efectos sobre la salud y sugiriendo formas de prevenirlos y gestionarlos cuando ocurren.

1.1 OBJETIVO DE ESTA PUBLICACIÓN

La prevención y mitigación de los incidentes químicos y de sus consecuencias para la salud es un campo amplio que requiere la participación de especialistas de muy diversas esferas. La salud pública desempeña un papel fundamental en la prevención de los incidentes químicos y, una vez que ocurren, en la mitigación de sus efectos, tanto sobre la población expuesta como sobre el medio ambiente. El presente manual tiene como fin presentar algunos principios y recomendaciones en torno al papel de la salud pública en la prevención y

mitigación de los incidentes químicos. Está dirigido a los profesionales y decisores del ámbito de la salud pública y de asuntos ambientales, y a cualquiera que participe en la gestión de incidentes químicos.

Esta publicación ayudará a facilitar el cabal cumplimiento de la función mencionada de la salud pública, entre otras cosas mediante el establecimiento o refinamiento del papel de esta última en la elaboración de un plan de preparación para la gestión de incidentes químicos y mediante el mejoramiento de la capacidad de planificación y evaluación en torno a ellos. El presente documento también se puede usar como guía para mejorar el desempeño de todos los profesionales a cargo de gestionar los riesgos que plantean los incidentes químicos. Aunque en el manual se presentan los principios y funciones propios de la gestión de salud pública de los incidentes químicos, las organizaciones o dependencias gubernamentales particulares que desempeñan estas funciones pueden variar de un país a otro.

Los incidentes químicos pueden producirse de muy distintas formas y en diversas situaciones (véase la sección 1.2), como por ejemplo, todo tipo de medios de contacto ambientales, entre ellos los alimentos, el agua, el aire, el suelo, los productos de consumo general y distintos tipos de fuentes, como establecimientos, vehículos y fenómenos naturales. Cualquier intento de abarcarlos todos en detalle redundaría en una publicación compleja y posiblemente inaccesible. Por tal motivo, el manual se centra en los incidentes químicos que ocurren en lugares fijos o transportes

y que pueden causar la exposición de comunidades enteras a productos químicos. En el texto se describe esta clase de incidentes. Independientemente del suceso desencadenante, las características generales de estos incidentes son la aparición súbita, inesperada e incontrolada de un escape o fuga química o de un brote de enfermedad que puede evolucionar con mucha rapidez.

El presente manual comprende cinco secciones principales:

- La sección 2.0, PREVENCIÓN, está dedicada a las medidas generales que se pueden tomar para reducir la posibilidad de que se produzca un incidente químico y limitar su gravedad.

- En la sección 3.0, PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN PARA EMERGENCIAS, se detallan los objetivos generales que se pueden proseguir para lograr que todas las partes interesadas estén debidamente preparadas desde el punto de vista de la salud pública para responder a un incidente químico.
- En la sección 4.0, DETECCIÓN Y ALERTA, se describen los distintos canales que pueden usarse para detectar un incidente químico y poner en alerta a las partes involucradas en una emergencia de este tipo.
- La sección 5.0, RESPUESTA, versa sobre las actividades de salud pública que deben llevarse a cabo durante una emergencia.

ESTUDIO DE CASO 1: EL INCIDENTE POR ESCAPE DE GAS EN BHOPAL (INDIA)

La noche entre el 2 y el 3 de diciembre de 1984 los vientos débiles que soplaban en Bhopal cambiaban constantemente de dirección. Bajo el cielo semioscuro, las dependencias clave de la fábrica Union Carbide India Limited, uno de los mayores empleadores de la ciudad, aguardaban silenciosamente a ser desmanteladas y enviadas por barco a otro país en desarrollo.^a

La fábrica había formado parte de un ambicioso plan indio para lograr la autosuficiencia en la producción agropecuaria mediante el aumento de la producción nacional de plaguicidas; pero el plan fue recortado drásticamente por la pérdida de cosechas y la hambruna que se abatieron sobre la India en los primeros años ochenta. El endeudamiento incesante de los agricultores redujo enormemente las inversiones en plaguicidas caros, por lo que la fábrica estaba funcionando a una cuarta parte de su capacidad.

A las 23 horas, mientras la mayoría de los 900 000 habitantes de Bhopal dormían, un operario de la fábrica de Carbide se percató de una fuga pequeña y una presión elevada en el tanque de almacenamiento 610, que contenía isocianato de metilo (ICM), un producto muy reactivo que se usaba como intermediario en la producción del insecticida carbaril. La fuga era el resultado de una fuerte reacción exotérmica por la mezcla de una tonelada del agua que se empleaba normalmente para limpiar las cañerías internas con 40 toneladas de ICM en el tanque.

Como el refrigerante del aparato enfriador se había extraído antes para usarlo en otra parte de la fábrica, no fue posible enfriar rápidamente el tanque 610. En consecuencia, la presión y el calor siguieron aumentando dentro del tanque y la fuga continuó. Tanto los depuradores de gas de los respiraderos como los quemadores de gas, dos dispositivos de seguridad ideados para neutralizar las emanaciones tóxicas del tanque antes de su liberación a la atmósfera, habían sido desactivados semanas antes. A eso de la 1 de la madrugada, un estruendo resonó por toda la fábrica en el momento en que la válvula de seguridad del tanque se rompió. Casi 40 toneladas de ICM gaseoso fueron liberadas al aire matutino de Bhopal. En poco tiempo, la columna de gas, impulsada por los vientos cambiantes, se extendió por una gran zona.

Al menos 3800 personas murieron inmediatamente mientras dormían o en la huida que se produjo. Los hospitales pronto se vieron desbordados por los millares de heridos. La crisis empeoró porque no se sabía exactamente de qué gas se trataba y, por lo tanto, cuál debía ser el tratamiento adecuado. Se calcula que en los primeros días la nube de gas mató a 10 000 personas; en los 20 años siguientes, posiblemente se hayan producido entre 15 000 y 20 000 muertes prematuras. El gobierno indio informó que más de medio millón de personas se habían expuesto al gas. La repercusión mayor se observó en los vecindarios pobres densamente poblados en las inmediaciones de la fábrica.

El incidente de Bhopal fue el resultado de una combinación de deficiencias y errores legales, tecnológicos, de organización y humanos. Si bien la causa inmediata del incidente fue el vertido involuntario de una gran cantidad de agua en el tanque de almacenamiento, los graves efectos sobre la salud ocasionados por la reacción química se vieron sin duda agravados por la falta de varias medidas de seguridad y la falta de conocimiento de la comunidad y de preparación para casos de emergencia. La presión económica que gravita sobre la industria, las comunidades y los gobiernos puede ser un factor secundario que influye en la probabilidad de que se produzca un incidente químico y en su gravedad.^b

^a Broughton E. The Bhopal disaster and its aftermath: a review. *Environmental health: A global access science source*, 2005, 4: 6 doi: 10. 1186/1476-069X-4-6.
^b TED case study: the Bhopal disaster (<http://www.american.edu/ted/bhopal.htm>).

- En la sección 6.0, RECUPERACIÓN, se describen los métodos usados para evaluar las causas de los incidentes químicos y las respuestas frente a ellos, y para dar seguimiento a las víctimas con el fin de aprender algo después de los incidentes efectivos o los amagos de incidentes, y restaurar y reparar el entorno afectado.

1.1.1 Los aspectos epidemiológicos de los incidentes químicos

Desde mediados del siglo XX, las sustancias químicas han desempeñado un papel cada vez más importante en la economía mundial. En la actualidad, más de 15 millones de estas sustancias circulan en el mercado.¹ Entre 60 000 y 70 000 sustancias químicas se usan con regularidad² y de 200 a 1000 se producen en cantidades mayores de una tonelada al año. La gestión de los incidentes químicos debe contemplar no sólo la elaboración de las sustancias químicas, sino también su transporte, almacenamiento, uso y desecho. En 1999, más de 4000 millones de toneladas de sustancias químicas peligrosas se transportaron en el mundo y enormes cantidades de fertilizantes, herbicidas e insecticidas se encuentran dispersas en las tierras agrícolas. Dado el ritmo actual de producción y uso de sustancias químicas, no es de sorprender que haya fuertes posibilidades de que se produzcan incidentes químicos. Durante el siglo XX, la frecuencia de incidentes químicos en los que hubo por lo menos tres muertos, 20 heridos o daños por un monto estimado de más de US\$ 7 millones en países miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) aumentó en un orden de magnitud, como mínimo.³ En el cuadro 1 se enumeran los incidentes químicos recientes o actuales y sus resultados, entre ellos los incidentes de Bhopal y Seveso, cuyas consecuencias se están vigilando todavía. Muchos de estos incidentes químicos serán examinados en detalle a manera de estudios de casos.

A pesar de que aumentó la frecuencia de los incidentes químicos, la gravedad de los efectos de las catástrofes industriales se redujo durante el siglo XX. Ello obedece a la mejora de la capacidad de gestionar las emergencias químicas en muchos países desarrollados gracias a la creación de elementos de gestión básicos, como la formulación de normas generales de rotulación y seguridad, la existencia de un plan de emergencia, una mejor comunicación con las distintas partes interesadas, sesiones de capacitación y simulaciones, y la implantación de mecanismos orientados a aprender de los errores del pasado. No obstante, sigue siendo necesaria una mejor gestión de los incidentes químicos. Son carencias comunes la existencia de funciones fragmentadas y de responsabilidades mal definidas entre los encargados de responder a las emergencias químicas.

Los incidentes químicos generan ansiedad en la comunidad y ocasionan la pérdida de confianza en la capacidad de los gobiernos nacionales y locales para lidiar con los problemas sanitarios. Aunque afortunadamente son escasos los incidentes mayores, en términos generales las consecuencias, entre 1970 y 1998, de todos los incidentes químicos notificados en el mundo oscilaron entre unos 13 000 muertos y 100 000 heridos o enfermos y la evacuación de tres millones de personas. Estos cálculos no tienen en cuenta los efectos nocivos tardíos de los incidentes químicos, tales como el cáncer y las malformaciones congénitas. Los efectos perjudiciales de un incidente químico sobre la economía local también pueden ser muy grandes e incluir la interrupción de las actividades agropecuarias, la pérdida de empleos, la evacuación prolongada de una zona, el aumento de los costos de la atención sanitaria, los litigios y la rehabilitación. Por último, tal como lo ejemplifica la situación que existe en Bhopal más de 20 años después del incidente (sección 6), los incidentes químicos pueden provocar grandes daños ambientales cuya reparación puede tardar años y que, por ende, pueden seguir planteando un grave peligro para la salud pública.

Para reducir al mínimo estos efectos perjudiciales, y debido a que los incidentes químicos a menudo

¹ Chemical Abstracts Service, a Division of the American Chemical Society, 2007.

² Guidance for national and regional policy makers in the public/environmental health roles. International Programme on Chemical Safety (IPCS) publication, 1999 (<http://www.intox.org/databank/documents/supplem/supp/vintox.htm>).

³ Coleman L. 2006. Frequency of man-made disasters in the 20th century. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 14:3–11.

implican la liberación rápida de sustancias y riesgos de salud que evolucionan aceleradamente (a causa de factores cambiantes, tales como el clima, las vías de exposición, las emisiones secundarias), es imprescindible que las autoridades, los encargados

de responder a emergencias y los operadores (de las instalaciones industriales) aúnen sus fuerzas para emprender una respuesta rápida, completa y eficaz frente a los incidentes químicos.

CUADRO 1: EJEMPLOS DE INCIDENTES QUÍMICOS EN EL MUNDO

EN EL PRESENTE DOCUMENTO LOS EJEMPLOS SE DENOMINAN ESTUDIOS DE CASOS. EN LA ÚLTIMA COLUMNA SE INDICA EL NÚMERO DE LA PÁGINA DONDE APARECE EL ESTUDIO DE CASO.

Año	Lugar	Descripción del incidente	Consecuencias	Página
1976	Seveso (Italia)	Escape por el aire de dioxina de una fábrica	<ul style="list-style-type: none"> No hubo muertos de inmediato 3 300 animales murieron 80 000 animales fueron sacrificados 	80
1984	Bhopal (India)	Fuga de isocianato de metilo de un depósito	<ul style="list-style-type: none"> 3800 muertes inmediatas 15 000 a 20 000 muertes prematuras 500 000 personas expuestas al gas 	incidente 2 20 años después 88
1984	México, D.F.	Explosión por fuga de gas licuado de petróleo de un depósito	<ul style="list-style-type: none"> 500 muertes 6400 heridos 	9
1995	Tokio	Liberación deliberada de un agente de guerra química	<ul style="list-style-type: none"> 12 muertos 54 heridos graves Miles de personas afectadas 	37
2000	Enschede (Países Bajos)	Explosión en una fábrica de fuegos artificiales	<ul style="list-style-type: none"> 20 muertos, 562 víctimas Cientos de casas destruidas 2000 personas evacuadas 	92
2001	Toulouse (Francia)	Explosión de 300 a 400 toneladas de nitrato de amoníaco en una planta de fertilizantes	<ul style="list-style-type: none"> 30 muertos 2500 víctimas 500 casas inhabitables 	28
2002	Galicia (España)	Naufrajo del <i>Prestige</i> , que causó el derrame de 77 000 toneladas de combustible	<ul style="list-style-type: none"> Unos US\$ 2800 millones en gastos de limpieza 	23
2002	Jabalpur (India)	Intoxicación masiva por el uso de envases vacíos de plaguicida como utensilios de cocina	<ul style="list-style-type: none"> Tres muertos Al menos 10 hospitalizaciones 	56
2003	Baton Rouge (Estados Unidos)	Fuga de cloro gaseoso de una fábrica	<ul style="list-style-type: none"> No hubo muertos 	69
2004	Neyshabur (Irán)	Explosión en un tren causada por la mezcla de sustancias incompatibles	<ul style="list-style-type: none"> Centenares de muertos y heridos entre los socorristas y las personas presentes 	30
2005	Río Songhua (China)	Explosión en una fábrica que derramó 100 toneladas de contaminantes al río	<ul style="list-style-type: none"> Cinco muertos Millones de personas estuvieron sin agua por varios días 	44
2005	Bohol (Filipinas)	Utilización errónea de un insecticida en la elaboración de golosinas	<ul style="list-style-type: none"> 29 muertos 104 hospitalizaciones 	51
2005	Hemel Hempstead (Inglaterra)	Tres explosiones en un depósito de petróleo (Buncefield)	<ul style="list-style-type: none"> 43 heridos notificados 2000 personas evacuadas 	71
2006	Abidjan (Côte d'Ivoire)	Vertido de residuos tóxicos en la ciudad de Abidjan	<ul style="list-style-type: none"> 10 muertos, millares afectados 	45
2006	Panamá	Dietilenglicol en un jarabe para la tos	<ul style="list-style-type: none"> Al menos 100 muertos 	57
2007	Angola	Bromuro de sodio que se confundió con sal de mesa	<ul style="list-style-type: none"> Al menos 460 personas enfermaron, niños en su mayoría 	10
2008	Senegal	Plomo por el reciclado informal de pilas	<ul style="list-style-type: none"> Exposición humana; muchos niños presentaron síntomas de intoxicación por plomo 	86

1.2 ALCANCE Y DEFINICIONES

Un incidente químico es la fuga incontrolada de una sustancia tóxica que puede causar daños a la salud y el medio ambiente.¹ Los incidentes de esta naturaleza suelen suscitar una respuesta de salud pública que

puede incluir, por ejemplo, la evaluación de la exposición y de los riesgos o bien el asesoramiento de las autoridades o la comunidad.

Los incidentes químicos pueden manifestarse de muy diversas formas; pueden variar los sucesos desencadenantes (naturales o antropógenos), la dinámica del incidente, los tipos de lesiones y

¹ Glossary of the Health Protection Agency, UK (<http://www.hpa.org.uk>)

las medidas de respuesta sanitaria necesarias. Por consiguiente, el término incidente químico puede referirse a sucesos antropógenos, tales como la explosión de una fábrica donde se almacenan o se usan sustancias químicas, la contaminación de los alimentos o de las fuentes de agua con un producto químico, un derrame de petróleo, una fuga en una unidad de almacenamiento durante el transporte o un brote de enfermedad vinculado (muy probablemente) con la exposición a una sustancia química. Los incidentes químicos también pueden tener causas naturales, como erupciones volcánicas, terremotos e incendios forestales. Los desastres naturales pueden afectar a los sistemas de contención química y provocar incidentes químicos antropógenos secundarios (por ejemplo, la rotura de depósito causada por una inundación). Sea cual fuere la causa, el incidente químico puede ser descubierto al darse cuenta alguien de que ha habido contaminación o de que existen problemas de salud que con toda probabilidad obedecen a una causa química común, incluidos los brotes de enfermedad.

Como lo indica la crisis de eliminación de desechos químicos en Côte d'Ivoire (véase la página 45), estos incidentes pueden producirse en cualquier parte y en

RECUADRO 1: DEFINICIONES

DESASTRE

Situación en que una cantidad considerable de personas quedan expuestas a peligros a los que son vulnerables, con las lesiones y muertes resultantes, y que con frecuencia se acompaña de pérdidas materiales y desaparición de las formas de ganarse la vida.

EMERGENCIA

Es el resultado de un desastre por el cual la capacidad de reaccionar de las comunidades afectadas se ve superada y es necesario adoptar medidas rápidas y eficaces para evitar más muertes y pérdida de las maneras de ganarse la vida.

INCIDENTE

Es la situación en que las personas se ven potencialmente expuestas a peligros a los que son vulnerables, de lo que resulta una preocupación colectiva y la posibilidad de riesgos para la salud inmediatos o tardíos.

Wisner B, Adams J (eds). La salud ambiental en emergencias y desastres: una guía práctica. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2002.

cualquier momento, incluso sin que haya ninguna planta química en la zona. Aunque la mayor parte de estos incidentes son pequeños y afectan a pocas personas, las consecuencias acumuladas pueden ser tan graves como las que se originan en incidentes grandes en cuanto a enfermedades, muertes, daños ambientales y pérdidas económicas, así como la ansiedad que provocan entre el común de la gente y el personal de los servicios de emergencia. Los incidentes menores suelen ser menos visibles y generan menos publicidad; sin embargo, ofrecen oportunidades para verificar cuán completos y factibles son los planes de preparación y permiten que los encargados de la respuesta mejoren sus aptitudes.

En los siguientes apartados se resumen los principales mecanismos de lesión, tipos de incidentes, el ciclo de un desastre y las distintas clases de desastres, a fin de que sirvan de referencia para el resto de esta publicación.

1.2.1 Mecanismos de lesión

Los incidentes químicos pueden producir lesiones mediante cuatro mecanismos básicos: el fuego, las explosiones, la toxicidad y la experiencia psíquica de sucesos traumáticos. Estos mecanismos pueden parecer muy distintos, pero en realidad están estrechamente vinculados.

- El fuego produce lesiones por efecto del calor y de la exposición a sustancias tóxicas (incluidos los productos de la combustión). Un efecto secundario de un incendio puede ser una explosión o la rotura por sobrecalentamiento de un depósito que contiene sustancias químicas. Todo incendio de gran magnitud puede considerarse un incidente químico.
- Una explosión produce lesiones traumáticas (mecánicas) a causa de la onda expansiva (estallido), los fragmentos y los proyectiles. Como efecto secundario, puede causar un incendio o la pérdida de contención, lo que a su vez ocasiona la liberación de sustancias químicas y la exposición a ellas (por ejemplo, mediante la perforación de un depósito adyacente por fragmentos: el llamado efecto dominó).

- Puede haber toxicidad cuando los seres humanos entran en contacto con una sustancia química que se ha salido de su recipiente, sea durante el almacenamiento o el transporte, o como producto de una reacción química o de la combustión. La toxicidad puede lesionar mediante una amplia variedad de mecanismos, desde las quemaduras químicas hasta la asfixia y la neurotoxicidad.^{1,2}
- Los efectos sobre la salud mental –el último mecanismo de «lesión»– se ven determinados no sólo por la exposición a la sustancia química, al fuego o a una explosión, sino también por la propia «exposición al suceso». Los incidentes graves pueden trastornar la vida de las víctimas por lesiones o por la muerte de parientes, los daños materiales, la pérdida del trabajo y la alteración de la vida social. Se ha visto que un buen número de víctimas de incidentes graves ha sufrido trastornos mentales prolongados.³

Si bien se reconoce que todos esos mecanismos son muy importantes, en el presente manual la atención se centrará en la toxicidad. También se examinarán ciertos aspectos de la salud mental.

1.2.2 Ejemplos de incidentes hipotéticos

En esta sección se presentarán siete tipos de incidentes químicos a fin de facilitar el abordaje de su gestión de salud pública. Los incidentes difieren en cuanto a su origen y dinámica (evolución temporal) y en la primera evaluación de riesgos y las medidas de salud pública adoptadas. Esta clasificación de los incidentes dista de ser absoluta y solo se presenta a manera de guía para ayudar a reconocer los incidentes y las actividades primarias de la fase de respuesta. Varios tipos de incidentes pueden ocurrir juntos. Aquí no se entrará en detalles acerca de sus características comunes, tales como su capacidad para cruzar fronteras administrativas y las implicaciones de ello en el terreno jurídico.

Los incidentes pueden producirse en interiores y a la intemperie. Las descripciones que siguen se centran en

los que ocurren a la intemperie porque suelen ser más grandes y pueden afectar a más personas. Los efectos de los escapes al aire libre pueden extenderse a los interiores y dar por resultado exposiciones dentro de edificios, con los riesgos consiguientes para la salud.

En los siguientes incidentes hipotéticos se describirán la evolución típica del incidente y las medidas primarias de evaluación de riesgos y de salud pública.

1. Liberación repentina de gases o vapores al aire

Evolución típica del incidente

Una nube de gas o vapor que se produce rápidamente, posiblemente tras la evaporación de una acumulación de líquido. En puntos distantes a favor del viento puede haber inhalación; es posible que haya considerable contacto con la piel en el propio sitio. Se puede llegar al lugar del incidente poco tiempo después de que este ha terminado porque la nube de vapor o gas se ha desplazado y dispersado por efecto del viento (a no ser que siga habiendo una acumulación en el suelo). A menudo se reciben informes inmediatos de un olor o de irritación respiratoria u ocular, pero los efectos nocivos pueden tardar horas o días en manifestarse, según el tipo de sustancia química.

Evaluación de riesgos

En muchos casos se trata de una o dos sustancias químicas solamente, y no de una combinación de sustancias desconocida. Las condiciones ambientales suelen determinar las características de la dispersión; pueden formarse acumulaciones aisladas del gas, sobre todo si es un gas pesado. Habitualmente la población en riesgo se puede identificar con bastante rapidez a partir de las quejas recibidas y del uso de modelos de dispersión. Es infrecuente que los primeros resultados de la modelización ambiental lleguen antes de que hayan transcurrido de 30 a 45 minutos desde que se liberó la sustancia química. Hay que tener presente la posibilidad de que se produzcan efectos nocivos tardíos. Por lo general son pocas las probabilidades de contaminación secundaria más allá del lugar del incidente.

Aspectos destacados de salud pública

De ordinario la recomendación de quedarse en interiores, cerrar todas las puertas y ventanas, y desactivar toda ventilación mecánica (refugio en el

¹ Goldfrank et al, *Goldfrank's Toxicologic Emergencies – 8th Ed.* (2006), The McGraw-Hill Companies, Inc, Nueva York, 2006.

² Dart, RC (ed.) *Medical toxicology*, 3rd ed., Filadelfia, Lippincott Williams & Williams, 2004 (www.LWW.com).

³ Health Council of the Netherlands. *The medium and long-term health impact of disasters*. La Haya, Gezondheidsraad, 2007 (Informe 2006/18E) (<http://www.gr.nl/pdf.php?ID=1487&p=1>).

propio lugar) suele ser apropiada para la población que se encuentra en los lugares hacia donde corre el viento. Las características de la construcción determinan el grado de protección y el tiempo que ha de durar el refugio seguro, es decir, el tiempo que deben permanecer en un refugio seguro las personas en peligro de verse expuestas a la sustancia química. La alerta de refugio en el propio lugar debe acompañarse de sistemas de alerta a la población (sirenas) respaldados por una comunicación continua y coherente por diversas vías, como son la radio, la televisión, los sitios web y las transmisiones telefónicas. Si se prevé que cambie la dirección del viento, se puede considerar la evacuación preventiva. Después de haberse despejado la nube tóxica, ya no se restringen, o se restringen poco, las actividades en el exterior.

Ejemplo típico

Escape de isocianato de metilo en Bhopal, 1984 (página 2).

2. Liberación súbita y perceptible de un aerosol al aire

Evolución típica del incidente

Hay una liberación repentina de aerosol líquido o sólido hacia el aire libre o en interiores; el material se deposita en el suelo y la infraestructura, donde permanece hasta que se lo retira deliberadamente (por ejemplo, mediante la limpieza) o por efecto de mecanismos naturales (como el viento o la lluvia). El aire contaminado puede extenderse varios kilómetros, según el tipo de incidente (por ejemplo, una explosión), las características del aerosol y las condiciones ambientales. La exposición por inhalación suele producirse durante la emisión y poco tiempo después; el material en polvo (como el asbesto) puede ser resuspendido por el viento, los vehículos y otros mecanismos. La exposición primaria por vía oral y cutánea puede ocurrir en el lugar de los hechos y dondequiera que siga habiendo depósitos de material (y mientras este perdure).

Evaluación de riesgos

Por lo general, en la etapa aguda no suele haber información acerca de la composición del material emitido ni de la distribución de las partículas de distintos tamaños. Es muy difícil evaluar cuantitativamente la exposición mediante el uso de modelos o el monitoreo; la exposición suele evaluarse visualmente en la zona

contaminada. Los niños que viven en la zona del accidente o que pasan tiempo en ella pueden estar en mayor riesgo porque son más vulnerables a la exposición (es decir, pasan más tiempo jugando afuera y la costumbre de llevarse cosas a la boca aumenta la ingestión del polvo que se ha asentado); en zonas agropecuarias, la contaminación de los cultivos y pastos puede plantear un problema.

Aspectos destacados de salud pública

La información acerca de las restricciones del acceso a la zona al aire libre y las actividades de limpieza tiene una importancia decisiva, particularmente mientras no se haya determinado la magnitud del riesgo para la salud. El cumplimiento de las recomendaciones de salud pública suele ser bueno en las zonas donde la contaminación es visible, donde la presencia de efectos agudos es evidente y donde el peligro de que se produzcan efectos tardíos (como en el caso de sustancias cancerígenas) se comunica claramente.

Ejemplo típico

Liberación de dioxina en Seveso, Italia, 1976 (página 80).

3. Liberación súbita y patente hacia medios de contacto distintos del aire

Evolución típica del incidente

Una sustancia peligrosa contamina el agua, el suelo o pasa directamente a los alimentos (por ejemplo, durante el procesamiento) u otros medios de contacto (tales como sedimentos o productos de consumo general) y el incidente se detecta inmediatamente. Por comparación con las fugas hacia el aire, en este incidente hipotético suele ser más fácil evitar el contacto primario del ser humano con la sustancia química porque a menudo se puede interrumpir la exposición por estos medios de contacto, al menos por un tiempo breve. La contaminación secundaria de los alimentos, el agua potable y los productos de consumo general también se puede producir cuando una sustancia química se vierte a las aguas superficiales o el suelo. Como consecuencias secundarias pueden producirse daños a la fauna silvestre, incluidos los peces, las aves y ecosistemas enteros. El tiempo que se lleva responder a incidentes de este tipo es de horas, por lo general, y no de minutos, como en el caso de los incidentes de tipo 1 y 2.

Evaluación de riesgos

Las posibles vías de exposición humana y el riesgo para la salud que plantean dependen de las propiedades fisicoquímicas de la sustancia y de su destino en el medio ambiente. Las sustancias volátiles pueden evaporarse rápidamente y ser detectadas por su olor o sabor. Las que tienen una presión de vapor baja se disgregarán principalmente entre el agua y el suelo u otras sustancias ricas en materia orgánica, según su estructura e hidrosolubilidad.

Aspectos destacados de salud pública

Raras veces es necesario advertirle a la gente que debe tomar medidas inmediatas, a no ser que haya que informarle acerca de la causa de un olor. La atención ha de centrarse en el incidente ambiental. En algún momento los residentes locales pedirán información sobre la relación entre la mortalidad de los peces, por poner un ejemplo, y sus efectos sobre la salud humana. Será de gran provecho efectuar un estudio de exposición bien diseñado y enfocado en examinar las posibles vías de exposición y en la posterior evaluación de riesgos.

Ejemplo típico

Liberación de benceno en el río Songhua (China), 2005 (página 44).

4. Incendio en un edificio grande

Evolución típica del incidente

Este tipo de incidente abarca los incendios en zonas residenciales y comerciales, almacenes, instalaciones de almacenamiento y producción de productos químicos, túneles y vías ferroviarias subterráneas. Los productos de la combustión se ven determinados por el material quemado y el tipo de fuego (pirólisis, fuego bien o mal oxigenado). El calor de la combustión influye en la dispersión aérea del humo tóxico. Las víctimas que sufren lesiones graves suelen encontrarse en el interior de las estructuras incendiadas o cerca de ellas. Puede haber explosiones secundarias. El personal de emergencia y el de respuesta ambiental pueden estar en riesgo de exposición por contacto con la escorrentía contaminada. Las comunidades que se encuentran en lugares hacia donde corre el viento en relación con un punto de liberación están en mayor riesgo de exposición y de sufrir efectos nocivos, tanto inmediatos como tardíos. El tamaño y las características de esta población en riesgo determinarán la magnitud de las medidas de respuesta.

Evaluación de riesgos

Las características del edificio afectado pueden dar una idea general del tipo de material incendiado; sin embargo, identificar qué materiales se han incendiado resulta muy difícil en los grandes almacenes donde el inventario de productos es variado y puede cambiar a lo largo del tiempo. La primera evaluación de riesgos se basa en el análisis del humo y los productos de la combustión. La modelización de la exposición es compleja; el examen visual y el monitoreo ambiental suelen permitir estimaciones de exposición más útiles. Muchas veces es imposible efectuar una evaluación de riesgos cuantitativa en la etapa aguda. El material depositado puede provocar una contaminación secundaria igual a la que se produce en los incidentes de tipo 2.

Aspectos destacados de salud pública

Proteger la seguridad del personal de emergencia es importantísimo, especialmente ante la posibilidad de una explosión o de que se contaminen los residuos del líquido usado para apagar el fuego. Dado lo difícil de la evaluación de riesgos, se suele observar cautela al formular recomendaciones en cuanto a los sitios de refugio y el uso de instalaciones. Se aconseja evacuar a los residentes del edificio y a los vecinos muy expuestos al humo; a veces es necesario hacerlo por varios días.

Ejemplo típico

Incendio en el depósito de petróleo de Buncefield, Inglaterra, 2005 (página 71).

5. Explosión

Evolución típica del incidente

Con frecuencia hay un período durante el cual se puede prever que habrá una explosión. La zona afectada es más o menos circular alrededor del sitio de la explosión, aunque los edificios altos pueden servir de barrera. Las explosiones producen daños estructurales a los edificios (por lo que las personas pueden quedar atrapadas o expuestas al polvo después del derrumbe) y generar fragmentos, proyectiles y astillas de vidrio. En algunos casos se produce la explosión (por ignición a distancia) de una nube gaseosa o bola de fuego.

Evaluación de riesgos

Los principales tipos de lesiones son las quemaduras por radiación térmica y los traumatismos (mecánicos)

producidos por estallido (órganos que contienen gas y rotura del tímpano), fragmentos y proyectiles. Estos riesgos se conocen relativamente bien. La toxicidad suele deberse a la combustión de los productos de incendios secundarios o a material depositado en el suelo o la infraestructura (o resuspendido).

Aspectos destacados de salud pública

Cuando se produce una explosión prevista con antelación puede haber tiempo para dar instrucciones sobre la reducción de los riesgos a la gente que está en peligro. La seguridad del personal de emergencia siempre reviste una importancia decisiva, tanto si hay una amenaza de explosión como después de una explosión (debido, por ejemplo, a la inestabilidad o derrumbe de un edificio). Pueden necesitarse equipos de personal especializado en actividades de búsqueda y rescate urbanos. El acceso a la zona afectada se dificulta cuando hay escombros en los caminos de acceso. Es posible que por un tiempo largo haya que proveer refugio o productos de primera necesidad a quienes han perdido sus hogares.

Ejemplo típico

Las explosiones y el incendio de la terminal de gas líquido de petróleo de PEMEX, ciudad de México, 1984 (página 9).

6. Brote epidémico de enfermedad

Evolución típica del incidente

En este caso no es la liberación de la sustancia química lo que se detecta, sino un aumento del número de personas que presentan un conjunto más o menos homogéneo de signos y síntomas (síndrome). La detección suele hacerse mediante los sistemas de vigilancia o la observación cuidadosa por parte de los médicos, y generalmente ocurre al cabo de días o meses, según la especificidad del síndrome clínico y la distribución geográfica de los pacientes. La fuente común puede no ser detectada por mucho tiempo y hay que tener en cuenta todas las vías de exposición y medios de contacto posibles. También deben tenerse presentes como posibles causas comunes la enfermedad psicógena colectiva y los ataques terroristas, incluidos los bioterroristas.

ESTUDIO DE CASO 2: EXPLOSIONES E INCENDIO EN UNA TERMINAL DE GAS LÍQUIDO DE PETRÓLEO DE PEMEX, CIUDAD DE MÉXICO

La mañana del 19 de noviembre de 1984 un incendio de enormes proporciones y una serie de explosiones catastróficas se produjeron en la terminal de gas líquido de petróleo (GLP) de PEMEX situada en el barrio de San Juan Ixtepec, en la ciudad de México. El incidente arrojó un saldo de 500 muertos, 6400 heridos y la destrucción de la terminal.

La planta se estaba llenando desde una refinería a 400 km de distancia. Dos grandes esferas y 48 depósitos cilíndricos estaban llenos al 90% de su capacidad, y cuatro esferas pequeñas estaban llenas a la mitad. Un gasoducto de 8 pulgadas de diámetro que conectaba una esfera con una serie de cilindros se rompió. Esto causó una caída de la presión que se registró en el cuarto de control, pero los operarios no pudieron determinar la causa. El escape de GLP continuó durante unos 5 a 10 minutos y entonces la nube de gas (con unas dimensiones de 200 m x 150 m y situada a 2 m de altura) se inflamó al entrar en contacto con un quemador de gas residual. Ello produjo una enorme sacudida del terreno y un gran número de incendios sobre este. Los trabajadores de la planta trataron de hacer frente al escape aplicando varias medidas. En una etapa tardía, alguien pulsó el botón de emergencia para detener el llenado.

Unos 15 minutos después de la fuga inicial se produjo el primer estallido de líquido en ebullición y vapor en expansión (LEVEX). En la hora y media que siguió ocurrió una serie de estallidos de LEVEX y los depósitos de GLP estallaron violentamente. Se dice que el GLP caía como lluvia sobre las superficies y se encendía. La llegada de los servicios de emergencia fue obstaculizada por el tráfico denso, empeorado cuando los habitantes intentaron escapar de la zona.

ASPECTOS DESTACADOS

- Los estallidos y los incendios pueden ser efectos devastadores de las emergencias químicas.
- La destrucción de la terminal fue consecuencia de la falla global de las bases de seguridad, incluido el trazado de la planta y las características de aislamiento en caso de emergencia.
- El sistema de agua para incendios de la terminal fue destruido por el primer estallido. Los sistemas de rociamiento de agua no eran adecuados.
- El incidente se pudo haber evitado mediante la instalación de un sistema más eficaz de detección del gas y un sistema de aislamiento de emergencia. La planta carecía de un sistema de detección de gas; por lo tanto, probablemente el aislamiento de emergencia se activó cuando ya era tarde.
- El plan de emergencia del sitio era inadecuado para permitir el ingreso de los servicios de emergencia para ayudar a controlar el incidente.

Evaluación de riesgos

En los incidentes de este tipo, la evaluación de riesgos comprende el fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica (incluida la definición de caso), la evaluación y verificación del cuadro clínico inicial y la búsqueda del producto químico nocivo y de una posible fuente de exposición común (primaria o secundaria) mediante el uso de métodos toxicológicos y epidemiológicos. Los posibles productos y fuentes y los efectos notificados se investigan simultáneamente; una vez que unos y otras se han identificado, es necesario realizar una evaluación detallada de la exposición a fin de verificar los efectos agudos y prevenir los posibles efectos tardíos o residuales y los grupos de población en mayor peligro de verse afectados.

Aspectos destacados de salud pública

Los aspectos destacados son la coordinación de la información, las investigaciones y la comunicación. Casi todos los brotes serán captados por el sistema

de salud pública como brotes de una enfermedad presuntamente infecciosa. La cooperación bien coordinada entre los expertos en trastornos de origen químico y de origen infeccioso puede evitar la pérdida de tiempo en la identificación de brotes epidémicos de origen químico.

Ejemplo típico

Intoxicación colectiva por endosulfán, Jabalpur (India), 2002 (página 56) e intoxicación por bromuro en Angola, 2007 (página 10).

7. Fugas inadvertidas

Evolución típica del incidente

En el caso de fugas inadvertidas, la liberación de la sustancia química hacia el medio de contacto no se detecta -ni se toma medida alguna- hasta después de que ha ocurrido, pero antes de que se detecte como un brote de enfermedad. Esto puede ocurrir cuando

ESTUDIO DE CASO 3: BROTE DE AFECCIONES DE CAUSA DESCONOCIDA, ANGOLA

En octubre de 2007 se desató un brote de una afección de causa desconocida cerca de Luanda (Angola); al finalizar el brote, en diciembre de 2007, se habían notificado 458 casos. Al principio se sospechó que la afección era infecciosa, pero los síntomas hacían sospechar una causa tóxica y consistían en fatiga, visión borrosa, mareos y dificultades para hablar y caminar.

El Ministerio de Salud de Angola pidió a la Organización Mundial de la Salud que prestara asistencia técnica para descubrir la causa de la afección. Las actividades desplegadas consistieron en: a) exploración clínica, incluido un examen neurológico; b) fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica (definición de caso); c) análisis toxicológico de muestras humanas y ambientales; y d) un estudio de casos y testigos para detectar las modalidades de exposición. Los análisis toxicológicos extensos revelaron la presencia de concentraciones séricas muy elevadas de bromuro (hasta 2700 mg/l). En las muestras ambientales y alimentarias se descubrió que la sal de mesa contenía como mínimo un 80% de bromuro de sodio, el agente causal.

Una vez conocidos estos resultados, se adoptaron enseguida medidas de salud pública para controlar el brote que consistieron en sensibilización de la gente, sustitución de la sal y orientaciones sobre el tratamiento a los hospitales y centros de atención médica.

Este incidente pone de relieve la necesidad de contar con planes eficaces de seguridad química que incluyan el fortalecimiento de la capacidad para lidiar con intoxicaciones que al principio pueden parecer enfermedades de causa desconocida, especialmente en los países en desarrollo que introducen tecnologías nuevas. A medida que van surgiendo industrias nuevas como parte del proceso de desarrollo socioeconómico, la población en general y la fuerza de trabajo son vulnerables a la exposición y los efectos nocivos de ciertas sustancias químicas como consecuencia de una legislación y una reglamentación deficientes en la esfera química, y su aplicación y control ineficaces, a lo que vienen a sumarse la pobreza, la falta de conocimiento de los efectos nocivos de las sustancias químicas y la falta de capacidad, personal calificado e infraestructura.

ASPECTOS DESTACADOS

- Los brotes de afecciones de causa desconocida se notifican a menudo como brotes de enfermedades presuntamente infecciosas.
- La cooperación coordinada entre los expertos químicos y los infectólogos puede evitar la pérdida de tiempo para identificar brotes de afecciones de causa química.
- La identificación de la causa de un brote de afecciones de posible causa química implica la participación de muchas disciplinas, entre ellas la toxicología, la toxicología clínica, la epidemiología ambiental y las ciencias del ambiente.
- Si no se cuenta con el personal especializado necesario, se puede solicitar ayuda técnica a las organizaciones internacionales.

un incidente se manifiesta al cabo de cierto tiempo o cuando una fuga es más peligrosa de lo previsto inicialmente.

Evaluación de riesgos

Los primeros pasos son la verificación de las posibles vías de exposición y los grupos de población en peligro, y una evaluación de riesgos cuantitativa centrada en los efectos tardíos o residuales.

Aspectos destacados de salud pública

Este tipo de incidente puede constituir una zona indefinida entre la respuesta a un incidente químico y las medidas de saneamiento ambiental «habituales». Las investigaciones sanitarias deben orientarse a establecer un vínculo claro entre los efectos nocivos observados y los tardíos previstos y la exposición, e incluso a establecer la definición de caso. En esta y otros incidentes hipotéticos, una de las dificultades desde el punto de vista de la salud pública radica en que las personas enteradas del incidente o que lo han vivido de cerca pero sin haberse visto expuestas pueden atribuirle cualquier signo o síntoma relacionado con otra enfermedad.

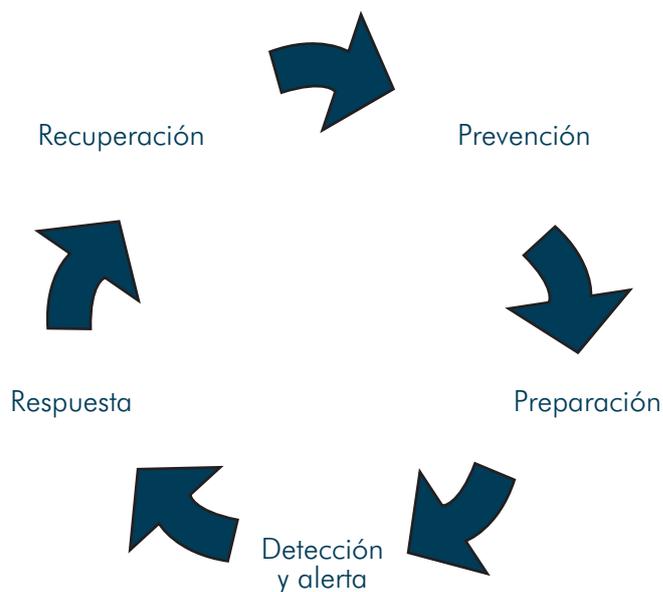
Los incidentes de tipo 1 a 5 suelen estar circunscritos; es decir, hay una escena del incidente. Tienen en común, además de otros rasgos, que durante la gestión de salud pública de los eventos en que hay una escena de ese tipo los riesgos de salud a los que se expone el personal de emergencia suelen ser causa de preocupación. La detección y evolución de los incidentes de tipo 6 y 7 suele ser mucho más difusa en tiempo, lugar y persona.

1.2.3 El ciclo de gestión de un desastre

El «ciclo de gestión de un desastre» ilustra el proceso continuo mediante el cual los gobiernos, el sector empresarial y la sociedad civil se preparan para los incidentes y reducen sus repercusiones tomando medidas en distintas etapas. La índole de las medidas que pueden adoptarse para lograr la meta de reducir los efectos varía en función de la etapa del ciclo; las seis etapas aparecen representadas en la figura 1.

La primera línea de defensa contra los efectos nocivos de los incidentes químicos consiste en evitar que estos

FIGURA 1: LAS ETAPAS DEL CICLO DE GESTIÓN DE DESASTRES



ocurran o en limitar sus efectos cuando llegan a ocurrir. La **prevención** se dirige a reducir la probabilidad de que se produzca un incidente y abarca todas las medidas técnicas y de organización orientadas a mitigar la gravedad de cualquier incidente que pueda ocurrir y lograr que sus efectos sean mínimos y que no culmine en un evento o desastre de mayor gravedad.

Pese a la aplicación de las mejores medidas para evitar los incidentes y reducir la probabilidad de que se materialicen, siempre habrá un riesgo residual que puede dar lugar a un incidente; este riesgo debe constituir la base para la planificación y preparación posteriores. Durante un incidente, el tiempo dedicado a localizar el equipo y la infraestructura, coordinar la actuación de las distintas partes interesadas, establecer los vínculos entre los organismos y servicios de emergencia, establecer un plan de respuesta y recopilar información general acerca de las sustancias contaminantes y el establecimiento afectado será tiempo perdido que podría haberse dedicado a mitigar el alcance y las consecuencias del incidente. Por ende, estas tareas deben llevarse a cabo con anterioridad, a fin de lograr que las medidas inmediatas se puedan enfocar en la respuesta al incidente. Por lo tanto, durante las fases de **planificación y preparación** se debe diseñar el sistema de respuesta a un incidente,

asignar las funciones, responsabilidades y esferas de competencia, y seleccionar, capacitar y preparar al personal.

La **detección** de incidentes y las medidas de **alerta** son actividades realizadas de continuo con el fin de captar señales indicadoras de que se ha producido un incidente químico y adoptar medidas de alerta rápida para que haya una respuesta apropiada y oportuna.

Cuando hay un incidente, la entidad operadora, las autoridades y la comunidad inician las medidas de **respuesta** para ponerle fin y mitigar sus efectos.

Una vez que se ha puesto fin al incidente, la **recuperación** puede comprender años de limpieza, monitoreo sanitario, evaluación y otras actividades encaminadas a restaurar **la situación que existía antes del incidente y a evitar que este se repita**.

Un ejemplo puede servir para ilustrar las diversas etapas del ciclo de un desastre. A la hora de tratar de prevenir los incidentes y mitigar sus consecuencias en instalaciones de enfriamiento llenas de amoníaco cerca de una zona residencial, las siguientes actividades son parte de cada una de las diversas etapas del ciclo de gestión de un desastre:

- Un enfoque **preventivo** podría consistir en reemplazar el amoníaco con una sustancia menos tóxica e inflamable; reducir la cantidad de amoníaco almacenado; incorporar medidas redundantes para reforzar la seguridad técnica (separar el amoníaco en recipientes más pequeños, reforzar los recipientes y conductos) o trasladar las instalaciones a un sitio donde una fuga no afectaría a la comunidad ni al medio ambiente o aumentar la distancia entre las instalaciones y las zonas residenciales aledañas.
- Las actividades de **preparación** abarcarían la modelización de escapes hipotéticos y la planificación de la mejor respuesta posible; la información y capacitación de la comunidad; la instalación de un sistema de alerta pública; y la capacitación y el equipamiento del personal de respuesta para que pueda hacer frente a la pérdida de contención.

- Las medidas de **detección y alerta** comprenderían la instalación de sistemas de detección de gases (desde los controles del operador hasta la vigilancia del cercado), la creación de un buen sistema para dar aviso e incrementar la respuesta al incidente y el uso de dicho sistema para vigilar la aparición de un escape.
- La **respuesta** sería la terminación y mitigación de una pérdida efectiva de contención y sus consecuencias sanitarias.
- La **recuperación** comprendería actividades tales como la evaluación de los efectos sobre la salud, la limpieza y la investigación de la causa fundamental para evitar que el incidente se repita.

De aquí en adelante el presente manual está estructurado según las etapas del ciclo de gestión de un desastre.

1.2.4 La estructura de gestión de un incidente químico

En la gestión y coordinación de las diversas actividades emprendidas por los muchos actores que intervienen en las diversas etapas de la gestión de un desastre se recomienda, en todos los niveles administrativos (es decir, nacional, provincial y local), adoptar una estructura orgánica que incluya salubristas. Los posibles actores son los operadores (de instalaciones industriales o transportes), las autoridades, los servicios de emergencia, los empleados y la comunidad.

Dicha estructura puede estar a cargo de cualquier organismo que se considere idóneo para un país determinado. O bien, la gestión de los incidentes químicos puede depender de una red de dependencias gubernamentales o de institutos nacionales, provinciales o locales. En tal organización figurarían los ministerios encargados de aspectos importantes de las actividades de prevención, preparación y respuesta a los incidentes químicos, como son los de salud, trabajo, medio ambiente, transporte y protección y seguridad civiles.

Las fases del ciclo de gestión de un desastre determinan qué disciplinas desempeñarán el papel más destacado. A fin de lograr que la prevención y mitigación de los

incidentes químicos se lleven a cabo de manera completa y coherente, se aconseja a los gobiernos nacionales escoger a un funcionario, departamento gubernamental o comité permanente interdisciplinario que se responsabilice de coordinar y gestionar los incidentes químicos en el plano nacional. La entidad responsable, a su vez, se encargaría de escoger otros departamentos, organismos nacionales y expertos para que ayuden a coordinar las actividades vinculadas con esa gestión.

Independientemente de su estructura, composición o nivel gubernamental, la entidad asumiría la responsabilidad de coordinar y formular una política de prevención de los incidentes químicos para preparar y proteger a los habitantes del país. Se encargaría, además, de establecer equipos multidisciplinarios o centros coordinadores en los niveles administrativos subnacionales para llevar a cabo muchas de las tareas locales que entrañan la prevención y gestión de dichos incidentes. La entidad deberá asumir un papel directivo y motivar a los otros organismos que participarán en la respuesta a un incidente químico a que cumplan con sus funciones y responsabilidades. Deberá, además, velar por que los recursos (económicos, humanos y de capacitación) estén al alcance de las redes locales, sean estas de salud pública, de respuesta a emergencias o de tipo ambiental.

En el plano nacional, las principales tareas de la entidad consisten en crear:

- una estructura nacional coordinadora en casos de emergencias químicas dotada de personal debidamente capacitado y que tenga los conocimientos y aptitudes necesarios para saber qué hacer en cada etapa del ciclo de gestión de un desastre;
- un plan de respuesta a incidentes químicos (con participación de las autoridades sanitarias);
- las políticas, leyes y medidas de aplicación de la ley necesarias para todas las etapas del ciclo de un desastre;
- bases de datos sobre las sustancias químicas, los establecimientos, las rutas de transporte y los diversos campos de especialidad;

- mecanismos para la comunicación interinstitucional y con la comunidad;
- directrices para la respuesta de emergencia, incluidas las aplicables a la protección ambiental;
- simulaciones, capacitación y auditorías en relación con los incidentes;
- medidas preventivas;
- vigilancia nacional de los incidentes químicos;
- organización de la investigación independiente de los incidentes químicos.

1.3 FUNCIONES ESENCIALES DE SALUD PÚBLICA

Las autoridades sanitarias deben ejercer un papel fundamental en cada etapa de la gestión del ciclo de un incidente químico. Este papel destaca especialmente en lo relativo a la evaluación y comunicación de riesgos. Ambas actividades se examinarán brevemente a continuación y servirán de hilo conductor a lo largo del manual.

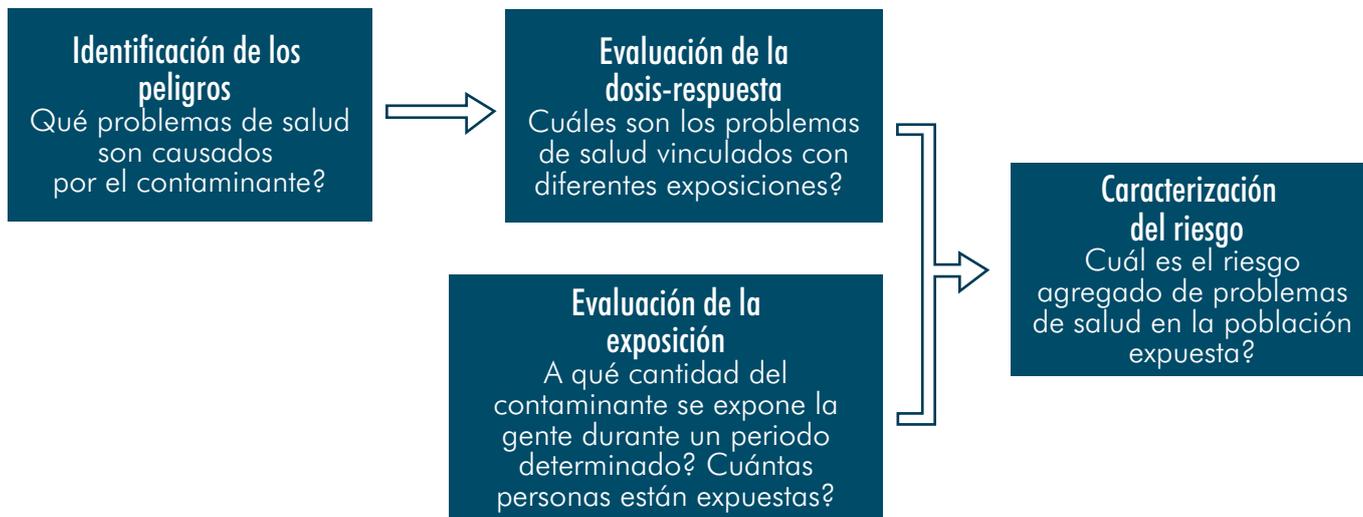
1.3.1 Evaluación de riesgos

La evaluación de los riesgos para la salud humana es la actividad esencial de las autoridades sanitarias en la prevención y gestión de los incidentes químicos. Consiste en caracterizar la naturaleza de los efectos nocivos, y la probabilidad de que estos ocurran, en personas que puedan verse expuestas a sustancias químicas en ambientes contaminados, ahora o en un futuro. La evaluación de riesgos es un proceso que comprende cuatro pasos, como indica la figura 2:

Paso 1. La identificación del peligro consiste en determinar los tipos de efectos nocivos para la salud que pueden ser causados por la exposición al agente en cuestión, y en caracterizar la calidad y el peso de las pruebas que respaldan esta determinación. Por consiguiente, este proceso atiende a las propiedades tóxicas de las sustancias químicas en cuestión, sin pronosticar la probabilidad de que haya un efecto.

Paso 2. La evaluación de la relación dosis-respuesta consiste en documentar la relación que

FIGURA 2: LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN CUATRO PASOS ^a



^a El texto y la figura se han adaptado de: US Environmental Protection Agency (<http://www.epa.gov/risk/health-risk.htm>).

existe entre la exposición o dosis y sus efectos tóxicos. En situaciones de emergencia, esta tarea a menudo consiste en formular directrices de emergencia para una evaluación rápida de riesgos.

Paso 3. La evaluación de la exposición consiste en cuantificar el grado de exposición o la dosis pertinente al incidente hipotético de que se trate.

Paso 4. La caracterización del riesgo consiste en resumir e integrar la información obtenida en los pasos anteriores de la evaluación de riesgos a fin de sintetizarla y sacar conclusiones generales en torno al riesgo. En el caso de los incidentes químicos, puede ser conveniente distinguir los riesgos de efectos sobre la salud agudos de los tardíos.

La evaluación de riesgos se examinará más detenidamente en la sección 3 (planificación y preparación). En las otras secciones, la contribución de las autoridades de salud pública a la evaluación de riesgos será analizada brevemente en el contexto particular de cada sección.

En el presente documento se describen cinco tipos de evaluación de riesgos que tienen en común las

actividades que se realizan en las distintas etapas de la gestión de salud pública de un incidente químico. Como se indica en el cuadro 2, cada tipo se denomina con un término específico que es a la vez descriptivo y ayuda a entender la finalidad de la evaluación. Para resaltar mejor la finalidad de cada uno, los cinco tipos de evaluación de riesgos también se diferencian en función del componente del ciclo de un desastre en el que se llevan a cabo.

1.3.2 La comunicación

La comunicación con la comunidad es otra función esencial en la cual las autoridades sanitarias pueden desempeñar un papel decisivo: los salubristas suelen tener mucha experiencia en la comunicación de riesgos de salud al público en general. Para los fines del presente manual, se establecerá una distinción entre la comunicación de riesgos y la comunicación en caso de crisis.

La **comunicación de riesgos** se refiere a la comunicación en torno a posibles incidentes, la información sobre las posibles actividades protectoras y la participación de la comunidad, antes de que ocurra un incidente, en las decisiones sobre el emplazamiento y el otorgamiento de licencia a establecimientos donde se producen, usan o almacenan productos químicos.

La **comunicación en caso de crisis** se refiere a la comunicación de un riesgo efectivo y los comportamientos apropiados para reducirlo (evitarlo) *durante* un incidente.

Una buena comunicación de riesgos abre canales de comunicación, genera confianza y por lo tanto sienta

las bases para la comunicación eficaz en caso de crisis. Las piedras angulares son la rapidez, la franqueza, la transparencia y la continuidad de la comunicación. En los capítulos que siguen se expondrán las posibles estrategias de comunicación y los temas que pueden abordarse.

CUADRO 2: RESUMEN DE LOS TIPOS DE EVALUACIONES SANITARIAS QUE SE DESCRIBEN EN EL PRESENTE MANUAL

Nombre	Etapa del ciclo del desastre	Finalidad	Sección
Evaluación de las repercusiones sanitarias	Prevención y preparación	Estimar los riesgos potenciales relacionados con varios escapes químicos hipotéticos y las opciones correspondientes para gestionar el incidente químico.	2.2 y 3.3
Evaluación de los riesgos sanitarios	Respuesta	Pronosticar los riesgos sanitarios de un escape químico comprobado o presunto apoyándose en estimaciones de la exposición efectiva y los conocimientos sobre exposición/dosis-respuesta. Se usa para tomar decisiones sobre la necesidad de ampliar la respuesta y las medidas de recuperación.	3.3 y 5.3
Evaluación del mejor resultado posible	Respuesta	Determinar la mejor forma de actuación durante o inmediatamente después de un incidente químico. Puede ser una aplicación de la evaluación de las repercusiones sanitarias a las condiciones específicas del incidente. Dirigido a la actuación.	5.5
Evaluación rápida	Respuesta	Brindar un análisis en el nivel de selección de los riesgos durante o inmediatamente después de un incidente y servir de base para las decisiones sobre los pasos siguientes de la respuesta. Se apoya en las directrices de exposición como un indicador rápido del riesgo. Suele realizarse antes de las evaluaciones del mejor resultado posible y de los riesgos sanitarios.	5.1 y 5.3
Evaluación de los resultados sanitarios	Respuesta y recuperación	Medición efectiva de los resultados sanitarios de un incidente químico, que a menudo adopta la forma de una investigación epidemiológica. Puede comenzar en la etapa de respuesta o en la de recuperación. Retrospectivo por fuerza.	6.2

2 PREVENCIÓN

La prevención tiene la finalidad de disminuir las probabilidades de que ocurran incidentes químicos y de aminorar su gravedad si llegan a producirse. Un elemento importante son las medidas tomadas con anterioridad para eliminar las causas estructurales de los incidentes. Cuando no se puede eliminar completamente la causa potencial de un incidente químico, la prevención se concentra en disminuir las probabilidades de que se produzca el incidente y en reducir la vulnerabilidad (aumentar la resiliencia) de los grupos de población expuestos si llegara a producirse.

En esta sección se describen algunos conceptos del diseño basado en los riesgos, la formulación y ejecución de políticas y el análisis de incidentes hipotéticos. En esta etapa el papel protagónico les corresponde a los ingenieros en general y a los ingenieros químicos; a lo largo de la historia, los salubristas han representado un papel secundario. Desde el punto de vista técnico, la etapa de prevención se ocupa de las tasas de fallas de los establecimientos (y sus componentes), los efectos físicos hipotéticos y la modelización de las consecuencias en un entorno con leyes muy completas. Las consideraciones legales se relacionan con la planificación del uso del suelo, el emplazamiento y el otorgamiento de licencias a las instalaciones industriales y las vías de transporte. En estas etapas la aportación más importante de los salubristas son la evaluación de las repercusiones de

un escape hipotético sobre la salud y la comunicación de riesgos.

2.1 LAS CAPAS DE PROTECCIÓN

Las diversas medidas para evitar los incidentes químicos o mitigar sus efectos son denominadas «líneas de defensa» o «capas de protección» por los ingenieros. La utilidad del concepto salta a la vista; el conocimiento por los salubristas de las aplicaciones más comunes de las capas de protección puede facilitar la comunicación con los ingenieros. En la figura 3 se ilustra el modelo conceptual.

De ordinario se consideran dos tipos de capas de protección. Las que sirven para evitar que un suceso inicial evolucione hasta volverse un incidente se denominan capas de protección preventivas. Las que aminoran las consecuencias de un incidente que se ha producido se llaman capas de protección mitigadoras.

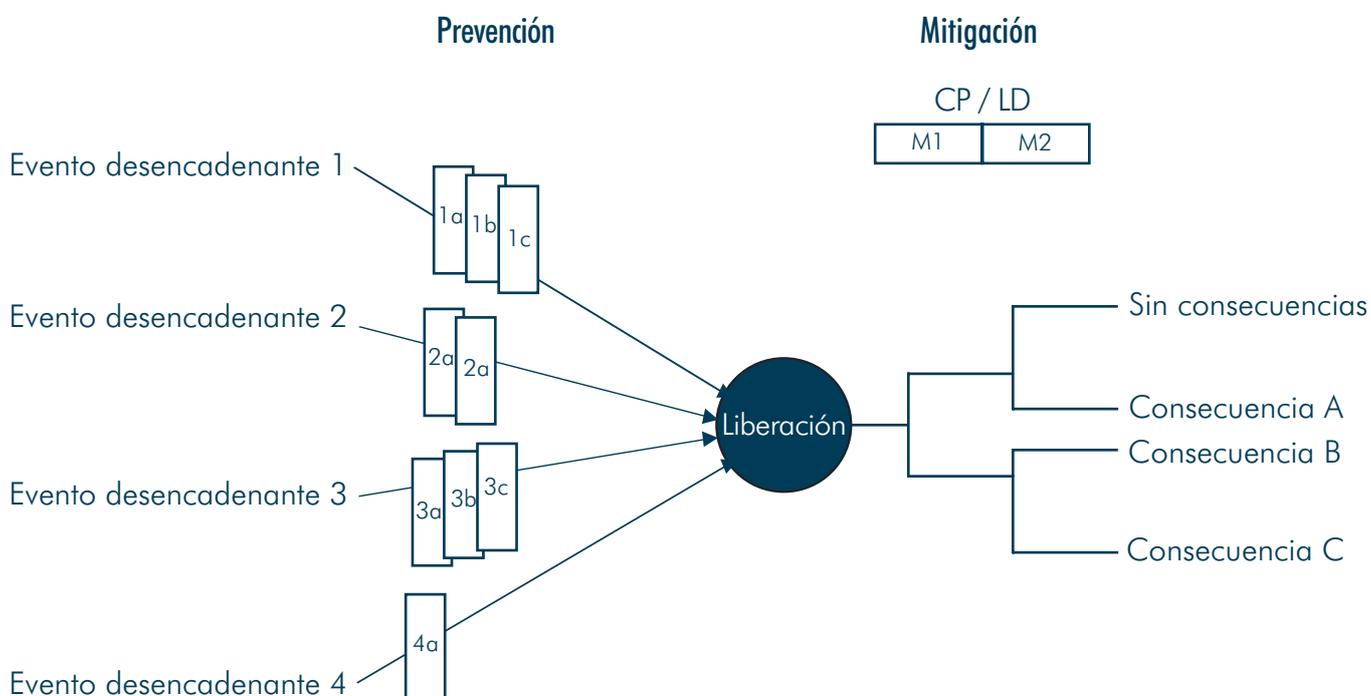
El diagrama de la figura 3 ayuda a entender el concepto de las capas de protección, pero no es práctico para analizar escapes químicos hipotéticos ni la influencia de las capas de protección preventivas y mitigadoras. Para esos análisis se emplea el diagrama de corbata de moño (figura 4). Sirva un ejemplo para ilustrar el concepto de este diagrama.

FIGURA 3: CAPAS DE PROTECCIÓN (CP) CONTRA UN INCIDENTE QUÍMICO ^a



^a Adaptado de un gráfico en el sitio web de ABS Consulting (http://www.absconsulting.com/svc_opRisk_LOPA.html).

FIGURA 4: DIAGRAMA EN CORBATA DE MOÑO PARA ANALIZAR LAS SITUACIONES HIPOTÉTICAS Y EL EFECTO DE LAS CAPAS DE PROTECCIÓN



^a Health and Safety Executive (2004). 'Lines of Defence/Layers of Protection Analysis in the COMAH Context'. Amey Vectra Report 300-2017-R02. UK

Pongamos por caso un depósito de hidracina (líquido volátil tóxico y explosivo). Muchos sucesos desencadenantes pueden causar un escape, si todas las capas de protección fallan. Con referencia a los números de la figura, los posibles sucesos desencadenantes son:

1. Choque con un camión cisterna que transporta hidracina. La CDP 1a podría ser un muro resistente para evitar el choque. La CDP 1b podría consistir en el reforzamiento de las paredes del depósito. La CDP 1c podría ser la supervisión obligatoria por personal del lugar cuando el camión cisterna maniobra para aproximarse al depósito. Si fracasan todas las capas de protección preventivas, se producirá una rotura en el depósito por la que escapará la sustancia química.
2. Rotura de una válvula por el camión cisterna. El muro propuesto anteriormente como CDP 1a serviría también para evitar que este suceso desencadenante se convirtiera en un escape.
3. El chofer del camión trata de hacer avanzar este cuando la manguera sigue acoplada. La CDP 3a podría consistir en una medida técnica que impida mover el camión hasta que termine el llenado; la 3b podría ser una alarma sonora; y la 3c, la supervisión del personal del lugar.
4. Corrosión de la manguera. La CDP 4a podría ser la inspección obligatoria para confirmar el buen estado de la manguera antes del acoplamiento.

La inclusión de muchas formas de protección en una capa determinada aporta redundancia, que es un atributo importante de la prevención. El análisis sistemático de las vulnerabilidades en un proceso o establecimiento es esencial para determinar los tipos apropiados de capas de protección preventivas que se necesitan en una situación particular.

Si fallan todas las capas de protección preventivas, puede producirse una pérdida de la contención y un escape. Cuando esto sucede, las capas de protección mitigantes pretenden reducir al mínimo las emisiones,

controlar la exposición y gestionar los riesgos. Con respecto al ejemplo anterior:

1. La CPM 1 consistiría en un sistema de transferencia rápida a depósitos cercanos para reducir la cantidad liberada, la construcción de un cercado alrededor del depósito donde se acumule la hidracina liberada, seguido de la aplicación de una capa de espuma para evitar la evaporación de materiales volátiles.
2. La CPM2 podría ser un sistema de rocío de agua sobre la cerca para sedimentar cualquier vapor que pudiera escapar, un sistema para evitar la ignición y otro para apagar incendios. Estas medidas deben funcionar en caso de que la capa de espuma resulte insuficiente.

El análisis de los sucesos desencadenantes y de las capas de protección preventivas y las mitigantes permite que las autoridades de salud pública y otras entidades que intervienen en la gestión de incidentes químicos evalúen los escapes químicos hipotéticos de un establecimiento, o durante una actividad, sus posibles consecuencias y las posibilidades de intervención. Este concepto se puede aplicar también a la higiene de los alimentos y el agua potable, el transporte y otras situaciones. Conocer las probables consecuencias y su magnitud resulta de utilidad en las etapas posteriores del ciclo de un desastre, en particular la preparación y la respuesta.

El concepto de las capas de protección y el diagrama de corbata de moño ilustran que la responsabilidad de la prevención del incidente recae en el operador y pasa por el diseño de un establecimiento, el almacenamiento o la vía de transporte. La planificación, la preparación y la respuesta de la comunidad representan literalmente la última línea de defensa y son necesarias para afrontar el riesgo residual. Como se ha comprobado a lo largo de la historia, no existe el riesgo nulo: el riesgo de las instalaciones técnicas puede reducirse al mínimo, pero nunca se elimina del todo.

Un análisis de las capas de protección o un método parecido ayudará a responder preguntas sobre las

fuentes estacionarias y los transportes, tales como: «¿Cuánta seguridad es suficiente?», y «¿cuántas capas de protección se necesitan?». El análisis de este tipo también ayudará a lograr claridad y congruencia entre las partes interesadas, documentar el fundamento de las decisiones o las medidas de reducción de riesgos, y facilitar la comprensión de la comunidad y las organizaciones comerciales.

2.2 ANÁLISIS DE INCIDENTES HIPOTÉTICOS Y EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES

El análisis de las capas de protección ayudará asimismo a reconocer posibles incidentes en relación con las sustancias químicas que escapan, la duración del escape y las cantidades en cuestión. Este es un punto de partida para el análisis de incidentes hipotéticos, actividad que pretende trazar un panorama general de posibles incidentes y sus consecuencias. En los informes de investigaciones de accidentes puede consultarse la información sobre situaciones hipotéticas. El monitoreo de los incidentes efectivos o amagos de incidentes químicos en un país, así como en el ámbito internacional, es otra manera apropiada de reconocer las grandes repercusiones o los riesgos que conviene tener en cuenta. La repetición de incidentes pequeños relacionados con una sustancia química o una aplicación en particular puede constituir una clara señal de advertencia de que existen problemas; si estos se abordan como es debido, ello podría ayudar a evitar un incidente mayor.

El análisis de incidentes hipotéticos solo considera las consecuencias de un escape si este se produce, y exige aportaciones de los ingenieros, el personal de emergencias y los salubristas. La función de los ingenieros consistirá en determinar los mecanismos de la falla. El personal de emergencia puede formular estimaciones realistas del tiempo necesario para poner fin a las emisiones resultantes. Al combinar esta información se pueden calcular las cantidades y las tasas de liberación de las sustancias químicas, que es el punto de partida para elaborar los modelos de dispersión. A partir de

las concentraciones calculadas en todos los medios de contacto pertinentes, los salubristas pueden evaluar la exposición y determinar las repercusiones sanitarias o el riesgo resultante de cada incidente hipotético.

La función del sector de la salud empieza con la determinación de las posibles vías de exposición resultantes de los incidentes hipotéticos analizados. La exposición humana puede producirse por el aire o mediante el contacto con sustancias líquidas o sólidas. El personal de emergencias también puede exponerse cuando ayuda a las víctimas contaminadas. La gente puede exponerse por ingestión, contacto cutáneo o inhalación. Hay que evaluar cada una de esas vías, pero, a causa de la dispersión rápida, la inhalación debe cobrar precedencia. Es preciso calcular las concentraciones en los medios de contacto para cada vía, así como la posible intensidad y duración de la exposición a cada medio de contacto. Las vías de exposición más importantes en los incidentes químicos se describen en la sección 3.3 y la figura 7.

Con frecuencia las repercusiones o los riesgos tóxicos predominantes se limitan a un número reducido de medios de contacto y vías de exposición. Para finalizar la evaluación de las repercusiones hace falta información sobre la relación exposición/dosis-efecto (o la relación exposición/dosis-respuesta) de las sustancias químicas liberadas. Se han formulado directrices para facilitar la evaluación de las repercusiones de la exposición aguda por inhalación, que se exponen en la sección 5. La información sobre el peligro químico y las repercusiones o los riesgos se puede consultar en muchas bases de datos en línea, según la lista presentada en la sección 3.1.2 (Enlaces web 1). Basándose en la evaluación de las repercusiones se puede determinar el número probable de víctimas y sus necesidades de asistencia sanitaria en cada incidente hipotético, así como la necesidad de otras capacidades de respuesta a emergencias. Estas necesidades previstas de la respuesta de emergencia se pueden comparar con la capacidad efectiva que se tiene a la mano, lo cual podría dar lugar a ajustes del diseño o requisitos adicionales para el operador o las

autoridades locales con el fin de lograr la capacidad necesaria.

Reviste una importancia decisiva que el análisis de incidentes hipotéticos sea muy completo. Como quedó demostrado en el incidente de Toulouse (Francia) que se describe en la sección 2.4, página 28, los formuladores de políticas y las autoridades locales a veces no reconocen en su totalidad las repercusiones o los riesgos relacionados con una sustancia o una situación determinada, lo cual puede ocasionar una subestimación de los riesgos químicos.

2.3 POLÍTICAS, LEGISLACIÓN Y APLICACIÓN DE LA LEY

Hay que elaborar una política de prevención, preparación, detección, respuesta y recuperación de incidentes químicos como parte del cometido gubernamental de proporcionar a los ciudadanos un nivel mínimo de seguridad y protección. Dicha política es el punto de partida para la formulación de

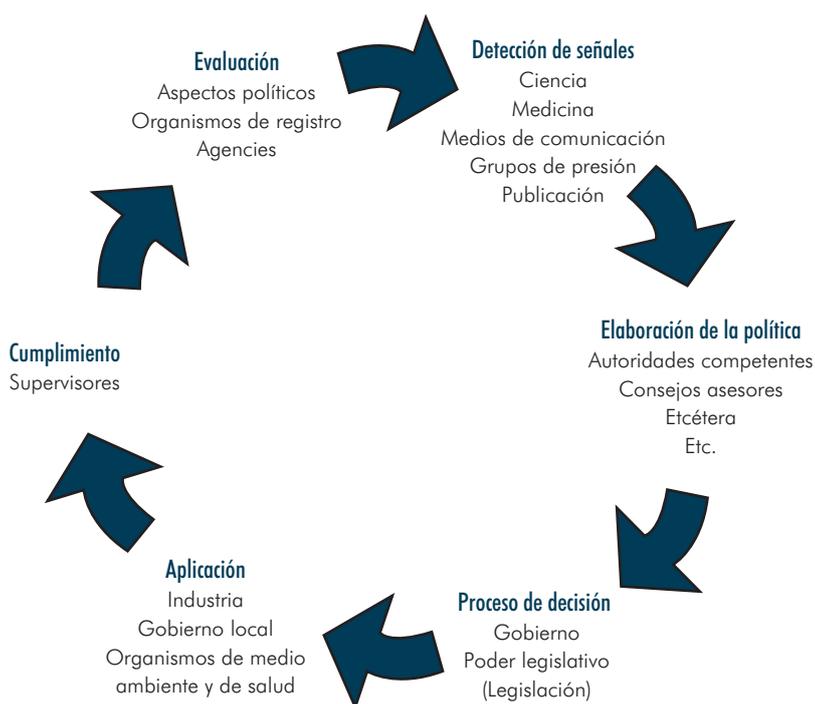
leyes y reglamentos, y su correspondiente aplicación. La formulación y ejecución de políticas es un proceso cíclico que a menudo se representa como el ciclo normativo (figura 5).

Ocurre a menudo que los incidentes químicos podrían haberse evitado si se hubiesen cumplido las normas de seguridad y hubiese habido conciencia por parte del operador (de un establecimiento o un medio de transporte) a todos los niveles.

Los instrumentos para que las autoridades velen por la prevención apropiada de incidentes son: la formulación de políticas y aplicación rigurosa de los reglamentos; la aplicación de los acuerdos internacionales; las inspecciones de seguridad concienzudas; la educación de la comunidad; y una comunicación mejor entre los profesionales y los formuladores de políticas.

La formulación y sanción de leyes que aborden las sustancias químicas y las aplicaciones que puedan dañar la salud humana y el medio ambiente pueden ayudar a lograr que los sitios y el transporte peligrosos cumplan las medidas ordinarias de seguridad. La legislación es necesaria para reducir eficazmente los riesgos vinculados con las instalaciones industriales químicas mediante la planificación y autorización del uso del suelo de manera que disminuyan las probabilidades de incidentes químicos, y para que estos se gestionen correctamente si llegan a ocurrir. Es probable que una buena parte de las leyes necesarias para reducir la probabilidad de que ocurra un incidente, aminorar sus efectos si se produce y mejorar la eficacia de la respuesta tenga muchas otras finalidades además de las relacionadas con la gestión de incidentes químicos. Por lo tanto, puede ser que ya existan las leyes necesarias, que solo tienen que localizarse, examinarse y modificarse a la luz de los eventos químicos. Las políticas, leyes y reglamentos nacionales ayudarán a gestionar los establecimientos químicos.

FIGURA 5: EL CICLO DE LA FORMULACIÓN Y APLICACIÓN DE POLÍTICAS



2.3.1 Planificación del uso del suelo

Antes de tomar decisiones fundamentadas acerca del emplazamiento y el otorgamiento de licencia a los establecimientos químicos y las vías de transporte resulta muy útil contar con un plan general de uso del suelo. Dicho plan puede señalar las zonas donde conviene planificar la instalación de establecimientos químicos a una distancia suficiente de lugares (por ejemplo, zonas de captación de agua potable) y grupos de población (por ejemplo, escuelas) vulnerables. Un plan de uso del suelo aporta claridad para determinar el otorgamiento de la licencia para un establecimiento o la construcción de una vía de transporte, y los lugares donde el plan prohíbe dichas actividades. Las leyes sobre uso del suelo podrían incluir la prohibición de instalar establecimientos y construir vías de transporte en zonas de alto riesgo, como las expuestas a sufrir terremotos, derrumbes o inundaciones.

Generalmente, la planificación del uso del suelo se efectúa en el nivel local. Como quedó de manifiesto en el incidente de Bhopal (sección 1, página 2), muchas industrias que fabrican, utilizan o almacenan sustancias peligrosas están situadas en zonas densamente pobladas por gente pobre. La planificación adecuada ayudaría a lograr que las instalaciones industriales que trabajan con sustancias peligrosas se sitúen en zonas con una menor densidad de población. Además, se deben tener en cuenta el destino y transporte probables de las sustancias desde el lugar si llegara a producirse un incidente, así como el posible efecto dominó, según el cual una falla en un punto ocasionaría fallas en otros puntos del establecimiento.

2.3.2 Otorgamiento de licencia a sitios y vías de transporte peligrosos

No debe permitirse que un establecimiento produzca, almacene o utilice sustancias químicas peligrosas sin la aprobación previa y constante de una autoridad competente. Además de registrar los lugares de desechos peligrosos en una base de datos, la ley debe exigir que los establecimientos registrados cumplan unas normas de seguridad mínimas, como la limitación del tamaño de los envases o la utilización de una

contención secundaria (diseño basado en el riesgo). Las autoridades habrán de disponer de instrumentos eficaces para hacer cumplir estas normas; por ejemplo, sanciones tales como multas o consecuencias tributarias por infracciones anteriores en caso de incumplimiento.

Las leyes podrían especificar que para otorgar licencias hay que exigir primero la implantación de un sistema adecuado de gestión de la seguridad. Los operadores de sitios peligrosos deberían dar a conocer los pormenores de la operación, como la identidad actual (es decir, no anticuada) y la cantidad de las sustancias químicas en el lugar, así como los procedimientos para manipularlas, almacenarlas y responder a una emergencia (por ejemplo, mediante hojas de datos sobre la seguridad); y la preparación de un plan de seguridad e incidentes químicos específico del lugar que los operadores tendrán que coordinar con las autoridades locales. Se podrá pedir a los operadores que efectúen análisis de incidentes hipotéticos y de riesgos, incluidos los posibles efectos dominó en el lugar y desde establecimientos vecinos.

Las autoridades locales correspondientes tendrán entonces que trazar un plan de medidas de emergencia que se aplicará en caso de un escape químico del sitio, con arreglo a la información proporcionada durante el trámite de la licencia y en el plan del operador. A la inversa, la capacidad de la autoridad para hacer frente a incidentes hipotéticos reconocidos podría influir en las decisiones sobre el emplazamiento y el otorgamiento de licencias, y ocasionar en consecuencia ajustes en el establecimiento o la zona que lo rodea. También podría pedirse a los operadores de un establecimiento que proporcionen información sobre los posibles riesgos vinculados con las actividades cotidianas del lugar.

2.3.3 Reglamento de construcción

Los reglamentos nacionales de construcción proporcionan normas para que los edificios se construyan y funcionen con seguridad, las cuales pueden abordar la prevención de daños durante terremotos o el mantenimiento de una separación suficiente entre los edificios, y se aplican a las edificaciones de vivienda y a los establecimientos

como parte del diseño basado en riesgos. Las normas para los lugares donde se realizan operaciones con productos químicos probablemente sean complejas, de ahí que puede ser necesario que un organismo especializado formule y aplique estas normas y exija visitas sobre el terreno por inspectores capaces.

2.3.4 Control del transporte y almacenamiento de sustancias químicas

Las leyes nacionales que exigen el rotulado de los envases para indicar el contenido químico, la naturaleza del peligro que implica y las medidas que deben adoptarse en caso de un escape químico ayudan a aminorar las consecuencias de las exposiciones accidentales a productos químicos en tránsito. Las leyes pueden también especificar las vías por donde pueden transportarse productos químicos peligrosos. Las Naciones Unidas han emitido recomendaciones internacionales para el transporte de productos peligrosos.¹

2.3.5 Salud y seguridad de los trabajadores

Los establecimientos químicos y el transporte de productos químicos funcionan gracias al personal de la fábrica o de la empresa transportadora. Los reglamentos sobre salud e higiene de los trabajadores son necesarios para definir los niveles mínimos de capacitación (para reducir los errores humanos; también aplicables a los contratistas), protección química y vigilancia médica. Hay que prestar especial atención al personal subcontratado, pues a menudo carece de los conocimientos, la experiencia y las instrucciones necesarios para hacer frente a los riesgos químicos sobre el terreno.²

2.3.6 Establecimiento de una base de datos sobre lugares peligrosos

Se considera un «sitio peligroso» al que puede plantear peligro para la salud pública, la salud de los trabajadores y el medio ambiente por causa de la contaminación. Las leyes que exigen a los establecimientos que elaboran

o almacenan productos químicos que se registren ante un organismo gubernamental representan un mecanismo para crear y mantener una base de datos de sitios peligrosos. En esas leyes se deben sentar los criterios para definir lo que constituye un sitio peligroso, los cuales pueden estar basados, sin limitación, en determinados productos químicos, mezclas químicas o categorías de sustancias químicas y su potencial de dañar la salud y el medio ambiente. Muchos incidentes químicos involucran sitios no regulados, como las instalaciones pequeñas de amoníaco, almacenes, tiendas de pinturas, piscinas, que sería más difícil incluir en una base de datos por mandato legal. En la sección 3.1.1 se examinan algunas formas de identificar y hacer referencia a estos lugares.

2.3.7 Control de sitios de eliminación de desechos

Estos sitios deben ser regulados a fin de que los materiales peligrosos se eliminen en los lugares designados dotados de barreras suficientes para proporcionar una contención apropiada e impedir reacciones de dichos materiales. Los reglamentos deben abarcar el registro, la inspección, el control, la vigilancia, los programas de capacitación de los trabajadores y las sanciones por gestión incorrecta de esos sitios. Siempre que sea posible se preferirá la conversión de los materiales peligrosos en materiales no peligrosos, la cual tendrá que efectuarse antes de la eliminación. Además, hacen falta leyes para combatir el vertido ilegal de desechos.

2.3.8 Control del medio ambiente contaminado

Si bien la contaminación del aire es una inquietud principal después de la mayor parte de los incidentes químicos, también pueden contaminarse las tierras circundantes. La contaminación de la tierra puede incluir fuentes de agua de beber, cultivos y productos alimentarios, así como la infraestructura. Un incidente químico puede asimismo perjudicar a los comercios de la zona y menguar el valor del establecimiento implicado en el incidente y de sus inmediaciones. Se requieren reglamentos que permitan el acceso, la inspección, la obtención de muestras, la incautación, la eliminación, la compensación y la imposición

¹ Comité de Expertos de las Naciones Unidas en Transporte de Mercaderías Peligrosas y en el Sistema Mundialmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos. Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas - Reglamentación Modelo, 15.ª edición revisada. Publicaciones de las Naciones Unidas, 2007.

² ILO Convention 170 (<http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?C170>)

de sanciones. Este aspecto resulta especialmente importante en la fase de recuperación. Según se explica en la sección 6, incidentes como el de Bhopal han mostrado que la indemnización de las personas afectadas por un incidente puede representar un proceso prolongado y muy costoso. La indemnización puede correr por cuenta de la entidad contaminadora o provenir de otras fuentes, como un impuesto especial por la gestión incorrecta de productos químicos.

2.3.9 Planificación y respuesta a emergencias

La planificación y respuesta a emergencias se suelen organizar en el nivel local (u otro nivel subnacional).

Hay que formular una política nacional que establezca los requisitos mínimos de las actividades locales de planificación y respuesta a emergencias. Esa política debe abarcar:

- la capacidad de detección, alerta y ampliación de la capacidad local de respuesta a emergencias;
- el mando o control, las funciones y los deberes en relación con la planificación y respuesta a emergencias a nivel local;
- mecanismos nacionales de apoyo, infraestructura y alerta;
- requisitos que los operadores deben satisfacer para enlazarse con el gobierno local;

ESTUDIO DE CASO 4: DERRAME DE PETRÓLEO POR EL NAUFRAGIO DEL BUQUE PETROLERO *PRESTIGE*, GALICIA (ESPAÑA)

El 13 de noviembre de 2002, el barco petrolero *MV Prestige*, que navegaba con bandera bahamense y transportaba 76972 toneladas de combustible líquido (fuel), perdió el control durante una tormenta cuando se encontraba a unos 30 kilómetros frente a las costas del Cabo Finisterre en Galicia. A pesar del mal estado del buque, no se le permitió atracar en España ni en Portugal y fue remolcado mar adentro. El 19 de noviembre, el petrolero se partió en dos y zozobró a unos 260 kilómetros de Vigo (España). La profundidad del naufragio dificultó el rescate y en las semanas siguientes se vertieron unas 63 000 toneladas de combustible muy persistente.^a La costa de Galicia, que alberga uno de los ecosistemas marítimos más diversos de Europa, se contaminó intensamente y la industria pesquera local fue destruida por la prohibición consiguiente de la pesca y la recolección de mariscos. El derrame de petróleo también afectó a las costas de Francia hasta Bretaña y las aguas de Portugal. En total, el naufragio del *Prestige* afectó unos 1 900 kilómetros de costa y es el peor incidente ambiental de España.

Se desplegaron grandes operaciones de limpieza en las costas y las aguas cercanas. Tan solo el costo de la limpieza de las costas gallegas se ha calculado en US\$ 3800 millones. A pesar del intenso tráfico marítimo que hay a lo largo de las costas gallegas, no había un plan de preparación claro para el caso de un naufragio. Como consecuencia, la limpieza fue iniciada por miles de voluntarios sin una coordinación clara y sin información de salud pública acerca de la posible toxicidad del combustible derramado. Esta falta de coordinación fue criticada ampliamente. Se criticó también la decisión de remolcar el *Prestige* mar adentro, en vez de permitirle atracar en un lugar donde hubiera sido más fácil aminorar las tensiones que soportaba el barco.

Este incidente propició que la Unión Europea prohibiera el transporte de combustible pesado por petroleros monocasco en aguas europeas. La aseguradora del barco y el Fondo Internacional de Indemnización de Daños Causados por la Contaminación de Hidrocarburos pagaron una indemnización en 1992, pero el monto nunca compensó las pérdidas económicas ocasionadas por el incidente.

ASPECTOS DESTACADOS

- La regulación de los productos químicos peligrosos debe incluir las vías de transporte mayores.
- Debe haber un plan de preparación para casos de emergencia química frente a incidentes como el derrame de combustible del *Prestige*.
- Los incidentes ambientales desencadenan con frecuencia la ayuda espontánea de los habitantes de la localidad. Esa respuesta puede causar la propagación de la contaminación química si no se informa sobre la manera de manejar el contaminante sin riesgos. Por lo tanto, el grado de la contaminación química debe evaluarse cuidadosamente por profesionales ambientales y salubristas y se debe dar prioridad a la comunicación con la comunidad.
- La construcción mejorada y el mantenimiento correcto de los medios de transporte de productos químicos como los barcos (casco doble) son esenciales para prevenir incidentes químicos.
- Las embarcaciones que se utilizan para transportar productos químicos peligrosos deben ser sometidas a inspecciones rigurosas.

^a Prestige oil spill far worse than thought. *New Scientist*, 27 August 2003 (<http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn4100>).

- prescripciones sobre capacitación y simulaciones por parte del personal clave;
- planificación de la capacidad del personal y el equipo para afrontar posibles incidentes químicos.

Un requisito esencial para la ayuda mutua y la asistencia nacional es lograr cierto grado de congruencia entre la organización, los procedimientos y el equipo (en especial de comunicación) de los gobiernos locales.

Como parte de la política de respuesta a incidentes, se debe considerar la posibilidad de crear una organización que se encargue de investigar el incidente con miras a aprender de la experiencia. El mandato de una entidad de este tipo, muy en especial la decisión de que se centre en reunir datos o reconocer fallas, así como su independencia, influirán en la disposición de las partes implicadas a cooperar.

2.3.10 Inspección de sitios y transporte de productos químicos peligrosos

Se debe designar una dependencia del gobierno para que realice inspecciones de los sitios peligrosos (incluidas las instalaciones de almacenamiento) y el transporte de productos químicos (incluidas su carga y descarga), lo cual ayudará a aplicar el conjunto mínimo de normas establecido por la legislación mencionada anteriormente. Como en las inspecciones no se pueden examinar en gran detalle todos los aspectos de seguridad relacionados con las actividades peligrosas, el programa de inspecciones deberá concentrarse en el sistema del operador para la gestión de productos químicos peligrosos a fin de comprobar que todos los elementos estén en su sitio. Es preciso inspeccionar todos los aspectos del plan de seguridad, particularmente durante las primeras inspecciones. Si esto no se hace, se corre el riesgo de que el plan no sea más que papel mojado. Es importante que el órgano de inspección sea sometido a un sistema de comprobaciones para procurar que los elementos fundamentales de una inspección no sean pasados por alto por personal sobrecargado de trabajo o sobrado de confianza.

2.4 REGLAMENTACIONES E INSTRUMENTOS INTERNACIONALES

2.4.1 Acuerdos mundiales

Enfoque estratégico para la gestión de los productos químicos a nivel internacional

El consumo de productos químicos por todas las industrias y la dependencia de la sociedad moderna con respecto a dichos productos para casi todos los procesos de fabricación determinan que la producción de sustancias químicas sea uno de los sectores más globalizados de la economía. El Enfoque estratégico para la gestión de los productos químicos a nivel internacional (SAICM) es un marco normativo para promover la seguridad química en todo el mundo, e incluye muchos aspectos de la prevención y preparación frente a incidentes químicos. Comprende la Declaración de Dubai, en la que se expresa el compromiso político de alto nivel con el SAICM, y la Estrategia de Política General, que establece su alcance, necesidades, objetivos, consideraciones económicas, principios y criterios fundamentales y mecanismos de aplicación y examen. La Declaración y la Estrategia se acompañan del Plan de Acción Mundial, que constituye un instrumento práctico y un documento de orientación para apoyar la aplicación del SAICM.¹

Reglamento Sanitario Internacional 2005

El RSI (2005) es un acuerdo jurídicamente vinculante que contribuye a proteger la salud pública internacional mediante un marco para coordinar la gestión de eventos que pueden constituir una emergencia de salud pública de importancia internacional y fortalecer la capacidad de todos los países para detectar, evaluar, notificar y responder a las amenazas para la salud pública, incluidas las que involucran productos químicos. Con arreglo al RSI (2005), una emergencia de salud pública de importancia internacional es un evento extraordinario que:

- a) constituye un riesgo para la salud pública de otros Estados por medio de la propagación

¹ <http://www.chem.unep.ch/saicm/>

internacional de enfermedades (o de precursores de enfermedades como los productos químicos presentes en el aire, el agua, los alimentos o los artículos); y

b) puede requerir una respuesta (sanitaria) internacional coordinada.

La notificación oportuna y transparente de los eventos, combinada con una evaluación conjunta de los riesgos por el Estado interesado y la OMS, junto con una comunicación eficaz de los riesgos, reducirán la posibilidad de que la enfermedad se propague entre países y de que otros países impongan restricciones unilaterales al comercio o los viajes. Para cumplir con las prescripciones del RSI (2005), los países deben establecer un conjunto de capacidades básicas para hacer frente a todo tipo de emergencias de salud pública de importancia internacional, incluidas las que involucran productos químicos (anexo 1 del Reglamento).¹ Las capacidades básicas relativas a los incidentes y emergencias químicos deben incluir:

- leyes examinadas y, si es preciso, modificadas que sean apropiadas para abordar la vigilancia y respuesta a las emergencias químicas;
- una estructura nacional coordinadora de emergencias químicas, como se describe en la sección 1.2.4, para que supervise la aplicación del RSI (2005) en relación con los eventos químicos;
- un sistema nacional de vigilancia de eventos químicos (que abarque también los brotes epidémicos de causa desconocida pero que pudiera ser química) que tenga garantizados los recursos suficientes para la vigilancia y las evaluaciones epidemiológicas;
- un plan de incidentes químicos y respuesta que aborde todos los aspectos de salud (véase también la sección 3);
- coordinación y colaboración establecidas entre las partes interesadas pertinentes, tales como ministerios, organismos, la industria y representantes de otros sectores varios;
- un mecanismo nacional de evaluación de riesgos que adopte medidas para reducir los riesgos y

¹ <http://www.who.int/csr/ihr/en/>

prepararse para los riesgos residuales (véase la sección 3);

- un centro especializado de orientación sobre intoxicaciones químicas, en particular el diagnóstico y el tratamiento; y
- suministros suficientes para atender a las víctimas de incidentes químicos de gran magnitud (por ejemplo, equipo para descontaminación, antídotos, dispositivos médicos) en establecimientos de asistencia médica apropiados y en número suficiente.

Convenio de la Organización Internacional del Trabajo sobre la prevención de accidentes industriales mayores

La finalidad del Convenio es prevenir los accidentes mayores que involucran sustancias peligrosas en fábricas y establecimientos industriales, y limitar las consecuencias de dichos accidentes. Prescribe que los empleadores establezcan y mantengan un sistema documentado de control de los peligros mayores que incluya planes de emergencia y procedimientos de seguridad. Además de señalar la responsabilidad de los empleadores y los derechos y deberes de los trabajadores, el Convenio prevé que las disposiciones que contiene deben ser llevadas a la práctica mediante la consulta con las organizaciones obreras y patronales.²

Otros convenios internacionales, como el de Rotterdam³ y el de Basilea,⁴ son importantes para prevenir el traslado de materiales peligrosos (productos químicos y desechos) a países que carecen de medios para manejarlos apropiadamente. Las Naciones Unidas también han formulado recomendaciones sobre el transporte de mercaderías peligrosas (Recomendaciones relativas al transporte de mercaderías peligrosas⁵ y Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL)⁶ y la clasificación y el rotulado (Sistema Mundialmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos).⁷ Esos convenios,

² <http://www.ilo.org>

³ <http://www.pic.int>

⁴ <http://www.basel.int>

⁵ <http://www.unece.org>

⁶ http://www.imo.org/Conventions/contents.asp?doc_id=678&topic_id=258

⁷ <http://www.unece.org>

recomendaciones y directrices deben aplicarse por medio de las leyes nacionales.

2.4.2 Acuerdos regionales

Además de los convenios y directrices a nivel mundial, los países pueden tener que ceñirse a acuerdos y directrices regionales. La exposición completa de los acuerdos regionales rebasa el alcance del presente manual. A continuación se mencionan algunos ejemplos.

Convención sobre los efectos transfronterizos de los accidentes industriales

Esta convención¹ de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE) persigue el objetivo de proteger a los seres humanos y el medio ambiente de los accidentes industriales tratando, en la medida de lo posible, de evitar que estos ocurran, reduciendo su frecuencia y gravedad y mitigando sus efectos. Fomenta la cooperación internacional activa entre las Partes Contratantes antes, durante y después de un accidente industrial. Las Partes Contratantes son 26 Estados Miembros de la UNECE y la Comunidad Europea.

La Directriz de Seveso

En Europa, el accidente ocurrido en Seveso en 1976 propició la adopción de leyes dirigidas a prevenir y controlar esos accidentes. La finalidad de la Directriz es, en primer lugar, prevenir los accidentes mayores que involucran sustancias peligrosas, y en segundo lugar, como los accidentes siguen ocurriendo, limitar sus consecuencias no solo para los seres humanos (aspectos de seguridad y de salud) sino también para el medio ambiente (aspectos ambientales). Ambos objetivos deben perseguirse con miras a lograr niveles elevados de protección en toda la Comunidad Europea de una manera coherente y eficaz.

La Directriz rige únicamente para la presencia de sustancias peligrosas en establecimientos. Abarca las «actividades» industriales y el almacenamiento de productos químicos peligrosos. En la práctica, se puede considerar que prevé intrínsecamente tres

niveles de control proporcional, según lo cual a cantidades mayores corresponden más controles.

En la Directriz se consignan obligaciones generales y específicas para los operadores y los Estados Miembros. Las disposiciones encajan en dos categorías que se corresponden con los dos objetivos de la Directriz: las medidas de control para prevenir accidentes mayores y las medidas de control para limitar las consecuencias de estos. Se requieren controles en las esferas de los sistemas de gestión de la seguridad, planes de emergencia, planificación del uso del suelo, información para el público y consulta con este, notificación de accidentes e inspecciones.

La Directriz también está dirigida a los Estados Miembros, que deben poner en vigor las leyes, los reglamentos y las disposiciones administrativas necesarias para hacerla cumplir.

Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte

El Canadá, los Estados Unidos y México firmaron el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), que viene a complementar las disposiciones ambientales del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.² Para poner en práctica el ACAAN, los países participantes establecieron la Comisión de América del Norte sobre Cooperación Ambiental, que aborda las preocupaciones regionales en torno al medio ambiente, ayuda a evitar posibles conflictos comerciales y ambientales e impulsa la aplicación eficaz de las leyes ambientales.

La Comisión ha emprendido una serie de iniciativas que se relacionan directamente con la gestión sanitaria de los incidentes químicos. Como parte de la Agenda de América del Norte para el Manejo Adecuado de las Sustancias Químicas, los países miembros colaboran en esferas que se benefician de la cooperación a escala regional (incluidos el monitoreo ambiental y los riesgos

¹ <http://unece.org/env/teia/intro.htm>

² Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte entre el Gobierno de Canadá, el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de América, 1993.

para la salud humana de productos químicos centinela) y se esfuerzan por mejorar el desempeño ambiental de los sectores de la economía en la región. Otra iniciativa de la Comisión consiste en recopilar y divulgar información acerca de las cantidades, las fuentes y la gestión de sustancias químicas tóxicas producidas por las actividades industriales en América del Norte. Como ejemplo final, la Comisión está fortaleciendo la capacidad para prevenir la contaminación en el Canadá, los Estados Unidos y México mediante la realización de estudios para demostrar las ventajas de la prevención, el apoyo a la distribución de información pertinente a las partes interesadas y la creación de fuentes de financiación de proyectos sobre el tema.

2.4.3 Leyes nacionales

Los acuerdos y reglamentaciones internacionales tienen que incorporarse en las leyes nacionales para que sean plenamente eficaces. Además, las leyes nacionales en materia de atención médica, salud pública, planificación y respuesta a emergencias, seguridad nacional, medio ambiente, trabajo y muchas otras esferas pueden tener que ver con la gestión de salud pública de los incidentes químicos.

2.4.4 Instrumentos internacionales

Además de los acuerdos internacionales, las organizaciones internacionales ofrecen orientación e instrumentos para ayudar a los países a cumplir las obligaciones que contraen en el marco de las reglamentaciones internacionales. Uno de esos instrumentos es el Programa de información y preparación del PNUMA¹ para casos de emergencia a nivel local (APELL). Se trata de un instrumento metodológico de carácter modular y flexible para prevenir accidentes o reducir al mínimo sus efectos.² Esto se consigue ayudando a las instancias normativas y el personal técnico a aumentar el conocimiento de las comunidades y preparar planes de respuesta coordinada en que participan la industria, el gobierno y la comunidad local, en caso de que algún suceso imprevisto ponga en peligro vidas humanas, propiedades o el medio ambiente.

Para aplicaciones especiales en relación con puertos, minería y transportes se preparó otra guía (TransAPELL: Orientaciones para la planificación de una emergencia relacionada con el transporte de mercaderías peligrosas en una comunidad).

Otro instrumento del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente es el Marco flexible para la prevención y preparación en caso de accidentes con productos químicos. Ofrece orientación a los gobiernos³ que desean elaborar, mejorar o someter a examen su programa de prevención de accidentes químicos.

En la Guía se reúne información completa sobre elementos decisivos de un programa de prevención de accidentes químicos basado en referencias internacionales e información práctica dirigida a los gobiernos sobre la manera de elaborar dicho programa.

Concretamente, la Guía brinda información completa para establecer un programa de prevención de accidentes químicos mediante:

- la descripción de los pasos necesarios para elaborar y aplicar leyes, reglamentos, políticas, directrices u otros instrumentos que permitan formular un programa eficaz de prevención de accidentes por productos químicos;
- la exposición de los posibles componentes de tales instrumentos; y
- el suministro de materiales de referencia sobre la manera como estos componentes pueden ponerse en práctica, sobre la base de las iniciativas internacionales y la experiencia de los países.

La Guía se concentra en la prevención y preparación para afrontar accidentes en «instalaciones peligrosas», que son los lugares donde se producen, elaboran, usan, manipulan o almacenan sustancias peligrosas en cantidades y condiciones tales que pueden permitir la aparición de un accidente. Los tipos de accidentes que se estudian son la pérdida de contención, la explosión o el incendio que involucre productos químicos peligrosos para la salud humana y el medio ambiente.

¹ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

² APELL (<http://www.unep.fr/scp/sp/>) y TransAPELL (<http://www.unep.fr/scp/sp/publications/>)

³ Orientación a los gobiernos (<http://www.unep.fr/scp/sp/>).

ESTUDIO DE CASO 5: EXPLOSIÓN EN UNA FÁBRICA DE FERTILIZANTES, TOULOUSE (FRANCIA)

El 21 de septiembre de 2001, a las 10.15, una enorme explosión destruyó Azote de France, una fábrica de fertilizantes en Toulouse (Francia). Hubo 31 muertos y aproximadamente 2500 heridos. Más de 500 casas quedaron inhabitables.^a El estallido destruyó los vidrios de casas situadas a varios kilómetros de distancia.

La explosión ocurrió en un almacén donde se guardaban entre 200 y 300 toneladas de nitrato de amoníaco granular. Aún se desconoce la causa exacta del incidente. También había grandes cantidades de cloro y amoníaco y la planta estaba localizada muy cerca de algunos establecimientos donde se almacenaban fosgeno y pólvora. Por fortuna, ninguna de estas sustancias escapó en el incidente, lo que obedeció en parte a las estrictas normas de seguridad en relación con el almacenamiento de explosivos.^b

La respuesta de emergencia al incidente se caracterizó por una falta de coordinación y comunicación entre las distintas partes interesadas.^c El estallido destruyó los cables telefónicos y los caminos se congestionaron en poco tiempo, de manera que la evacuación resultó sumamente difícil. Los servicios de asistencia médica se quejaron en particular de la falta de información, lo que redujo su capacidad de aplicar un plan de emergencia general. La gente, desorientada por los mensajes contradictorios de los medios de comunicación, no supo cómo comportarse, y ello alimentó una desconfianza de larga data en el gobierno.

Los resultados trágicos del incidente fueron resultado principalmente de la incapacidad para evaluar correctamente los riesgos vinculados con el almacenamiento de nitrato de amoníaco en el establecimiento. Aunque la fábrica estaba clasificada como de alto riesgo, al parecer nadie había considerado la posibilidad de una explosión por nitrato de amoníaco. En consecuencia, los almacenes que guardaban este producto no habían sido inspeccionados por algún tiempo. Además, como las autoridades locales habían centrado su evaluación en los riesgos relacionados con el cloro, el amoníaco y el fosgeno, habían subestimado la magnitud de la zona de seguridad necesaria para proteger a las personas de una explosión de nitrato de amoníaco. Por lo tanto, las zonas residenciales estaban muy cerca de la fábrica.

ASPECTOS DESTACADOS

- La prevención de incidentes químicos requiere una evaluación correcta de los riesgos para la salud y ambientales relacionados con los productos químicos (síntesis, almacenamiento, transporte y utilización) de interés. La creación de una base de datos nacional de los incidentes o amagos de incidentes químicos puede facilitar una mejor estimación de los riesgos para la salud y el medio ambiente. Por ejemplo, la repetición de incidentes menores vinculados con un producto en particular puede servir de advertencia sobre los posibles riesgos; si se presta atención a estos, puede evitarse un incidente mayor. Con el fin de mejorar la estimación de los riesgos para la salud y el medio ambiente relacionados con una sustancia química se pueden examinar los incidentes químicos en todo el mundo. La experiencia adquirida por otros durante incidentes mayores puede servir para mejorar las medidas preventivas nacionales o locales, así como el plan de preparación.
- Hay que considerar todas las situaciones posibles, incluso las que no parezcan probables.
- El plan de preparación debe incluir la comunicación con la comunidad. La falta de información puede causar una reacción de la gente que entorpezca la respuesta de emergencia.
- La falta de coordinación en Toulouse durante las primeras horas de la respuesta al incidente muestra que el plan de preparación debe incorporar un canal de comunicación en casos de emergencia en previsión de que el teléfono y la electricidad se corten durante una emergencia química.

^a UNEP. Ammonium nitrate explosion in Toulouse, France. United Nations Environment Programme (<http://www.unep.fr/scp/sp/disaster/casestudies/france/>).

^b Barthelemy F. et al. Rapport de l'Inspection Générale de l'Environnement. Usine de la Société Grande Paroisse à Toulouse, accident du 21 septembre 2001.

^c Ministère de la Santé. Explosion de l'usine AZF de Toulouse le 21 septembre 2001 : enseignements et propositions sur l'organisation des soins (<http://www.sante.gouv.fr/htm/actu/azf/2azf.htm>).

Además de las Naciones Unidas, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) ha publicado *Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*¹ [Principios orientadores de la OCDE para la prevención, la preparación y la respuesta en los casos de accidentes químicos] con secciones sobre prevención, preparativos para emergencias y mitigación, respuesta a emergencias, seguimiento de incidentes y algunas cuestiones especiales. Las orientaciones AZF se dividen según los grupos

de interés, es decir la industria (la administración y los trabajadores), las autoridades, las comunidades y otras partes interesadas, con detalles específicos para cada etapa del ciclo de un desastre.

2.5 PREVENCIÓN DE PELIGROS QUÍMICOS PARA LA COMUNIDAD

2.5.1 Educación y sensibilización de la comunidad

Las sustancias químicas están por todas partes y muchas forman parte de nuestra vida diaria; algunas pueden ser

¹ OECD guiding principles (<http://www2.oecd.org/guidingprinciples/index.asp>).

muy peligrosas para la población si se manejan mal. El uso inadecuado de los productos químicos puede ocasionar una exposición aguda o crónica y causar graves problemas de salud pública. Como se pudo comprobar en la intoxicación masiva ocurrida en la India (sección 4, página 56), la población puede estar trágicamente mal informada de los riesgos que algunos productos químicos plantean a su salud. En este caso, habitantes de las zonas rurales estaban utilizando como utensilios de cocina envases que anteriormente habían contenido plaguicidas. Este incidente se pudo haber evitado mediante educación de la comunidad. En consecuencia, la concientización del común de la gente acerca de los peligros vinculados con el uso indebido de algunas sustancias químicas comunes debería ser una prioridad, especialmente en los países en desarrollo donde la conciencia sobre los peligros químicos puede ser escasa.

Hay que informar a la gente (incluidos los trabajadores) de los riesgos específicos en las zonas donde viven y donde trabajan, tales como la presencia de establecimientos químicos y las vías de transporte o los lugares por donde pasan oleoductos o gaseoductos. La comunicación franca y la identificación de los peligros generarán confianza entre la gente, los operadores (de fábricas) y las autoridades, lo que es un requisito esencial de la comunicación sustancial y eficaz cuando se produce un incidente químico.

Además de ofrecer información sobre los riesgos, resulta esencial contar con la infraestructura para apoyar los comportamientos dirigidos a evitarlos. Los miembros de la comunidad deben tener acceso a refugios, vías de escape con capacidad suficiente y canales de comunicación en caso de crisis (por ejemplo, una estación de radio exclusiva). Estas medidas ayudan a disminuir la vulnerabilidad de la población (fortalecer la resiliencia).

2.5.2 Identificación y protección de los grupos de población vulnerables

En toda población existen grupos susceptibles que pueden tener un riesgo intrínseco de sufrir efectos nocivos en caso de un incidente químico, por ejemplo, porque:

- tienen un umbral de exposición bajo con respecto a los efectos nocivos;
- la exposición es relativamente alta;
- su movilidad o capacidad para protegerse de la exposición están reducidas.

Algunos ejemplos de grupos que deben tenerse en cuenta al evaluar a las personas vulnerables son los niños, las embarazadas, los ancianos, los pacientes hospitalizados y los pobres. La lista definitiva dependerá del lugar y del tipo de efecto tóxico que se considere. Los grupos más vulnerables reconocidos habrán de recibir una atención especial por parte de los formuladores de políticas a fin de protegerlos. Esto podría suponer el cumplimiento de los reglamentos de construcción y de seguridad en los hospitales, las escuelas y los hogares para ancianos. También requeriría unos controles más estrictos de la planificación del uso del suelo en zonas cercanas al grupo vulnerable, así como una educación más específica de los miembros de este.

2.6 LA FUNCIÓN DE LAS INSTITUCIONES DE SALUD PÚBLICA, HIGIENE DEL MEDIO Y OTRAS PARA INFLUIR EN LAS POLÍTICAS Y LA LEGISLACIÓN

Aun cuando las leyes y los reglamentos ideados para prevenir la aparición de un incidente químico son elaborados por formuladores de políticas y legisladores, todas las instituciones y organizaciones involucradas en la respuesta a las emergencias por productos químicos tienen la responsabilidad de idear estrategias a largo plazo para reducir las probabilidades de un incidente químico y limitar sus consecuencias si llega a producirse. Todas las normas y leyes sobre la prevención y mitigación de los incidentes por productos químicos deberían ser examinadas, y actualizadas si es necesario, por los organismos competentes cuyo cometido es abordar los diversos aspectos de dichos incidentes. Las actualizaciones propuestas por cada organismo se someterían a la atención de la organización a cargo o coordinadora, lo que a su vez brindaría orientación y supervisión a los formuladores de políticas. Las medidas preventivas

requieren coordinación de los organismos e información de muchas fuentes. Por lo tanto, es importante coordinar las actividades de los diversos organismos y evitar que haya reglamentos contradictorios o duplicados.

Una legislación nacional que prescriba que los lugares donde hay productos químicos peligrosos sean registrados en una base de datos nacional de sitios peligrosos también mejoraría la prevención y gestión de los incidentes químicos. Contribuiría además a establecer mecanismos de supervisión reglamentaria de esos lugares, lo que ayudaría a lograr el uso apropiado de las sustancias químicas, el mantenimiento correcto de los establecimientos y la capacitación y protección adecuadas de los trabajadores.

Los organismos que intervienen en la respuesta a un incidente químico pueden utilizar los conocimientos que han adquirido después de este mediante evaluaciones de los riesgos sanitarios u otros estudios, para informar a los formuladores de políticas de las modificaciones

importantes de las leyes o reglamentos que hacen falta para evitar que el incidente se repita. Estos estudios a largo plazo se describen en la sección 6.2.

La función de los organismos locales o nacionales para influir en las políticas y las leyes se ejemplifica en el caso de la explosión de una fábrica de fuegos artificiales ocurrida en Enschede (Países Bajos) (sección 6.5, página 92).

Por último, los salubristas tienen el cometido de aportar su experiencia y conocimientos especializados en los campos de la evaluación de riesgos de salud (para la planificación del uso del suelo, el emplazamiento y el otorgamiento de licencias a establecimientos químicos) y colaborar en la evaluación de las necesidades de asistencia médica y de la capacidad en dichos incidentes hipotéticos. Además, la experiencia y los conocimientos de los salubristas en materia de comunicación de riesgos podría resultar valiosísima para la prevención de incidentes químicos.

ESTUDIO DE CASO 6: EXPLOSIÓN EN UN TREN CAUSADA POR LA MEZCLA DE PRODUCTOS QUÍMICOS INCOMPATIBLES, NEYSHABUR (REPÚBLICA ISLÁMICA DE IRÁN)

En la madrugada del 18 de febrero de 2004, 51 carros de ferrocarril que contenían diversas sustancias químicas se desacoplaron del tren, rodaron hacia atrás por las vías y descarrilaron en la siguiente estación, lo cual causó muchas fugas químicas y un incendio químico. Los servicios de emergencia locales respondieron y en cuestión de horas estuvieron a punto de controlar el incendio.

Mientras los equipos de respuesta trataban de apagar los incendios y contener el incidente, ocurrió una gran explosión que causó daños extensos y muchas bajas. El estallido, que se sintió a 70 kilómetros de distancia, destruyó la mayor parte de los edificios y casas a lo largo de la vía y causó daños considerables en cinco aldeas cercanas. La explosión causó centenares de muertos y heridos entre los bomberos y socorristas, así como entre los circunstantes.

Los vagones descarrilados llevaban una variedad de productos químicos: 17 vagones de azufre (sólido inflamable), seis vagones tanque de gasolina (líquido muy inflamable), siete vagones de fertilizantes (explosivos si se mezclan con líquidos inflamables) y 10 vagones con algodón en rama. La explosión fue causada por la acumulación y mezcla de productos químicos incompatibles que habían escapado después del descarrilamiento y estuvieron expuestos al calor del incendio que siguió.

Las bajas que se produjeron como resultado de esta explosión podrían haberse evitado si los equipos de emergencia hubiesen conocido el contenido químico de los vagones del tren.

ASPECTOS DESTACADOS

- La información sobre el contenido de los vagones de ferrocarril y otros modos de transporte esta reglada por la incorporación a las leyes nacionales de las Recomendaciones de las Naciones Unidas relativas al transporte de mercaderías peligrosas.
- Esas recomendaciones requieren que el rotulado se ciña a lo previsto en el Sistema Mundialmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS).
- Es necesario que los acuerdos internacionales se incorporen rápidamente en las leyes nacionales para ayudar a reducir al mínimo la exposición accidental a sustancias peligrosas.
- Los decisores tienen que conocer lo antes posible los riesgos de una situación determinada para poder evitar resultados imprevistos tales como las explosiones.

3

PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN PARA EMERGENCIAS

Una emergencia química puede ejercer efectos graves en la salud pública y el medio ambiente. Las probabilidades de que se produzca un incidente químico pueden reducirse mucho mediante la aplicación de las diversas medidas preventivas que se describen en la sección 2. Pero incluso el mejor sistema de prevención no puede evitar todos los accidentes, de modo que siempre existe un riesgo residual. Por lo tanto, reducir al mínimo las consecuencias de estos posibles incidentes es una función esencial de los organismos involucrados en la respuesta a las emergencias químicas.

El método más eficaz para lograr este cometido consiste en responder a la emergencia de la manera más oportuna y apropiada. Como por su propia naturaleza los incidentes químicos son complejos y a menudo agudos, ese tipo de respuesta solo se logra mediante la coordinación y la preparación apropiada de todos los organismos que pueden participar en la respuesta a la emergencia. Durante un incidente, el tiempo dedicado a identificar estructuras vulnerables, localizar materiales y personal, y establecer comunicación con otros organismos es tiempo que se pierde en lugar de atender a los problemas apremiantes. Por ello son necesarias las actividades de planificación y preparación para afrontar las emergencias. La planificación se ocupa del diseño, el establecimiento y el mantenimiento de una infraestructura eficaz de respuesta a emergencias. La preparación para emergencias es el resultado de la ejecución de los

planes correspondientes, adaptados a cada peligro previsible.

En la presente sección se describen los pasos que deben seguirse para que la respuesta a un incidente se centre en las preocupaciones inmediatas. El texto se refiere a la planificación y la preparación de salud pública. El sector sanitario funcionará correctamente a condición de que los otros sectores que intervienen en el plan se preparen igualmente bien y de preferencia en forma coordinada.

La planificación para las emergencias dará lugar a planes, procedimientos, directrices e información pertinente sobre la gestión de incidentes. Todo ello resulta decisivo para la respuesta al incidente, pero el proceso multidisciplinario de redactar los planes puede revestir la misma importancia porque brinda la oportunidad de generar confianza y entendimiento entre los organismos y las personas que habrán de hacerse cargo de la respuesta cuando ocurra un incidente.

3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN ÚTIL

Cuando ocurre el incidente es imprescindible que el personal de emergencias tenga acceso a la información que le permita responder correctamente. Es preciso crear bases de datos de los sitios peligrosos, el contenido de los transportes (por ejemplo, contenedores

o embarcaciones), información química, recursos de asistencia médica e información de contacto en caso de emergencia. Todas las bases de datos habrán de integrarse y actualizarse periódicamente (mediante un protocolo específico) a fin de que la información necesaria en una situación determinada sea exacta y de fácil acceso. Durante una emergencia, el tiempo necesario para obtener información fundamental puede resultar decisivo para los equipos de primera intervención. En condiciones ideales, esas base de datos deben estar computarizadas y al alcance del personal clave. Sería útil que tuviesen atributos adicionales como la posibilidad de hacer búsquedas por ubicación, peligro químico u otros criterios pertinentes. Es imprescindible reconocer que todas las bases de datos que se describen a continuación son «documentos vivos» que habrán de actualizarse constantemente conforme se reconozcan nuevos sitios o los existentes cambien. Por ejemplo, las dependencias sanitarias locales deberán proporcionar constantemente información actualizada acerca de su capacidad de asistencia médica al organismo nacional que dirige la gestión y la integración de las bases de datos.

3.1.1 Base de datos nacional sobre sitios peligrosos

Una base de datos o un inventario de sitios peligrosos representa un medio importante para conocer la ubicación y la magnitud de posibles escapes químicos. La información sobre los productos químicos tiene que ser muy actual (por lo menos del día anterior) para que resulte útil en la respuesta. El acceso a la información sobre productos químicos y lugares peligrosos brindará a los equipos de primera intervención datos imprescindibles en las primeras etapas de un incidente químico. En el recuadro 2 se describe la información importante que debería incluirse en una base de datos.

La manera más eficaz de conseguir la información necesaria para crear una base de datos nacional sobre sitios peligrosos consiste en sancionar leyes que obliguen a los establecimientos a registrarse ante una dependencia gubernamental. Según se explicó en la sección 2.3, esas leyes deben incluir criterios para identificar los

RECUADRO 2: INFORMACIÓN QUE DEBE INCLUIRSE EN LA BASE DE DATOS NACIONAL SOBRE SITIOS PELIGROSOS

La base de datos debe incluir como mínimo lo siguiente:

- la ubicación del sitio peligroso
- los productos químicos que se hallan en el sitio
- las cantidades efectivas de los productos químicos que se encuentran en el sitio, incluidos los productos intermedios y de desecho
- información de contacto de la administración del sitio.

Además de esta información primordial, se podría agregar:

- la existencia de un plan de emergencia y evacuación del sitio
- materiales y primeros auxilios existentes en el sitio
- presencia de equipo de descontaminación para el personal del sitio, pacientes, socorristas de primera intervención y equipamiento
- presencia de medidas terapéuticas, en especial antídotos
- personas con conocimientos especializados pertinentes como parte del personal del sitio
- modelización de escapes químicos hipotéticos
- dimensiones estimadas y ubicación de las zonas vulnerables
- principales vías de transporte de un producto químico.

sitios peligrosos. Esos criterios pueden estar basados, aunque sin limitación, en determinados productos químicos, mezclas químicas o categorías de sustancias químicas y su potencial de dañar la salud y el medio ambiente. Si no existe un inventario nacional ni leyes al respecto, habrá que crear una base de datos nacional. Un método para reunir la información necesaria para tal efecto es ofrecer estímulos a los operadores que decidan registrarse voluntariamente. Otro método eficaz para crear y mantener una base de datos nacional consiste en adquirir inventarios locales y refundirlos. Un equipo local multidisciplinario de planificación para emergencias (que incluya salubristas) o un centro coordinador probablemente sea el más idóneo para elaborar un inventario local de sitios peligrosos, aunque puede ser necesario recurrir a universidades u otros organismos locales para que ayuden a finalizarlo. Así pues, la información sobre los sitios concretos en las comunidades puede provenir de una variedad de fuentes.

Como los operadores son quienes mejor conocen sus propios sitios, se les debe pedir que proporcionen información ya sea mediante legislación o como

condición imprescindible para concederles la licencia. Los funcionarios de planificación de la localidad constituyen otra fuente de información porque pueden tener acceso a la información gracias a los reglamentos locales de planificación, los cuales pueden exigir que las empresas preparen planes para sus sitios y describan el uso de estos. Si los sitios son informales y no están reglamentados, una fuente de información valiosa puede ser la propia comunidad, sobre todo si esta percibe que el lugar plantea una amenaza para la salud.

Una vez creada, la base de datos nacional puede ser útil para que las autoridades nacionales, con participación de las locales, preparen una clasificación de los sitios más peligrosos. La clasificación puede basarse en muchas características del sitio:

- las características químicas (reactividad, volatilidad y persistencia), en particular la forma en que pueden reaccionar y causar un incidente;
- el volumen de los productos químicos y subproductos elaborados y almacenados en el establecimiento;
- los tipos de procesos químicos que se llevan a cabo en el sitio y los riesgos relacionados con ellos;

ENLACES WEB 1: BASES DE DATOS DE PRODUCTOS QUÍMICOS

- ▣ INCHEM: <http://www.inchem.org>
- ▣ CAMEO, sistema de gestión electrónica de la información del Organismo Nacional de los Océanos y la Atmósfera y el Organismo de Protección Ambiental de los Estados Unidos : <http://www.epa.gov/emergencias/content/cameo>
- ▣ UK HPA: <http://www.hpa.org.uk/webw/HPAweb&Page&HPAwebAutoListDate/Page/1153846673455?p=1153846673455>
- ▣ WISER: <http://wiser.nlm.nih.gov/>
- ▣ HSDB, TOXLINE e IRIS se pueden consultar por TOXNET: <http://toxnet.nlm.nih.gov/>
- ▣ IUCLID, base de datos de la Unión Europea sobre la toxicidad de las sustancias químicas: <http://ecbwbiv5.jrc.it/>
- ▣ ESIS, el Sistema de Información Química de la Unión Europea: <http://ecb.jrc.it/esis/>
- ▣ OCDE, base de datos integrada HPV: <http://cs3-hq.oecd.org/scripts/hpv/>
- ▣ http://www.who.int/environmental_health_emergencias
- ▣ En este sitio web la OMS presenta información pertinente sobre los riesgos químicos para la salud durante incidentes y emergencias

- la variabilidad del inventario, el tipo y la cantidad de los productos químicos intermedios y los productos de desecho; y
- las características del lugar tales como edad del establecimiento, seguridad de las condiciones de almacenamiento, medidas de seguridad implantadas y cercanía de centros de población o recursos naturales, como los suministros de agua potable.

3.1.2 Bases de datos de productos químicos

El gobierno nacional deberá procurar la compra e instalación de bases de datos sobre productos químicos o establecer el acceso electrónico durante las 24 horas a las bases como parte integral de los planes de preparación. La información de las bases incluirá:

- **Características fisicoquímicas.** La información sobre las propiedades fisicoquímicas es decisiva porque influye en el destino y transporte de los productos químicos, las posibles interacciones con otras sustancias químicas y la forma como ello puede afectar a los grupos de población expuestos. Durante una emergencia puede ser valiosísima la información sobre las propiedades químicas, como la reactividad y las posibles reacciones con el agua o los productos utilizados para apagar incendios. Esa información puede consultarse en línea en la base de datos creada por el Centro Canadiense de Emergencias de Transporte, dependiente del Departamento de Transporte (CANUTEC).¹
- **Efectos sobre la salud y el medio ambiente.** La base de datos debe incluir información sobre los efectos potenciales de los productos químicos sobre la salud humana y el medio ambiente. Hay que agregar datos sobre los efectos agudos y crónicos en relación con las exposiciones por ingestión, contacto cutáneo o inhalación. Es preciso incorporar información sobre grupos de población vulnerables. Con respecto a los efectos ambientales, se debe incorporar información sobre las especies afectadas y la magnitud de los efectos.¹
- **Protocolos de pruebas.** La base de datos debe incluir información sobre los protocolos de

¹ <http://www.tc.gc.ca/CANUTEC/en/menu.html>

pruebas y el equipo para determinar la exposición química inmediatamente después del incidente y durante las actividades posteriores de reparación. La información sobre las pruebas debe incluir protocolos apropiados para las pruebas biológicas y ambientales.

- **Procedimientos de descontaminación.** La base de datos habrá de incluir información acerca de los procedimientos de descontaminación adecuados para cada producto químico que deben aplicar el personal de respuesta (con vestimenta de protección química), las víctimas y el equipo contaminado. Esta información también debe ser específica para el tipo de incidente químico, por ejemplo, un derrame o un incendio.
- **Información médica.** La base de datos también incluirá información sobre los signos y síntomas de la exposición y los métodos para tratar a las personas expuestas a los productos químicos. Se agregará además cualquier información acerca de las medidas terapéuticas, especialmente los antídotos. Podría incluirse información sobre los tratamientos médicos que pueden aplicarse como seguimiento a la exposición a una sustancia química determinada.

3.1.3 Bases de datos sobre la capacidad del sector de la salud

Se debe establecer, con la ayuda de los equipos de salud pública locales y los centros coordinadores, una base de datos de los establecimientos del sector de la salud. Contar con suficientes establecimientos de asistencia médica y personal sanitario muy capacitado es imprescindible para gestionar cualquier incidente químico. Además de la información sobre el número de establecimientos en la zona, se debe evaluar cada uno de estos en cuanto al equipamiento médico, el material de descontaminación, los medicamentos, los antídotos y los laboratorios de toxicología. Los decisores deben tener acceso a esta información para planificar la respuesta y brindar orientación a los profesionales sanitarios sobre la manera de responder a un incidente químico. Esta información también será útil para reconocer las partes del sistema asistencial

que necesitan mejorar para responder correctamente a un incidente químico.

Como se observó en la crisis por desechos tóxicos en Côte d'Ivoire (sección 3, página 45), los establecimientos médicos locales pueden verse rápidamente superados durante una emergencia química, especialmente si las víctimas sufren quemaduras o síntomas tóxicos graves. Esto puede suceder incluso si el número de bajas es pequeño. Un plan de distribución de las víctimas, si esta es necesaria para ciertas afecciones (quemaduras o lesiones químicas), es un instrumento esencial de la gestión de incidentes con un gran número de víctimas. Puede ser necesario el acceso a establecimientos en distritos vecinos más alejados; saber dónde están esos establecimientos es un paso importante en la fase de planificación y preparación para regular el flujo de víctimas.

También puede ser decisivo el acceso al personal médico y de salud pública. La información de la base de datos sobre el sector de la salud permitirá que las autoridades competentes formulen planes para situaciones imprevistas a fin de hacer frente a un incidente químico de gran magnitud.

3.2 PREPARACIÓN DE UN PLAN DE RESPUESTA A UN INCIDENTE QUÍMICO

En todo el mundo se han trazado planes completos para hacer frente a incidentes y desastres mayores. Dependiendo del grado de desarrollo y concientización de una sociedad, a menudo se tendrá un plan general para afrontar emergencias. Este suele derivarse de los planes existentes acerca de las funciones de los servicios de emergencia y asistencia médica en la mayor parte de los incidentes que pueden exigir una respuesta de emergencia (incluidos incendios y brotes epidémicos). Como la existencia de un plan de respuesta a incidentes químicos es un factor decisivo en la respuesta oportuna a una emergencia química, es muy importante que aquel esté bien elaborado. Por añadidura, la formulación

del plan brinda la oportunidad de establecer vínculos, formar redes, conocer a los futuros asociados en la respuesta de emergencia y generar confianza mutua. Sin embargo, como el asunto es muy complejo y por lo común requiere aportaciones de una gran variedad de dependencias y organizaciones, es frecuente que los planes ideados para afrontar específicamente los peligros vinculados con un escape químico estén mal elaborados o no existan. Por tal motivo, la formulación y actualización de un plan nacional de emergencias químicas es uno de los componentes principales de la gestión sanitaria de incidentes químicos.

3.2.1 El marco para la planificación de la respuesta a emergencias químicas

Antes de preparar un plan nacional de respuesta sanitaria a incidentes químicos se debe decidir dónde habrá de «tener sede». Una vez que se ha decidido esta cuestión, el plan puede ser de uno de los siguientes tipos o incluso una combinación:

- un plan individual que deberá ser adoptado por varias organizaciones o dependencias;
- un plan integrado en un plan sanitario (por ejemplo, para afrontar un brote epidémico de intoxicación alimentaria o enfermedad infecciosa);
- un plan integrado en el plan de los servicios de emergencia para un incidente químico;
- un plan de incidentes químicos integrado en el plan general de los servicios de emergencia para un incidente mayor; este plan específico tendrá en cuenta las repercusiones posibles de un escape químico en la salud humana y el medio ambiente;
- el plan tendrá que abarcar la detección, alerta, ampliación, mando, control, capacitación, simulaciones, comunicación de crisis a la comunidad y comunicación del sector de la salud.

Sea cual fuere el marco elegido, habrá que considerar seriamente la conveniencia de que el plan se coordine con otros planes pertinentes pero no integrados. El plan deberá elaborarse con la estrecha cooperación y las aportaciones de todas las partes interesadas que habrán de actuar juntas durante un incidente químico.

La participación de miembros clave de la comunidad en el proceso mejorará considerablemente el plan.

Se enumeran a continuación los escapes químicos hipotéticos de gran magnitud que el plan de respuesta sanitaria para incidentes químicos deberá afrontar (en la sección 1.2.2 se describen con pormenores):

- escape repentino y evidente de un gas o vapor al aire;
- escape repentino y evidente de una especie de niebla o nubes de polvo;
- escape repentino y evidente hacia medios de contacto distintos del aire;
- incendio en un gran edificio;
- explosión;
- brote epidémico de una enfermedad;
- escape silencioso.

Cada uno de estos incidentes hipotéticos tiene cuatro componentes: el tipo de escape o fuga (detectado u oculto), el tipo de sustancia química (conocida o no), el mecanismo de lesión (intoxicación, estallido o calor) y el tipo de fuente (fija o en movimiento). Se puede agregar un quinto componente: si la fuente está regulada o no. Los escapes detectados o no ocurren con más frecuencia en sitios no registrados o no regulados. Aunque los sitios registrados en el inventario de sitios peligrosos descrito en la sección 3.1.1 pueden producir escapes, por lo general estos se detectan fácilmente y se conoce la identidad de la sustancia implicada. La fuga detectada de una sustancia desconocida puede provenir de una fuente que no figura en el inventario de sitios peligrosos, del vertido ilegal o sin control de productos químicos o de los productos de combustión de un incendio químico. Como ejemplo de una fuga detectada de un producto químico conocido de una fuente no fija puede mencionarse la fuga de un camión cisterna correctamente rotulado. Una fuga silenciosa, que se desconoce o se supone inocua, puede producirse por la liberación lenta de una sustancia química hacia corrientes de agua o el aire. Como puede corroborarse en los estudios de casos presentados en este manual, cada uno de esos escapes químicos

hipotéticos puede ser causado por una variedad de sucesos, entre ellos errores humanos, falla del equipo, fenómenos climáticos y otros eventos naturales como terremotos o erupciones volcánicas, actos criminales o descuido y desatención a los peligros relacionados con un producto químico.

El plan de respuesta a emergencias químicas debe establecer un marco claro y coherente de las medidas que habrán de aplicarse en caso de un incidente químico. Debe asimismo especificar los requisitos generales obligatorios, como los acuerdos internacionales o la legislación, según se describe en la sección 2.3. Además de aplicar las disposiciones de los convenios internacionales y las leyes nacionales, el plan nacional incluirá procedimientos para:

- Procurar que las redes locales implicadas en la gestión de incidentes químicos reciban los recursos necesarios (dinero, personal, equipo, infraestructura y capacitación).
- Establecer una base de datos nacional de sitios peligrosos (sección 3.1.1).
- Coordinar las relaciones y la colaboración interinstitucionales (sección 3.5.1), por ejemplo, para coadyuvar en las investigaciones sobre la salud y la exposición durante el incidente.
- Elaborar y poner en práctica un modelo nacional de mando y control (por ejemplo, basado en el sistema de mando en caso de incidentes; véase la sección 3.4), incluidos los procedimientos para ampliar la respuesta al incidente del nivel local al nacional o internacional.
- Idear procedimientos para informar a la población acerca de los establecimientos peligrosos y ayudar a que esa información sea comprendida.
- Coordinar las relaciones y colaboraciones con los países vecinos y organizaciones como la OMS.
- Realizar o apoyar actividades sistemáticas como las simulaciones a escala nacional (sección 3.6).
- Instaurar un procedimiento de control y garantía de la calidad para reconocer deficiencias en los servicios y supervisar la eficacia y eficiencia de los grupos locales multidisciplinares de respuesta a emergencias (sección 3.6).

- Procurar que los equipos de intervención locales reciban asistencia del nivel nacional, en la forma de laboratorios, antídotos, equipo de descontaminación y expertos.
- Velar por la recopilación nacional periódica de datos de salud pública.
- Reconocer y corregir los puntos débiles internos en los niveles nacional y local.

3.2.2 Directrices sobre la planificación local para responder a emergencias

Es preciso dictar directrices y normas uniformes para elaborar los planes locales de emergencia frente a los incidentes químicos en sitios determinados o fuera de ellos. Las directrices nacionales que prescriben los requisitos mínimos de los planes locales pueden ayudar a lograr que estos tengan calidad, coherencia y sean intercambiables. Esas directrices pueden ser utilizadas por los equipos locales de respuesta a incidentes para fines de capacitación y simulaciones. El punto de partida de esta actividad es la formulación de un conjunto de incidentes hipotéticos («escenarios») creíbles. En ello deben participar todas las partes, en especial los operadores de establecimientos peligrosos y posibles fuentes de incidentes.

Los planes locales deben tener en cuenta la gama de posibles efectos nocivos para la salud (es decir, agudos, tardíos y crónicos) causados por los incidentes químicos. En particular, los planes locales deben recalcar la necesidad de proteger de la exposición a productos químicos a los grupos de población vulnerables y a los agentes sanitarios y otros miembros de los equipos de primera intervención. Las directrices deben incluir también instrucciones para manejar los productos químicos en caso de emergencia. Por ejemplo, pueden recomendar evitar, siempre que sea posible, determinadas sustancias o actividades cuando responden a un escape de productos químicos peligrosos; con frecuencia esto supone la consulta con los especialistas en materiales peligrosos del cuerpo de bomberos. Los planes deben incluir asimismo información práctica,

RECUADRO 3: INFORMACIÓN QUE SE DEBE INCLUIR EN UN PLAN LOCAL DE RESPUESTA A UNA EMERGENCIA QUÍMICA

- Funciones, competencias y responsabilidades de todas las dependencias y organizaciones que podrían intervenir en la respuesta a un incidente químico. La cadena de mando y coordinación entre las dependencias y otras organizaciones debe describirse con toda claridad.
- Relaciones entre los distintos organismos locales.
- Acuerdo respecto a quién pagará los análisis de las muestras obtenidas en relación con una emergencia.
- Definición de las condiciones necesarias para solicitar recursos nacionales.
- Establecimiento de los procedimientos y los medios por los que se notificará a la comunidad todo lo relativo al incidente.
- Determinación de un mecanismo para el examen y la evaluación anuales del plan de gestión de la emergencia química.

ESTUDIO DE CASO 7: LIBERACIÓN DELIBERADA DE UN AGENTE DE GUERRA QUÍMICA, TOKIO, 1995

El 20 de marzo de 1995, varios miembros de la secta aum shinrikyo liberaron el gas nervioso sarina en el metro de Tokio, con la pretensión de sembrar miedo en el público y causar muchas bajas entre los pasajeros. Los atacantes llenaron bolsas de plástico con sarina y las perforaron en cinco trenes que llegaban a una estación subterránea. El ataque causó 12 muertos, 54 heridos graves y miles de personas afectadas.

La eficacia de la respuesta de emergencia a esta liberación intencional de una sustancia peligrosa se vio entorpecida por la falta de información acerca del carácter de la amenaza. Aunque los servicios de espionaje y de seguridad habían sido advertidos de la posibilidad de un ataque terrorista con sustancias tóxicas, no alertaron a los servicios de emergencia. Como consecuencia, los socorristas y el personal de los hospitales no conocían la causa de las lesiones ni el tamaño de la población en riesgo. Al principio se realizaron esfuerzos limitados para contener y descontaminar las zonas afectadas. Aun cuando las autoridades reconocieron el agente tóxico a las tres horas del ataque inicial, no pudieron compartir la información rápidamente con los hospitales locales porque aún no se había establecido una red para transmitir información en casos de emergencia. Por fortuna, la respuesta se vio facilitada porque se sabía que el grupo había cometido un atentado semejante unos pocos meses antes. El personal médico y las dependencias de seguridad conocían los síntomas causados por la sarina y pudieron responder correctamente en un periodo relativamente breve.

ASPECTOS DESTACADOS

- Una buena comunicación entre los servicios de seguridad y los de atención médica es esencial para hacer frente a la amenaza de la liberación deliberada de sustancias tóxicas.
- Los planes de respuesta a incidentes químicos deben incorporar canales de comunicación entre las autoridades de salud pública y otras entidades, como los hospitales y los socorristas. También se deben crear canales de comunicación no convencionales con los servicios de seguridad y de espionaje.
- Un componente esencial del plan de respuesta a incidentes químicos es la capacitación frecuente y periódica de las autoridades y los equipos de intervención para hacer frente a diversas situaciones y síntomas relacionados con agentes químicos.

como el lugar donde establecer una unidad de coordinación en caso de emergencia, el acceso a electricidad y agua y otras facilidades. Además, se deben mencionar los planes más detallados de los equipos sanitarios locales de respuesta a incidentes y entidades como los hospitales, así como los planes de respuesta a incidentes químicos para sitios peligrosos concretos.

Los planes locales deben integrarse en los planes más generales para casos de emergencia que abordan desastres naturales y actos de terrorismo. Esta

integración debe dar por resultado planes coordinados y congruentes para casos de emergencia.

Por último, los planes locales para emergencias químicas deberán ser utilizados por los organismos competentes para familiarizarse con la información específica sobre los sitios en su jurisdicción, en especial la relativa a las propiedades químicas y físicas y los lugares donde se encuentran los productos químicos peligrosos. Conocer de antemano esta información permitirá que la respuesta sea más directa y oportuna.

RECUADRO 4: EL CASO ESPECIAL DE LA LIBERACIÓN DELIBERADA DE UNA SUSTANCIA QUÍMICA

La liberación deliberada de una sustancia química para dañar a la población plantea dificultades especiales a los equipos de respuesta. Cuando se produce la amenaza de liberar una sustancia, la alerta suele provenir de los servicios nacionales de seguridad o defensa o de los medios de comunicación. En otros casos, el incidente se manifestará como un brote epidémico de una afección o una liberación silenciosa. En ambos casos, la respuesta corre a cargo de los servicios de emergencia y el sector de la salud pública. La primera dificultad que plantea este tipo de emergencia es la necesidad de establecer una comunicación eficaz entre entidades dispares, como los servicios de seguridad y el sector de salud pública. Además, las preocupaciones forenses y de seguridad que provoca la liberación deliberada de una sustancia química significan que la cantidad de información a la que tienen acceso los servicios de respuesta a una emergencia química puede ser diferente por comparación con otros tipos de incidentes y emergencias.

En términos generales, la preparación para la liberación deliberada de una sustancia química podría incluir:

- restricción del acceso a las sustancias químicas peligrosas;
- identificación de la ubicación de los medicamentos de importancia crítica y otros artículos esenciales;
- evaluaciones mejoradas de los grupos de población vulnerables;
- difusión de información a los profesionales y el común de la gente, especialmente a los grupos que se consideran en mayor riesgo;
- vigilancia mejorada de los brotes epidémicos, especialmente conglomerados de casos con síntomas infrecuentes;
- fortalecimiento de la estructura de higiene de los alimentos;
- una mejor comunicación entre las autoridades de salud pública y las entidades que tienen a su cargo el abastecimiento de agua, la higiene de los alimentos, los centros de toxicología y otros servicios, y una mejor coordinación de sus respuestas en caso de una emergencia;
- formulación de planes para situaciones imprevistas que permitan incorporar recursos tales como los servicios de defensa civil y seguridad.

ENLACES WEB 2: PLANES DE EMERGENCIA

Para conocer algunos ejemplos de plantillas (no respaldadas necesariamente por la OMS) y obtener más información sobre la elaboración de planes locales de respuesta a emergencia, visite:

- ▣ Sector de la salud: <http://www.bt.cdc.gov/planning/>
- ▣ Nivel municipal y empresarial: <http://www.ccep.ca/ccepbc5.html>
- ▣ Sector del agua: http://www.nj.gov/dep/watersupply/erp_template_10_04.doc, y: http://www.doh.wa.gov/ehp/dw/security/331-211_5-13-03_Emergency_Response_Planning_Guide.pdf
- ▣ Incidentes ambientales: <http://www.dem.ri.gov/topics/erp.htm>
- ▣ Incidentes alimentarios: www.nasda.org/File.aspx?id=11167

3.3 EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES EN LA COMUNIDAD

Una de las responsabilidades principales de los equipos sanitarios locales es evaluar las repercusiones en la comunidad con relación a sitios peligrosos ubicados en la comunidad o la región, basándose en los estudios de situaciones hipotéticas de posibles fugas químicas, según la información contenida en las bases nacionales de datos sobre sitios peligrosos descritas en la sección 3.1.1. Se trata en esencia de una evaluación de riesgos *durante* una emergencia; sin embargo, la evaluación de las repercusiones en la fase de preparación tendrá que depender de las proyecciones de un modelo en cuanto a la posible exposición, mientras que durante un incidente la evaluación de riesgos se basa (en parte) en los datos de la exposición efectiva.

La evaluación de las repercusiones en la comunidad es una valoración cualitativa o cuantitativa de la probabilidad de que se produzcan efectos nocivos

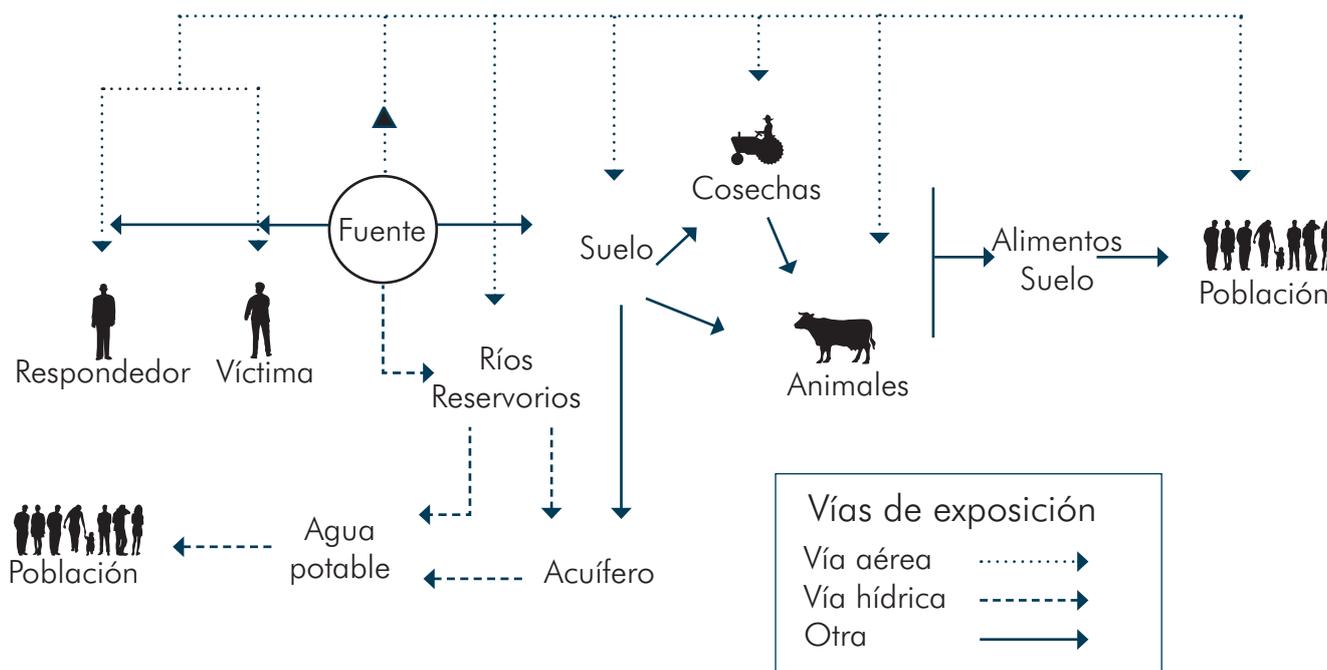
FIGURA 6: LOS PASOS DE LA EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES EN LA COMUNIDAD



a consecuencia de la posible exposición a un incidente químico futuro. Por otro lado, el término *peligro* designa las propiedades intrínsecas de un compuesto que puede causar daño. La evaluación de las repercusiones en la comunidad comprende cinco pasos.

1. **Establecimiento de la situación hipotética («escenario»)**. En relación con cada sitio o ruta de transporte, el equipo sanitario local debe idear posibles incidentes hipotéticos, incluida la probabilidad de escape de cada uno de los productos químicos que están o estarán en el sitio o serán transportados. Esos casos hipotéticos deben ser creíbles y la selección de casos que serán examinados posteriormente se centrará en los que entrañen consecuencias mayores. El examen de las circunstancias que rodearon a incidentes o amagos de incidentes anteriores en el sitio en cuestión o en otro sitio equivalente puede ayudar a determinar situaciones hipotéticas creíbles.

FIGURA 7: LAS VÍAS DE EXPOSICIÓN^a



^a Reproducido, con autorización, de: CrisisTox Consult.

2. **Vías de exposición.** Los productos químicos pueden ser transportados por el aire o el agua del sitio del incidente a comunidades cercanas, lo que puede causar contaminación del suelo, el agua y el aire y la posible exposición por ingestión o contacto cutáneo con el suelo y el agua, y la inhalación de contaminantes suspendidos en el aire. Con respecto a cada sitio y producto químico, la zona aledaña al establecimiento que es vulnerable a la exposición se determinará según el probable medio de transporte, así como otros datos específicos del sitio como las características topográficas, masas de agua y condiciones meteorológicas. Con esta información se pueden elaborar modelos de computadora para cartografiar la zona vulnerable. Una vez trazado el mapa puede resultar necesario estudiar los usos del suelo. Si hay tierras de labranza en la zona, la contaminación de los alimentos puede ser una preocupación. En la figura 7 se representan posibles vías de exposición. En la sección 5.3 se describen los detalles de los modelos de computadora.

3. **Evaluación de la vulnerabilidad de la población.** Una vez determinadas las zonas vulnerables, hay que identificar los grupos de población que las habitan. Si hay datos del censo, conviene usarlos para estimar el número de habitantes en esas zonas. En un momento dado puede haber muchas más personas en la zona, por ejemplo, grupos de trabajadores, turistas y visitantes. Es preciso prestar especial atención a subgrupos vulnerables como los niños en las escuelas, los ancianos en asilos, los pacientes en hospitales y la gente pobre. Los grupos vulnerables pueden tener un riesgo más elevado debido a un umbral más bajo para la aparición de efectos nocivos por la exposición, una movilidad reducida que entorpece su capacidad para evacuar rápidamente una zona expuesta o falta de acceso a un refugio. Además, la evaluación de la vulnerabilidad de la población debe incluir a las personas que se encuentran en el lugar del incidente, como los subcontratistas y el personal de emergencias, que probablemente se

expongan a concentraciones más elevadas de los productos químicos que la población en general. En la sección 2.5.2 se presenta más información sobre la identificación de los grupos vulnerables.

Hay que señalar los establecimientos y estructuras en las zonas vulnerables y sus alrededores que prestan servicios esenciales, como los hospitales, o que podrían usarse como refugios, como estadios, escuelas y centros comunitarios. Deben considerarse igualmente las zonas donde la contaminación tendría efectos importantes, como tierras de labranza, masas de agua, zonas recreativas y terrenos donde hay fauna silvestre. Por último, se deben evaluar las posibles consecuencias de un incidente en los establecimientos químicos o industriales cercanos, en particular la posibilidad de un efecto dominó.

Evaluar la zona vulnerable cerca de las vías de transporte de productos químicos puede plantear más dificultades; sin embargo, los productos químicos tóxicos suelen transportarse por carretera o ferrocarril, que probablemente atraviesen zonas densamente pobladas. Por consiguiente, las personas que viven cerca de vías de transporte importantes deben ser consideradas vulnerables.

4. **Evaluación de las repercusiones sobre la salud.** En esta evaluación confluyen las características químicas, la vía de exposición y la evaluación de la vulnerabilidad de la comunidad. Esta información se usa para estimar el número y tipo probable de bajas, efectos retardados de la exposición aguda y efectos de la contaminación secundaria (por ejemplo, del suelo y el agua) con respecto a los incidentes químicos hipotéticos definidos anteriormente. La evaluación de las repercusiones sobre la salud debe incluir una estimación de las necesidades de albergue y evacuación y la capacidad de los servicios de emergencia para satisfacerlas. Para realizar este cálculo existen diversos modelos de computadora que se describen en la sección 5.3. Se debe agregar una valoración de las probabilidades de que los efectos ambientales y de salud puedan

sobrepasar las fronteras administrativas de cualquier tipo (por ejemplo, por nubes de gas o ríos), pues esto complicaría la respuesta.

Después de estimar el número y tipo de bajas habrá que hacer lo propio con los recursos necesarios para responder adecuadamente (a tiempo y con el número y la calidad suficientes de personal y otros recursos), tales como asistencia médica, evacuación y acceso a refugio (tanto los existentes como los organizados para el incidente). La comparación de los requisitos del incidente con los recursos efectivos a disposición permite determinar si los medios locales de asistencia sanitaria tienen la capacidad suficiente para gestionar las consecuencias de un incidente químico. Se debe tener en cuenta la posibilidad de que los servicios de asistencia médica se vean sobrecargados no solo por las personas afectadas por el escape químico, sino también por otras que buscan recibir servicios gratuitos, como sucedió en Côte d'Ivoire con motivo de la crisis de residuos tóxicos (sección 3, página 45). Si esos servicios se ven superados, se necesitarán recursos adicionales de otras zonas («ayuda mutua»).

En la evaluación de las repercusiones se deben considerar las consecuencias ambientales del escape químico, pues este puede tener efectos prolongados en la salud pública. Hay que determinar la posible contaminación de las zonas vulnerables y evaluar las estrategias para atender las zonas afectadas. Se deben evaluar los recursos económicos, técnicos y humanos necesarios para reducir al mínimo las consecuencias.

5. **Evaluación.** La evaluación de las repercusiones comunitarias concluye en la valoración de la probabilidad de aparición y el grado de preparación para cada incidente hipotético. Puede resultar difícil determinar la probabilidad de aparición del incidente. No obstante, puede ser útil la información sobre incidentes anteriores y el uso del suelo y las operaciones que se realizan actualmente. Además de la información relativa

a los efectos sobre la salud de determinadas sustancias químicas, la cantidad de personas afectadas y las posibles repercusiones ambientales, la evaluación de riesgos debe valor también toda interrupción de los servicios y las consecuencias económicas. La preparación comunitaria incluye la cuantificación de los recursos de asistencia médica con que se cuenta, tales como los profesionales sanitarios y las camas disponibles en los hospitales, el estado que guardan los planes de respuesta en caso de emergencias, el número de agentes sanitarios capacitados para responder a incidentes químicos y la existencia y proximidad de recursos de respaldo. Estos factores pueden estimarse de manera cualitativa (por ejemplo, disponibilidad alta, media o baja), en tanto que otros (por ejemplo, la población en riesgo) pueden exigir estimaciones cuantitativas.

3.4 MANDO DEL INCIDENTE

La respuesta a un incidente químico mayor es una empresa muy infrecuente y compleja, incluso para los gestores de emergencias. Esa tarea se verá facilitada si existe un sistema claramente definido de respuesta. El sistema de mando en caso de incidentes (SMI)^{1, 2} goza de aceptación general y es recomendado por las Naciones Unidas; se usa ampliamente en los Estados Unidos y el Reino Unido. Otros países han implantado sistemas parecidos, como el Sistema Coordinado de Gestión de Incidentes de Nueva Zelanda y el Sistema Australasiático entre Servicios de Gestión de Incidentes de Australia, conocido por la sigla AIMS.³ El Sistema de gestión y apoyo de incidentes mayores (MIMMS por la sigla en inglés) es una opción dirigida específicamente a la atención médica.⁴

¹ United States Federal Emergency Management Association's Incident Command Review Materials (<http://www.training.fema.gov/EMIWeb/IS/ICSResource/assets/reviewMaterials.pdf>).

² United States Federal Emergency Management Association's Independent Study Course (<http://training.fema.gov/EMIWeb/IS/>).

³ New Zealand Fire Service Commission. The New Zealand Coordinated Incident Management System: Teamwork in emergency management. Wellington, New Zealand, New Zealand Fire Service Commission, 1998.

⁴ Burkle FM. Disaster management, disaster medicine, and emergency medicine. *Emergency Medicine*, 2001,13:143–144.

ENLACES WEB 3: SISTEMA DE MANDO

El Instituto Federal de Gestión de Emergencias de los Estados Unidos ofrece un curso de capacitación sobre el sistema de mando en caso de incidentes en: <http://training.fema.gov/emiweb/IS/crslist.asp>

Además, el SMI se vale de una cadena uniforme de mando para cada incidente, con independencia de la magnitud de este. Gracias a este atributo el personal de respuesta, que suele provenir de distintas disciplinas y pertenecer a muchos organismos, puede ser capacitado uniformemente para responder a un escape químico. Por lo tanto, los funcionarios de salud pública conocerán las funciones y responsabilidades del SMI cuando lleguen a la escena de una emergencia. En efecto, el sistema permite que todos los organismos involucrados en la gestión de un incidente establezcan un conjunto común de objetivos y estrategias.

El SMI aporta un concepto uniforme de gestión de incidentes para la escena del incidente y fuera de ella, y con respecto a todos los peligros. Permite que los equipos de gestión adopten una estructura orgánica integrada para hacer frente a la complejidad y las exigencias de incidentes únicos o múltiples en los que intervienen muchos organismos; además, incluye a todo el personal en la escena del incidente, como los equipos de primera intervención, personal sanitario, planificadores en casos de emergencia, personal de las instituciones ambientales y toxicólogos.

El sistema de mando en caso de incidentes está formado por módulos que funcionan dentro de un sistema de mando vertical y puede adaptarse a incidentes pequeños o grandes. Los principios de la cadena de mando y del mando unificado ayudan a tener claras las relaciones jerárquicas y eliminan la confusión generada por órdenes múltiples y contradictorias. Dependiendo de la magnitud y las repercusiones del incidente, pueden activarse los siguientes niveles de mando:

- Mando de operaciones (el mando de «bronce»). El puesto de mando en la escena del incidente (PMEI) que se describe más adelante.

- El mando táctico (mando de «plata»). Generalmente se encuentra fuera de la escena y controla muchos PMEI, incidentes complejos que afectan una zona extensa, la logística general, etcétera.
- Mando estratégico (mando de «oro»). Puesto de mando fuera de la escena constituido por los funcionarios públicos que toman las decisiones estratégicas.

Los gestores en caso de incidente a todos los niveles tienen que controlar la actuación de todo el personal que supervisan. Un rasgo fundamental del SMI durante cualquier respuesta es la formulación de un plan de acción en caso de incidente que:

- especifique claramente los objetivos de la respuesta al incidente;
- establezca las actividades que habrán de realizarse y quién las realizará; y
- abarque un tiempo especificado, denominado periodo de operaciones.

Cuando se responde a una situación de emergencia, el SMI establece objetivos basados en las siguientes prioridades:

1. salvar vidas
2. estabilizar el incidente
3. proteger la propiedad.

Se establecen varios tipos de lugares y establecimientos de apoyo en las cercanías del incidente con diversos fines, como la atención de una gran cantidad de víctimas, la administración de los suministros donados y la descontaminación. El SMI utiliza establecimientos designados con anterioridad para caso de incidentes, que pueden ser:

- **El puesto de mando del incidente (PMI)**. Es el lugar sobre el terreno donde se realizan las funciones de mando del nivel operacional primario en la escena del incidente. Puede estar situado en la base del incidente u otros establecimientos para caso de incidentes y normalmente se identifica por una luz verde giratoria o intermitente.
- **Base**. Es el lugar donde se gestionan y administran las funciones primarias de logística durante un incidente; hay una base por incidente. El puesto de

mando del incidente puede situarse en el mismo lugar de la base.

- **Zona de concentración.** Lugar donde se colocan los recursos a la espera de ser asignados tácticamente.
- **Campamento.** Un lugar, situado en la zona general del incidente, separado de la base, dotado de equipo y personal que proporciona medios para dormir, alimentos, agua y servicios de higiene para el personal que responde al incidente.

Otro concepto fundamental del SMI durante las respuestas es el uso de comunicaciones integradas facilitadas mediante:

- la elaboración y ejecución de un plan común de comunicaciones; y
- la compatibilidad del equipo, los procedimientos y los sistemas de comunicación.

La gestión eficaz del SMI depende de la existencia de una cadena de mando clara. La cadena de mando es una línea ordenada de autoridad dentro de las filas de la organización que gestiona el incidente. De esta manera se implanta un mando unificado y ello permite que el personal de respuesta se organice durante un incidente químico, que a menudo es un evento poco organizado por su propia naturaleza. Bajo el mando unificado y a menos que el personal del organismo director indique otra cosa, todo el personal:

- depende jerárquicamente de un solo supervisor;
- se comunica oficialmente tan solo con ese supervisor.

3.5 COMUNICACIÓN

3.5.1 Comunicación interinstitucional

En cualquier incidente químico se necesita un mecanismo oportuno y sólido para notificar y movilizar a los organismos de gobierno nacionales y locales pertinentes. Es preciso que el mecanismo de alerta se ponga a prueba y se actualice periódicamente. La información de contacto obtenida de los mecanismos de alerta puede servir también

para facilitar la instrucción y coordinación de los organismos locales, regionales y nacionales con el fin de lograr una prevención y una respuesta eficaces a los incidentes químicos. Dependiendo de la situación, las organizaciones a las que se debe notificar de un incidente son las dependencias locales que pueden intervenir en la respuesta, otros organismos públicos y organizaciones no gubernamentales, los países vecinos y otros países, y las organizaciones internacionales.

Los protocolos de comunicación interinstitucional y los recursos técnicos correspondientes también permiten compartir la información acerca del incidente, como la identidad y la cantidad de los productos químicos liberados, el número de víctimas y su ubicación, los recursos desplegados y la evolución probable del incidente.

3.5.2 Comunicación de riesgos y comunicación en caso de crisis: información y advertencias dirigidas a la población

La comunicación pública puede ser uno de los aspectos más difíciles durante una emergencia química. La falta de comunicación o las explicaciones deficientes pueden propiciar comportamientos desaconsejables que a veces aumentan los riesgos entre la población y acarrear consecuencias negativas para la salud. Por ejemplo, en el incidente del gas en Bhopal se observaron las consecuencias de la falta de comunicación, pues al no saber qué hacer, muchas personas eligieron huir y así se expusieron al isocianato de metilo. Si se hubiese informado oportunamente a estas personas, habrían sabido que la mejor protección contra el gas consiste en tenderse en el suelo de un espacio cerrado y cubrirse la cara con un paño húmedo. Si la población hubiese conocido esta sencilla medida, probablemente se habrían salvado muchas vidas. Es importante reconocer que la comunicación de riesgos y la comunicación en caso de crisis son procesos delicados y requieren la intervención de especialistas.

La comunicación de riesgos a la población se realiza antes de que ocurra el incidente. Puede incluir

ESTUDIO DE CASO 8: CONTAMINACIÓN DEL AGUA POTABLE CAUSADA POR UNA EXPLOSIÓN EN UNA PLANTA QUÍMICA, RÍO SONGHUA (CHINA)

El 13 de noviembre de 2005 se produjo una explosión en la planta de la Compañía Química Industrial de Jilin, en el poblado chino del mismo nombre, que causó cinco muertos y dejó escapar 100 toneladas de contaminantes, en particular benceno, al río Songhua. El río es la fuente principal de agua de Harbin, una ciudad de casi 3 millones de habitantes, situada a 380 km aguas abajo de Jilin. También es tributario del río Amur, en Rusia, que fluye hacia el mar de Okhotsk.

Los contaminantes formaron una marea negra química que llegó a Harbin el 24 de noviembre. En ese momento, la marea medía 80 km de longitud. El gobierno municipal interrumpió el abastecimiento de agua durante cuatro días, y en ese tiempo la concentración de benceno en el río aumentó 33 veces por encima del nivel nacional de seguridad antes de disminuir a niveles aceptables. Para proporcionar agua potable limpia se perforaron más de 50 pozos y organismos del gobierno repartieron agua embotellada. Se aconsejó a los habitantes de Harbin que no se acercaran al río para evitar la contaminación por el aire. Además, la Dirección General de Protección Estatal de China aumentó el flujo de las centrales hidroeléctricas para diluir el contaminante y estableció estaciones de monitoreo de la calidad del agua a lo largo del río Songhua.

Al llegar a Khabarovsk, a orillas del río Amur en Rusia, varias semanas después, la marea se extendía a lo largo de 150 km. Aunque los detalles de la exposición se dieron a conocer con lentitud, las autoridades rusas contaron con un tiempo suficiente para aumentar la producción de agua embotellada de 75 a 1525 toneladas y para establecer 165 centros de distribución del agua a los pobladores.

Debido a la naturaleza internacional del río Songhua, la cooperación entre los funcionarios chinos y rusos llegó a las más altas esferas de gobierno. Se estableció un programa conjunto de ambos países para monitorear el agua y las autoridades chinas pidieron al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente que enviara un equipo de especialistas para ayudar en la mitigación y la evaluación.

En este caso la contaminación química tardó varias semanas para cruzar una frontera internacional; sin embargo, los escapes químicos que ocurren en puntos cercanos a la frontera pueden pasar pronto a países vecinos. Por tal motivo, un elemento importante y necesario para las medidas correctivas es la existencia de un plan de respuesta internacional

Este incidente también pone de relieve los mecanismos ideados por la comunidad internacional (representada en este caso por la Organización Mundial de la Salud y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) para apoyar a los países que sufren incidentes químicos. En el plan de respuesta a una emergencia química de un país se debe indicar que se puede solicitar asistencia durante el incidente o después.

ASPECTOS DESTACADOS

- Como los escapes causados por muchos incidentes químicos pueden atravesar fronteras internacionales, el plan de preparación tiene que establecer canales de comunicación entre países vecinos, especialmente cuando estos tienen una frontera común.
- Las organizaciones internacionales pueden facilitar la comunicación entre países. El Reglamento Sanitario Internacional 2005 (véase la sección 2.4.1) ofrece un sistema de notificación y alerta para eventos de salud pública de importancia internacional.

información sobre los peligros en las cercanías, incidentes hipotéticos, la preparación de las autoridades, las medidas de protección que las personas pueden tomar si se produce el incidente y el establecimiento de un canal de comunicación. La comunicación de riesgos genera confianza entre la población potencialmente afectada, el personal de emergencias y los salubristas. En tal virtud, sienta las bases de una comunicación eficaz en casos de crisis.

La comunicación durante un incidente generalmente se denomina comunicación en caso de crisis; es un

instrumento muy importante que facilita la respuesta de los organismos y funcionarios públicos para mitigar las consecuencias del incidente.

La comunicación con la comunidad durante una emergencia debe ceñirse a varias reglas, descritas en la sección 5.6. A lo largo del incidente resulta especialmente útil contar con un programa coordinado de comunicación. Una buena forma de ponerlo en práctica es utilizar el sistema de mando en caso de incidente. En la etapa de preparación se puede elaborar y poner a prueba un sistema de comunicación durante una crisis.

ESTUDIO DE CASO 9: VERTIDO ILEGAL DE RESIDUOS TÓXICOS EN ABIDJAN (CÔTE D'IVOIRE)

En altas horas de la noche del 19 de agosto de 2006, el barco *Probo Koala* descargó unas 500 toneladas de residuos para su eliminación en Abidjan (Côte d'Ivoire). Corría el rumor de que esa carga era agua sucia para lavar los depósitos de gasolina del barco y su manejo estaba a cargo de una empresa local creada pocas semanas antes. En el transcurso de la noche, los desechos fueron vertidos en más de 20 lugares alrededor de la ciudad.

Al poco tiempo, entre los pobladores empezaron a aparecer casos de hemorragia nasal, náuseas, dolores de cabeza, irritación cutánea y ocular, y problemas respiratorios. La gran cantidad de personas que presentaban problemas de salud obligó a realizar una investigación, la cual demostró que los residuos descargados del *Probo Koala* contenían sustancias muy peligrosas como sulfuro de hidrógeno, mercaptanos e hidróxido de sodio.^a

En poco tiempo, los centros de atención médica no dieron abasto para atender a las personas que acudían en busca de tratamiento. Como consecuencia, sobrevinieron una gran desorganización de los servicios médicos y una escasez de suministros médicos. El 25 de septiembre de 2006, la crisis había causado ocho muertes, 68 hospitalizaciones y más de 77 000 consultas de hospital.^b

Las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud enviaron expertos a Abidjan para ayudar al gobierno a gestionar los aspectos de la asistencia sanitaria de la crisis. Los expertos ayudaron a coordinar la respuesta de salud pública participando en la evaluación de los riesgos que planteaban las sustancias químicas, la información transmitida a la gente, la prevención de una exposición más amplia y el envío de suministros médicos al país. Al mismo tiempo, un equipo francés llegó al país para proteger los sitios peligrosos y ocuparse de la limpieza de los residuos.^c

La crisis de los residuos tóxicos en Côte d'Ivoire fue el resultado de una aplicación deficiente de las reglamentaciones y los controles ambientales y también de la corrupción. Esta combinación permitió que los residuos fuesen manipulados por una empresa que no tenía ninguna experiencia en la gestión de productos químicos peligrosos. En general, representa un recordatorio de la importancia de que los países pongan en práctica el Convenio de Basilea, que pretende controlar los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, particularmente en los países en desarrollo.

ASPECTOS DESTACADOS

- La aplicación de convenios internacionales como el de Basilea es un paso importante para prevenir el traslado de residuos tóxicos a países carentes de la infraestructura para tratar productos químicos.
- Los reglamentos y controles ambientales son importantes para detectar materiales potencialmente peligrosos y lograr que se manejen correctamente.
- Es preciso implantar un sistema para detectar incidentes químicos por el aumento repentino de personas que acuden a consulta.
- Todo plan de preparación debe tener en cuenta la posibilidad de un aumento repentino del número de personas que acuden a los centros de asistencia sanitaria.
- Es necesario contar con una buena comunicación con la comunidad para fomentar una respuesta eficaz y la disminución de los riesgos por parte de los habitantes, así como aumentar la confianza en los organismos públicos a nivel local y nacional. Estos aspectos deben ser considerados en el plan de preparación.

^a Organización Mundial de la Salud. Déversement des déchets toxiques en Côte d'Ivoire (<http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2006/np26/fr/index.html>).

^b United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. Situation Report no 10. Crise des déchets toxiques/toxic wastes pollution crisis, Côte d'Ivoire (<http://www.reliefweb.int/rw/RWB.NSF/db900SID/KKEE-6U2PVT?OpenDocument>).

^c Actualités des Nations Unies à Genève. Le Blog de la Mission de France. Côte d'Ivoire : les déchets toxiques seront traités en France (<http://www.delegfrance-onu-geneve.org/blog/index.php?2006/11/06/150-cote-divoire-les-dechets-toxiques-seront-traites-en-france>).

Esto incluye planes, procedimientos, mando y control, designación de portavoces y mensajes estandarizados para las posibles situaciones. Hay varios recursos sobre la comunicación en caso de crisis.^{1, 2, 3}

¹ US Department of Health and Human Services. Communicating in a crisis: risk communication guidelines for public officials (www.riskcommunication.samhsa.gov/index.htm).

² Health Canada. Crisis/emergency communications guidelines (<http://www.phac-aspc.gc.ca/sars-sras/cecg-tcu/hc-cecg.pdf>). The Peter Sandman risk communication website. Crisis communication: guidelines for action (www.petersandman.com/handouts/AIHA-DVD.htm).

³ World Health Organization. Effective media communication during public health emergencies (www.who.int/csr/resources/publications/WHO_CDS_2005_31/en/).

3.6 FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD HUMANA

Las simulaciones de respuesta a incidentes químicos son necesarias tanto en el nivel nacional como en el local; deben ser dirigidas por una organización coordinadora que también proporcione los materiales didácticos. La planificación (y los ensayos) ayudan a comprobar que las personas aprendan y comprendan

sus funciones antes de que ocurra el incidente. Es importante contar con métodos para examinar o evaluar las simulaciones a fin de detectar deficiencias de los servicios y vigilar la eficacia y eficiencia de los grupos locales multidisciplinarios de salud pública. Después de cada incidente o simulación de capacitación se debe realizar un examen o auditoría a fondo del plan, la infraestructura, las capacidades y su puesta en práctica. La auditoría del incidente aporta enseñanzas valiosas sobre las partes del plan que dieron buen resultado y las que necesitan mejorarse. Además de estas actividades, es muy importante procurar que se desplieguen esfuerzos en paralelo para enseñar a los gestores a abordar cuestiones como la gestión de recursos humanos, conflictos y logística, las líneas de mando claras y las aptitudes de control y comunicación.

3.6.1 Capacitación

El establecimiento de un programa sistemático de capacitación y la participación en las simulaciones son componentes esenciales de la preparación y respuesta a incidentes químicos. Hay que establecer los requisitos mínimos de dicho programa con miras a que la capacitación se uniforme y armonice en todo el país y se ciña a las normas nacionales. Se debe capacitar a los equipos locales para que respondan correctamente a situaciones que pueden desembocar en incidentes químicos; deben aprender a responder a un incidente químico real para reducir al mínimo los riesgos de los trabajadores, el personal de respuesta, el común de la gente y el medio ambiente.

Las personas y organizaciones que tienen responsabilidades específicas en situaciones que exigen la respuesta a un incidente químico deben recibir capacitación teórica y práctica conjunta acerca del uso y la puesta en práctica de planes de respuesta en caso de emergencias apropiados para dicho incidente. La coordinación y comunicación

apropiadas habilitarán al personal de respuesta para que conozca bien el gran esfuerzo de cooperación que se necesita para responder a un incidente químico. Reviste una importancia decisiva que las personas que tienen responsabilidades en caso de un incidente químico se conozcan, se familiaricen con los procedimientos de cada uno, reconozcan la necesidad de que otras partes se integren a la organización y se den cuenta de las funciones y responsabilidades de otros y las dificultades para desempeñarlas. Un programa de capacitación eficaz debe también procurar que todas las organizaciones implicadas estén acostumbradas a colaborar eficazmente.

Programa de capacitación básica

La capacitación básica del equipo de respuesta local es un mecanismo importante que permite al personal de todas las organizaciones tener un conocimiento básico de sus propias necesidades y capacidades especializadas y las de los demás. El programa de capacitación básica debe incluir componentes informativos, de procedimiento y prácticos. Es esencial que estos programas se impartan regularmente a fin de que las personas se mantengan al tanto de los componentes clave del programa de respuesta a incidentes y reciban actualizaciones sobre tecnologías nuevas y peligros potenciales diferentes. Estos son los elementos de salud pública que debe incluir el programa:

- las sustancias químicas y su destino y persistencia en el medio ambiente;
- síntomas comunes que acompañan a la exposición a distintos productos químicos;
- aspectos epidemiológicos y toxicológicos;
- evaluación de riesgos y de la exposición;
- normas y procedimientos de emergencia para reducir el riesgo para el personal de respuesta y para la población;
- uso correcto y limitaciones del equipo de protección;
- refugio y medidas de protección;

- obtención de muestras biológicas y ambientales;
- componentes fundamentales de un sistema de control de un peligro químico mayor;
- técnicas de comunicación de riesgos;
- sitios químicos locales.

Los programas de evaluación de las repercusiones sobre la comunidad, que se exponen en la sección 3.3, deben considerarse una oportunidad para involucrar a las personas y comunidades locales con poca experiencia en epidemiología, toxicología y evaluación ambiental, de manera que los colegas expertos ayuden a las personas y los miembros de la comunidad menos informados a entender la respuesta al incidente. Otras funciones de salud pública, como el establecimiento de un sistema de vigilancia, pueden también brindar oportunidades de capacitación. En las secciones siguientes se describen los componentes fundamentales de un programa eficaz de capacitación y preparación para casos de emergencia.

3.6.2 Simulaciones

El personal necesitará capacitación en las áreas básicas pertinentes. Los países deben examinar la mejor manera de brindar acceso a la capacitación completa a todos los profesionales sanitarios y ambientales que puedan tener la responsabilidad de responder a incidentes químicos. Esta puede organizarse por conducto de los centros de formación de salud pública, centros de toxicología, centros nacionales de información y orientación o unidades de respuesta locales.

Se ha demostrado claramente que la eficacia de la enseñanza teórica se optimiza mediante las simulaciones. Estas se clasifican generalmente en tres categorías: simulaciones teóricas, simulaciones funcionales y simulaciones a gran escala; pueden efectuarse en relación con una disciplina o como simulaciones multidisciplinarias. Cada organismo

puede optar por realizar simulaciones preliminares de orientación para dar a conocer a los participantes las responsabilidades que les competen en el marco del plan de incidentes químicos y prepararlos para las simulaciones.

Simulaciones de orientación

Una simulación de orientación da a conocer al personal las normas y procedimientos del plan de incidentes químicos y ofrece un panorama general de sus disposiciones. Resulta especialmente eficaz para que el personal conozca sus funciones y responsabilidades y cómo tener acceso a información fundamental y orientación de los especialistas. La capacitación orientadora también ayuda a clarificar elementos complejos o delicados del plan. La simulación de orientación no supone por lo general una simulación directa sino que se utiliza para examinar los procedimientos del plan y aplicarlos informalmente a posibles situaciones de emergencia, preferiblemente las que involucran sitios y productos químicos prioritarios locales. Este tipo de capacitación debe ser dirigido a las personas que conocen por vez primera el sistema de respuesta a incidentes químicos, como los empleados nuevos.

Simulaciones teóricas

Las simulaciones teóricas en el nivel institucional están estructuradas más formalmente que las de orientación y con frecuencia implican a varios sectores que tienen responsabilidades dentro del plan de

ENLACES WEB 4: SIMULACIONES

Para obtener más información sobre las simulaciones de incidentes visite el Organismo de Protección de la Salud del Reino Unido en: http://www.hpa.org.uk/hpa/erd/erd_exercises.htm, y el programa de simulaciones y evaluación del Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos en: <https://hseep.dhs.gov/>. Para obtener información sobre cursos de capacitación visite el Instituto Federal de Gestión de Emergencias en: <http://training.fema.gov/emiweb/IS/crslist.asp>

incidentes químicos. Las situaciones y los problemas preparados se combinan con representación de papeles para generar el debate en torno al plan, sus procedimientos, los recursos a los que puede recurrirse y las normas que deben respetarse al tomar decisiones. Las simulaciones teóricas son un buen método para familiarizar a las personas y grupos locales con sus funciones y demostrar la coordinación apropiada. Crean un entorno adecuado para reforzar la lógica y el contenido del plan e integrar nuevos principios en la toma de decisiones. Durante estas simulaciones se debe alentar a los participantes a exponer las posibles limitaciones del plan de respuesta que hayan podido reconocer por conducto de la capacitación o la experiencia.

Se estimula a los participantes a representar los papeles de los pasos cruciales, reconocer dificultades, aplicar los conocimientos especializados de otros sectores incluidos y resolver problemas. Las simulaciones teóricas suelen tardar entre dos y cuatro horas y requieren facilitadores especializados que conozcan íntimamente el sistema de respuesta. Estos facilitadores deben alternarse entre los distintos organismos a fin de que las personas que responden se familiaricen con los diversos estilos de la respuesta en casos de emergencia.

Simulaciones funcionales

Una simulación funcional está concebida para brindar capacitación y evaluación de las operaciones y la gestión integradas en casos de emergencia. Son más complejas que las simulaciones teóricas y en ellas se presta especial atención a la interacción a escala completa de los decisores y la coordinación institucional que intervienen en un centro prototípico de coordinación en caso de incidentes. Todas las operaciones sobre el terreno son simuladas; la información acerca de las actividades se transmite por el equipo de comunicación por radio o teléfono. Las simulaciones funcionales permiten que los decisores, los coordinadores del incidente que no están en el sitio, los gestores del incidente en el sitio y

el personal de coordinación y operaciones practiquen la gestión de emergencias en una situación realista con límites de tiempo y la tensión consiguiente. En ellas participan por lo general varias organizaciones y dependencias que desean practicar la interacción de una serie de funciones de emergencia, como la recopilación inicial de información de la línea telefónica especial para el incidente, la composición del equipo esencial, la dirección y control de las comunicaciones y el acceso a las bases de datos y la movilización de especialistas para ofrecer orientación, advertencias a la población y decisiones sobre la evacuación.

Simulaciones a gran escala

Estas simulaciones se centran en los múltiples componentes de un sistema de respuesta y gestión en casos de emergencia que actúan simultáneamente. Permiten que los participantes experimenten los elementos interactivos de un programa comunitario de respuesta en casos de emergencia de manera análoga a la simulación funcional, pero ahora se agrega un componente sobre el terreno. Una situación hipotética detallada y la simulación se usan para dar una idea aproximada de una emergencia que proporciona dirección y operaciones sobre el terreno, e incluye además las funciones de coordinación y formulación de políticas en el centro de coordinación del incidente fuera del sitio. Por lo común se practican la dirección y el control, la movilización de recursos, las comunicaciones, la evaluación, la descontaminación, el tratamiento y el triaje, y otras funciones especiales.

Resultado y evaluación de las simulaciones

De manera análoga a una auditoría de la respuesta a un incidente químico real, el examen de las simulaciones permite actualizar y mejorar el plan de respuesta a un incidente químico y reconocer las necesidades de capacitación. Es importante que el examen se haga con un enfoque positivo; debe concentrarse en los puntos fuertes del programa, pero también señalar las carencias de una manera

positiva y reforzadora. Todo examen debe tener seguimiento y abarcar como mínimo las tres esferas siguientes:

- Planes y procedimientos: ¿funcionaron los planes?, ¿hay que hacer alguna mejora?
- Trabajo en equipo: ¿Cómo actuaron individualmente los miembros del equipo y cómo interactuaron entre sí y con las partes externas?
- Decisiones: ¿extrajo el equipo las conclusiones correctas y formuló las debidas recomendaciones, habida cuenta de la información disponible?

4 DETECCIÓN Y ALERTA

Algunos incidentes químicos hipotéticos (sección 1.2.2) revelan palmariamente sus efectos catastróficos y la posibilidad de afectar a poblaciones numerosas. Sin embargo, casi todos son incidentes pequeños o medianos de los que pocas personas (tal vez el contaminador y las personas directamente involucradas) se enteran al principio. Muchas veces, el contaminador no denuncia a las autoridades que se ha producido un escape de sustancias químicas. Puede ser que el contaminador considere que el incidente es de poca monta y lo puede resolver sin ayuda externa; pero es frecuente que carezca de los conocimientos y la capacitación apropiados para evaluar el riesgo potencial de un escape de sustancias químicas. El contaminador puede también abstenerse de notificar a los servicios de emergencia o sanitarios por otros motivos, como el deseo de pasar inadvertido, su desconocimiento o desprecio de los riesgos para los seres humanos o el medio ambiente o la renuencia a afrontar las consecuencias económicas del incidente. Puede también sentir temor a un juicio penal o civil por causa del escape. Un incidente químico puede ejercer efectos inmediatos o prolongados en la salud colectiva, y los socorristas y las autoridades sanitarias tienen que ser capaces de reconocer las crisis en el momento en que surgen a fin de evaluar y reducir al mínimo sus consecuencias.

4.1 ESTABLECER MÉTODOS PARA DETECTAR INCIDENTES QUÍMICOS

Las autoridades locales de emergencias y de salud pública pueden tener conocimiento de un escape de sustancias químicas de distintas maneras, como la notificación de las personas responsables del incidente, la denuncia por los ciudadanos de algún indicio visible (como una explosión) o de trastornos ambientales o de salud menos evidentes, como la aparición de suciedad en la superficie del agua, la presencia de una columna de humo contaminante, la muerte de animales silvestres o la irritación ocular o nasal en los seres humanos. Cabe señalar que con frecuencia los ciudadanos manifiestan una gran preocupación frente a los posibles efectos sobre la salud o el medio ambiente. Las autoridades deben tener muy presente esta inquietud y procurar informar correctamente a las comunidades afectadas. La comunicación pública se examina con pormenores en la sección 5.6.

Además de las denuncias o avisos de los ciudadanos o los responsables del escape de sustancias químicas, hay varios métodos que ayudan a detectar incidentes químicos, como son la capacitación de los funcionarios de salud pública, los médicos, los socorristas y los ciudadanos para que sepan reconocer los incidentes químicos; la vigilancia sanitaria; y los sistemas de monitoreo ambiental.

Cuando se detecta un incidente las autoridades competentes y preparadas pueden responder correctamente, evaluar los riesgos sanitarios y ambientales y aplicar medidas eficaces basadas en las normas y procedimientos establecidos. Según cómo evolucione el incidente, podrán necesitarse el apoyo y la capacidad profesional del nivel nacional.

Capacitación para reconocer los incidentes químicos

Distintos miembros de la comunidad de salud pública (socorristas, autoridades sanitarias, médicos, centros de toxicología, epidemiólogos y otros) y otros interesados (como los funcionarios a cargo del sector industrial involucrado) deberían recibir capacitación para reconocer posibles incidentes químicos y responder como es debido. Este proceso entraña los siguientes elementos:

- Las autoridades sanitarias, los médicos y los socorristas deben recibir formación para saber reconocer los incidentes químicos a fin de que estén alerta y sepan reaccionar correctamente.
- Se debe crear y dar a conocer ampliamente un número telefónico de emergencia o un sitio en internet que funcione las 24 horas para que los salubristas, las autoridades de respuesta a las

emergencias y otras (como las que tienen a su cargo la inocuidad del agua y los alimentos) y los ciudadanos denuncien los incidentes químicos a las autoridades competentes.

- Es preciso implantar sistemas de vigilancia y monitorización que proporcionen indicadores cuantitativos de las tendencias ambientales y sanitarias.

4.2 VIGILANCIA DE SALUD Y AMBIENTAL

4.2.1 Vigilancia de la salud de la población

Uno de los elementos más importantes de un sistema de gestión de eventos tóxicos debe ser la implantación un programa de vigilancia de la salud en el nivel administrativo más apropiado. Este programa se ocupará de recoger, analizar e interpretar, de manera continua y sistemática, datos de salud; además, el punto de partida será una evaluación inicial como se describe en la sección 3.3, a fin de:

- reconocer oportunamente un evento de salud que pueda estar relacionado con un escape de sustancias químicas;

ESTUDIO DE CASO 10: BROTE EPIDÉMICO DE ENFERMEDAD CAUSADO POR EL USO INADVERTIDO DE UN INSECTICIDA EN LA ELABORACIÓN DE GOLOSINAS, BOHOL (FILIPINAS)

El 9 de marzo de 2005, durante el recreo matutino, los alumnos de una escuela primaria en la ciudad de Mabini compraron bolas fritas de mandioca a vendedores callejeros. Pocos minutos después de haber comido la golosina, algunos niños empezaron a presentar síntomas como dolor estomacal intenso, vómitos y diarrea. Antes de que pudieran llegar al hospital, 14 niños entre los 7 y los 13 años de edad habían muerto. Otros 13 murieron al llegar a hospitales de la zona. En total, hubo 29 muertos y 104 pacientes hospitalizados.

En este incidente, el Departamento de Salud colaboró con toxicólogos del Centro de Toxicología de la Universidad de Filipinas para identificar la causa del brote, determinar el origen e idear métodos para contrarrestar la amenaza. Al principio, las autoridades sospecharon que la causa de los efectos nocivos agudos era una forma de cianuro que ocurre naturalmente en la mandioca. No obstante, el tipo de síntomas, las concentraciones bajas de cianuro en el organismo de las personas afectadas y la rápida recuperación de los supervivientes cuando se les administraba atropina apuntaban a un agente neurotóxico distinto del cianuro. Cuatro días después del inicio del brote, los investigadores recuperaron un sobre usado del insecticida carbamato de la cocina de uno de los vendedores de mandioca. Los análisis analíticos indicaron que el carbamato, un polvo blanco inodoro, se había usado por error en las golosinas en vez de harina.

ASPECTOS DESTACADOS

- Durante un brote epidémico se debe recurrir a todas las fuentes posibles, como los centros de toxicología, a fin de reconocer rápidamente la causa y atajar el brote. Se debe prestar atención a la «parte causante» del brote (en este caso, el vendedor callejero). La información proporcionada es útil a la hora de integrar la situación hipotética del brote.
- Se debe contar con medios para detectar los brotes epidémicos y afrontarlos lo más rápido que sea posible. Para la detección de brotes se deben considerar los sistemas de vigilancia basados en hospitales o en centros de toxicología.

- monitorizar los distintos tipos de indicadores de salud de la población;
- estimular investigaciones epidemiológicas dirigidas a mejorar la prevención y el control; y
- evaluar la eficacia de las medidas de control.

El programa de vigilancia sanitaria sistemática debe recopilar periódicamente información actual sobre estadísticas sanitarias y actualizaciones periódicas de fenómenos sanitarios irregulares que puedan ser indicio de un escape de sustancias químicas. Esa información puede ser recopilada y analizada por dependencias públicas a todos los niveles, pero tendrá que guardarse en una base de datos mantenida por una organización nacional. Un programa de esta índole debe poseer los atributos de sencillez, flexibilidad, aceptación, sensibilidad, representatividad y oportunidad. En las secciones siguientes se describen los componentes esenciales del sistema de vigilancia sanitaria sistemática.

4.2.2 Estadísticas de salud generales

Los datos de procedencia diversa (censos de población, hospitales o registros de enfermedades) habrán de recopilarse, organizarse y presentarse de una forma que facilite el análisis eficaz de las tendencias y el establecimiento de comparaciones. En consecuencia, la recopilación tiene que ser práctica y los datos han de ser exactos, completos, actuales y de acceso fácil para quienes toman las decisiones. Conviene además ser consciente de las limitaciones de cada fuente de información. Además, como los datos de salud probablemente correspondan a grupos de población diferentes y sean recogidos por muchas personas, es preciso procurar que los métodos de recopilación sean coherentes. En lo que sigue se describen las fuentes de información corrientes.

Censos

La cuantificación y definición de los grupos de población es imprescindible para determinar las tasas de incidencia y evaluar las exposiciones a riesgos. Los censos de población se realizan sistemáticamente en

muchos países. Sin embargo, la fiabilidad de los datos censales puede verse afectada por los movimientos migratorios y los cambios en las tasas de natalidad y de mortalidad, y desde luego por la frecuencia con que se efectúan los censos. Los datos de los censos periódicos pueden servir para establecer las estadísticas del punto de partida que luego pueden ayudar a conseguir y coordinar los recursos necesarios durante un incidente químico. Las dependencias gubernamentales obtienen de los censos información importantísima para fines de planificación.

Tasas de mortalidad

Casi todos los países cuentan con programas para el registro de las defunciones, a menudo complementados con datos sobre las causas. El uso de los códigos de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE)¹ permite uniformar la notificación; pero la CIE no suele ser útil para notificar incidentes químicos porque no incluye todas las causas químicas. Los datos de mortalidad pueden servir para efectuar estudios retrospectivos o evaluar la exposición crónica. Una posible limitación de estos datos es la inexactitud atribuible a errores, los cuales pueden producirse en diversas etapas de la recopilación, que van desde el establecimiento del diagnóstico clínico hasta la preparación del certificado de defunción, pasando por la copia, la clasificación y la codificación de estos datos al certificado de defunción; y el procesamiento, el análisis y la interpretación de las estadísticas resultantes.

Datos de ingresos hospitalarios

En muchos países estos datos son una buena fuente de información sobre enfermedades y discapacidad. No obstante, estos datos son específicos de la zona donde se encuentra el hospital y no reflejan lo que ocurre en toda la zona geográfica. Además, los datos sobre morbilidad se presentan de ordinario según el sistema de la CIE (véase antes), que no permite la clasificación completa de las enfermedades por causas químicas. Cuando hay que estudiar determinadas enfermedades, las tasas de ingreso hospitalario del grupo de población

¹ Organización Mundial de la Salud. Clasificación Internacional de Enfermedades, 10ª. revisión, 2007 (<http://www.who.int/classifications/apps/icd/icd10online/>).

que interesa deben calcularse consultando los archivos de todos los hospitales que hayan tratado pacientes con un cuadro clínico parecido. La actualización sistemática de los datos de ingresos hospitalarios puede aportar información valiosa en relación con un incidente químico. Las elevaciones imprevistas del número de ingresos hospitalarios pueden revelar la aparición de un evento agudo que exija la intervención apropiada del gobierno. Las pautas terapéuticas que puedan corresponder a determinados efectos nocivos o la exposición a ciertas sustancias también aportan indicios valiosos de eventos químicos accidentales o que no se han notificado. Por ello, es imprescindible que los profesionales sanitarios sean capaces de reconocer estos signos y responder correctamente.

Otros servicios de asistencia médica

También se puede obtener información de servicios de asistencia ambulatoria, consultorios privados, servicios de urgencias y otros centros de atención primaria. Los datos resumidos notificados sistemáticamente por agrupaciones privadas aportan información valiosa que puede usarse para gestionar los incidentes químicos. Lamentablemente, los datos procedentes de estas fuentes no siempre son coherentes entre países y pueden ser variables incluso dentro de un mismo país. En consecuencia, es importante implantar métodos uniformes para introducir la información en una base de datos a fin de facilitar la coordinación rápida de los profesionales sanitarios en caso de un incidente químico.

Registros de cáncer

Estos registros han sido útiles para detectar conglomerados geográficos y temporales de cáncer, y a veces han ayudado a allanar los temores de la gente con respecto a la presunta existencia de conglomerados de casos en torno a una planta química. Esta información es importante en el análisis retrospectivo. Sin embargo, a la hora de gestionar incidentes químicos actuales o futuros la utilización del cáncer como un posible criterio de evaluación tiene grandes limitaciones. En concreto, el periodo de latencia entre la exposición y la enfermedad es prolongado (generalmente 20 años o más), lo que de ordinario se complica por la carencia de información

exacta acerca de la exposición de los enfermos de cáncer. Además, puede resultar difícil seguir a las personas durante 20 años o más. De modo parecido, el cáncer puede tener muchas causas y algunas no se conocen bien. A pesar de todo, la información de los registros de cáncer locales y nacionales puede ser útil para evaluar problemas de salud pública prolongados con los que se enfrentan los gobiernos nacionales.

Registros de malformaciones congénitas

En algunos países se han establecido registros basados en grupos de población locales y nacionales con el fin de fomentar la investigación en torno a las causas de las malformaciones congénitas y detectar cambios en las tasas de prevalencia de estas. La experiencia ha demostrado que en estos registros la detección y notificación de las malformaciones lleva mucho tiempo y por ello no es factible usar esos datos para identificar incidentes químicos. Estos registros pueden ser más útiles para la evaluación retrospectiva de los efectos sobre la salud de la población después de incidentes de exposición conocidos, en cuyo caso será necesario vincular los nuevos accesos en el registro de malformaciones congénitas con el grupo de personas expuestas.

4.2.3 Enfermedades o trastornos centinela

Se denomina así a la aparición de un caso de enfermedad evitable, discapacidad o muerte prematura que representa un signo de alerta de que se ha producido o está empezando una exposición ambiental peligrosa. Como parte de la vigilancia y notificación epidemiológicas (por ejemplo, por un centro de toxicología), la finalidad principal de la vigilancia local de enfermedades o trastornos centinela es reconocer escapes de sustancias químicas que no se han advertido o denunciado, como sucedió en Panamá (sección 4, página 57). La detección de un suceso centinela sirve a las autoridades locales para reconocer la necesidad de:

- emprender estudios epidemiológicos o ambientales;
- idear medidas de control para suprimir la vía de exposición peligrosa, ya sea ambiental, alimentaria o hídrica;

- poner en práctica medidas preventivas por las dependencias locales para disminuir las probabilidades de que ocurra un incidente en particular; y
- proporcionar tratamiento y medidas preventivas a los casos individuales y otras personas expuestas.

El personal que tiene a su cargo la respuesta al incidente químico local puede colaborar con la comunidad para reconocer las enfermedades relacionadas con sustancias químicas de importancia. Se puede confeccionar una lista de signos de advertencia para uso de las comunidades en riesgo. El examen médico sistemático de los obreros de la localidad puede también ayudar a las autoridades sanitarias a detectar efectos nocivos inusuales, agudos o crónicos, relacionados con incidentes químicos que han pasado inadvertidos. También se puede establecer un sistema de notificación de sucesos sanitarios centinela si la comunidad lo considera factible e importante. Cuando ha ocurrido un incidente, se pueden establecer sistemas clínicos específicos para notificar sucesos centinela de salud en los alrededores de los sitios de la contaminación con alcance local, regional o nacional que se apoyen en sistemas de notificación sistemáticos como los basados en los certificados de defunción o los registros de cáncer. Esta vigilancia complementaria puede ser importante para conocer los posibles efectos del escape de sustancias químicas a lo largo del tiempo en la población afectada. Los centros de toxicología locales podrían apoyar estas actividades.

4.2.4 Los problemas de los sistemas de vigilancia sanitaria de la población

La instauración o el mantenimiento de un sistema de esta clase entraña varias dificultades posibles. Los encargados de gestionar emergencias químicas pueden enfrentarse con la falta o inexactitud de los datos, errores en el análisis de estos, información desorganizada, recursos insuficientes, cuestiones de confidencialidad y los intereses diversos y a veces contradictorios de las distintas entidades notificadoras.

Para lograr que los sistemas de vigilancia funcionen bien cuando ocurre un incidente químico es necesario que se coordinen las autoridades locales, que generalmente recopilan los datos; las regionales, que los resumen o gestionan; y las nacionales, que los analizan

4.2.5 Monitoreo ambiental

Como pudo comprobarse en el incidente del río Songhua en China (sección 3, página 44), un elemento principal en el sistema de gestión eficaz de incidentes químicos es la creación de un programa de monitoreo ambiental sistemático en las zonas de alto riesgo o densamente pobladas. El programa debe efectuar mediciones periódicas de las concentraciones de sustancias químicas en diversos medios de exposición (agua, suelo, aire o alimentos) de las zonas vecinas a las posibles fuentes de liberación de sustancias químicas, como los terrenos industriales. Un programa de este tipo, que abarca la recopilación, el análisis y la interpretación continuos y sistemáticos de datos ambientales, reviste importancia por varios motivos, entre los cuales se destacan los siguientes:

- proporcionar datos sobre las concentraciones de base de las sustancias químicas en los medios de exposición ambiental;
- demostrar cualquier variación normal de esas concentraciones;
- advertir cuando se detecta un aumento súbito de dichas concentraciones;
- facilitar la comparación de las concentraciones a raíz de un incidente químico; y determinar el momento en que las concentraciones vuelven a los valores de base.

Los sistemas de monitoreo ambiental sistemático deben centrar su atención en evaluar las concentraciones de sustancias químicas posiblemente peligrosas en diversos medios de exposición ambientales. Se debe evaluar en particular la posible contaminación del aire, el agua, el suelo y los cultivos alimentarios en las cercanías de las plantas químicas, y monitorear la gama de sustancias químicas que se fabrican,

usan o almacenan, así como los correspondientes productos de degradación. La finalidad del programa es determinar las concentraciones de base de las sustancias, que luego sirven para reconocer los aumentos que se producen como consecuencia de un escape. Por consiguiente, con el fin de que los datos de base sean representativos de las condiciones normales, los datos de muestreo ambiental deberán actualizarse periódicamente a intervalos que dependen de las fluctuaciones previstas del producto contaminante en el ambiente local.

Es importante efectuar mediciones ambientales, y para ello se requiere contar con personal calificado y bien equipado. La capacitación correcta reviste una importancia decisiva. El muestreo ambiental coherente y válido deberá basarse en un procedimiento operativo estándar que incluya protocolos para los métodos de obtención de muestras. Un procedimiento de este tipo se describe en el recuadro 5.

A pesar de que el muestreo ambiental ofrece información de importancia decisiva, todas las técnicas de obtención de muestras de este tipo tienen limitaciones. Antes de

RECUADRO 5: PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTÁNDAR PARA LA RECOGIDA DE MUESTRAS AMBIENTALES

El procedimiento operativo estándar tiene la finalidad de lograr que los datos se recopilen de manera coherente y válida. En él se deben indicar los laboratorios cualificados que tienen la capacidad de efectuar procedimientos de control de la calidad, o se deben enumerar los criterios para seleccionar dichos laboratorios.

Debe asimismo incorporar información sobre la manera de trazar un plan sistemático de recogida de las muestras en las zonas de interés. Antes de recoger las muestras se deben tener en cuenta muchos factores, como son la duración, frecuencia y métodos de la recogida, así como la comparación de las concentraciones con muestras testigo. Asimismo, las técnicas de medición ambiental deben tomar en consideración los siguientes aspectos de los contaminantes de interés:

- carácter representativo
- independencia
- precisión
- exactitud.

echar a andar el programa de monitoreo hay que entender y tener en cuenta limitaciones tales como la concentración más baja de un contaminante determinado que puede cuantificarse de manera fidedigna o las interferencias derivadas de la matriz en que se mide el contaminante. Otra limitación común es que muchas técnicas de medición requieren el empleo de equipo de monitoreo que se ve afectado por factores como la temperatura y la humedad. Se pueden aplicar métodos de control de calidad,¹ como la recogida de muestras duplicadas y el uso de muestras blanco, para reducir los errores de muestreo. Estas cuestiones deben formar parte del plan de garantía y control de la calidad del monitoreo ambiental sistemático.

Una limitación común, pero no insuperable, es el costo. El equipo puede ser caro y los gastos de mantenimiento (por ejemplo, la calibración de los instrumentos) y de los laboratorios de análisis pueden ser elevados. Como es importante que los resultados del monitoreo ambiental sean válidos, suele ser difícil evitar los costos elevados conexos. Las dos estrategias que se describen a continuación permiten analizar muestras que sean válidas en el momento del incidente. La segunda opción puede ayudar a disminuir los costos elevados de los análisis de laboratorio:

1. Analizar todas las muestras en el momento de la recogida para determinar todos los contaminantes que puedan encontrarse en el lugar de un incidente. Los costos son altos, pero los datos pueden ser utilizados por otras entidades con fines diferentes. Por lo tanto, los costos podrían repartirse entre esas entidades y la comunidad, que también puede querer utilizar los datos.
2. Almacenar las muestras y analizarlas únicamente si se produce un incidente de escape de sustancias químicas y buscando tan solo los contaminantes de interés. La aplicación de esta estrategia puede reducir los costos al mínimo. Conviene recordar que algunas muestras solo pueden almacenarse por un

¹ United Nations Environment Programme, International Labour Organization and World Health Organization. Environmental Health Criteria 214. Quality Assurance and Quality Control (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc214.htm#SectionNumber:11.2>).

ESTUDIO DE CASO 11: INTOXICACIÓN COLECTIVA CON ENDOSULFÁN, DISTRITO DE JABALPUR (INDIA)^a

El 14 de enero de 2002 se notificó la aparición de una enfermedad misteriosa en Amarpur, una pequeña aldea de 600 habitantes cerca de Jabalpur (India). La enfermedad había comenzado en dos niños y al poco tiempo casi todos los miembros de seis familias presentaban síntomas entre moderados y graves consistentes en vómitos, mareo, desviación de los globos oculares y movimientos anormales de los miembros, seguidos de pérdida de la conciencia. Como se presumió que estaban poseídos por malos espíritus, los aldeanos afectados no recibieron tratamiento médico y, como consecuencia, en la primera semana murieron tres niños, de 3, 5 y 15 años de edad. Durante la segunda semana, algunos aldeanos enfermos ingresaron en el hospital de distrito y se recuperaron por completo. Sin embargo, las convulsiones reaparecieron cuando volvieron a casa. En la tercera semana, 10 personas fueron internadas en el hospital de la facultad de medicina de una ciudad cercana.

El 13 de febrero de 2002 un equipo de salubristas llegó a Amarpur. Allí recogieron información de varias fuentes, desde conversaciones con los aldeanos y los médicos de los hospitales hasta el examen del expediente médico de las 10 personas hospitalizadas.

La evolución clínica de la enfermedad y las pautas observadas en el uso de plaguicidas por los aldeanos pronto llevaron a los salubristas a sospechar una intoxicación colectiva con endosulfán, plaguicida ampliamente utilizado en la India. Con el consentimiento de los padres o los pacientes, se extrajeron muestras de sangre de ocho pacientes hospitalizados. También se recogieron muestras de alimentos para analizarlas.

La identificación de concentraciones elevadas de endosulfán en relación con la masa total (676 ppm) en una muestra de laddu (dulce elaborado con harina de trigo) y vestigios de sulfato de endosulfán (de 3,98 a 25,68 ppm) en el suero de los pacientes confirmó el diagnóstico de intoxicación por endosulfán. Todas las personas afectadas pertenecían a alguna de las seis familias que trabajaban como peones agrícolas y obtenían los cereales que consumían de un vendedor común. A causa de la ignorancia y la miseria en que vivían, estas personas solían usar envases vacíos del plaguicida como recipientes de cocina.

ASPECTOS DESTACADOS

- En los países en desarrollo es común que los trabajadores analfabetos y pobres utilicen los envases vacíos que contenían plaguicidas. Para prevenir la intoxicación accidental, la industria de los plaguicidas y las instancias decisorias deben aplicar estrictamente las normas sobre el uso apropiado de estos productos.^b
- Es frecuente que los centros médicos carezcan de los medios analíticos necesarios para diagnosticar una afección de origen químico, lo que puede ocasionar demoras potencialmente mortales del tratamiento. Por lo común el tratamiento de sostén es la parte más importante del tratamiento médico, pero es imprescindible que los profesionales sanitarios estén bien preparados para reconocer estas afecciones.
- Se debe registrar e investigar todo aumento inusual de un tipo de enfermedad localizada en una comunidad o del número de pacientes que son internados en un hospital.

^a Dewan A. et al. Repeated episodes of endosulfan poisoning. *Journal of Toxicology, Clinical Toxicology*, 2004, 42:363–369.

^b WHO/FAO Guidelines on management options for empty pesticide containers. Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2008 (<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/Containers08.pdf>).

tiempo limitado y esto debe tenerse en cuenta para que sean válidas. Si se opta por esta estrategia, el almacenamiento habrá de supervisarse y se instruirá al personal para velar por la coherencia y el cuidado correcto de las muestras.

Otro mecanismo importante para controlar los costos es el diseño del estudio. Las aportaciones de la localidad al diseño del estudio y el muestreo pueden ofrecer alternativas rentables que permitan cumplir las metas de este último a un costo mínimo. En muchos países, las autoridades sanitarias a veces contratan especialistas con experiencia en los principios y

métodos del muestreo ambiental. Los funcionarios que representan a las autoridades nacionales pueden brindar una ayuda muy valiosa para coordinar las actividades de monitoreo.

4.3 CANALES DE ALERTA

Cuando un incidente químico se detecta por los canales descritos en la sección 4.1, hay que movilizar tan pronto como sea posible al personal y el equipo apropiados de las esferas de la salud pública, el medio ambiente y la gestión de incidentes en los niveles local y regional, según

RECUADRO 6: ¿CUÁNDO SE DEBE ACTIVAR LA ALERTA DE UN INCIDENTE QUÍMICO?

La alerta de un incidente químico se debe activar si:

- Los responsables de la liberación avisan de ella
- Algún ciudadano notifica signos visibles de una liberación (explosión, alteraciones ambientales)
- Los sistemas de vigilancia y monitoreo dan señales de advertencia, como la aparición de una enfermedad o trastorno centinela o un aumento repentino de las concentraciones de un contaminante en el medio ambiente.

corresponda. Esto reviste especial importancia porque en muchos casos los socorristas que responden inicialmente (como la policía u otros servicios de emergencia locales) no están debidamente capacitados ni equipados para reconocer o afrontar los posibles riesgos que conlleva un incidente.

En la sección 5.4 se describen los elementos adicionales del proceso de alertar al personal sanitario y otros miembros de la organización que gestiona los incidentes químicos.

ESTUDIO DE CASO 12: INTOXICACIÓN COLECTIVA POR LA PRESENCIA DE DIETILENGLICOL EN UN JARABE PARA LA TOS, PANAMÁ

A comienzos de septiembre de 2006, el personal del mayor hospital público de la ciudad de Panamá se percató de un número sorprendente de pacientes con los mismos síntomas inusuales. Al principio, se creyó que los pacientes sufrían el síndrome de Guillain-Barré, un trastorno relativamente infrecuente del sistema nervioso. Pero la aparición de otros síntomas y el aumento del número de casos hicieron insostenible esta hipótesis. Los médicos del hospital solicitaron la ayuda de un infectólogo.

En poco tiempo, el grupo llegó a la conclusión de que los hospitales de la ciudad estaban frente a un brote epidémico de una enfermedad desconocida, cuya tasa de letalidad era casi de 50%. Como precaución, los pacientes fueron aislados en una sala grande y el personal sanitario debió usar mascarillas. La capacidad de los servicios médicos locales se vio pronto superada y empezaron a aparecer casos en otras partes del país.

Al cabo de varios días, la atención del grupo fue captada por el nombre de un jarabe para la tos cuyo uso no había sido mencionado al principio por algunos pacientes por ser un producto muy común en su vida. Unos investigadores de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos, que estaban ayudando en Panamá, llevaron el jarabe a su país para analizarlo. El resultado fue inequívoco: el jarabe contenía dietilenglicol, sustancia química sumamente tóxica que generalmente se usa como solvente industrial y como ingrediente de los anticongelantes. Debido a su sabor dulce es una opción barata e ilegal de la glicerina, sustancia de uso común en medicamentos, alimentos, dentífricos y otros productos. Una investigación^a realizada por *The New York Times* demostró posteriormente que el producto falsificado había sido vendido por una empresa como glicerina 99,5% pura, y se había usado sin saberlo para elaborar 260 000 frascos del antitusivo.

De inmediato se emprendió una campaña nacional para que la población se abstuviera de usar el jarabe. Se efectuó una búsqueda en los vecindarios, pero miles de frascos habían sido descartados o no pudieron encontrarse. Se desconoce el número exacto de muertes causadas por el consumo del jarabe, pero hasta la fecha se han confirmado por lo menos 100.

ASPECTOS DESTACADOS

- Es frecuente que los incidentes químicos se manifiesten como brotes epidémicos de enfermedades con síntomas inusuales. La aparición de eventos centinela debe notificarse al organismo que tiene a su cargo la gestión de incidentes químicos y este debe activar la alerta.
- La cooperación internacional puede ayudar a identificar más rápidamente el origen del brote.
- Los medicamentos deben ser sometidos a una inspección rigurosa antes de ser distribuidos.

^a From China to Panama, a trail of poisoned medicine. *New York Times*, 6 May 2007.

5 RESPUESTA

Cuando se produce un incidente químico hay que tomar muchas medidas para hacerle frente eficazmente. En la sección 4 se describen las medidas de alerta iniciales; las medidas de respuesta se exponen en la presente sección.

Las medidas principales que han de adoptarse durante un incidente químico son las siguientes:

1. Suprimir el escape, evitar que la contaminación se propague y limitar la exposición.
2. Activar el sistema de gestión de incidentes, incluida la respuesta de salud pública.
3. Realizar la evaluación inicial y asesorar a los servicios de alerta y de asistencia médica.
4. Procurar la coordinación e integración de la respuesta de salud pública.
5. Realizar una evaluación del mejor resultado posible en relación con las medidas inmediatas y las de largo plazo.
6. Difundir información y asesorar a los equipos de primera intervención (socorristas), los habitantes y los medios de información.
7. Registrar a todas las personas expuestas y obtener muestras para descartar la afectación.
8. Realizar investigaciones.

5.1 SUPRIMIR EL ESCAPE, EVITAR QUE LA CONTAMINACIÓN SE PROPAGUE Y LIMITAR LA EXPOSICIÓN

La función de los salubristas en la supresión del escape varía según las circunstancias. En el caso de

ENLACES WEB 5: LISTAS DE VERIFICACIÓN

Para obtener información sobre listas de verificación y otros temas de la respuesta a peligros agudos consulte las listas de verificación para la gestión de incidentes químicos del Organismo de Protección de la Salud del Reino Unido en: <http://www.hpa.org.uk/chemicals/checklists.htm>, y la guía de respuesta a emergencias de salud pública de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos en: <http://www.bt.cdc.gov/planning/pdf/cdcresponseguide.pdf>

un incidente en una planta química, por ejemplo, la supresión suele ser el fruto de los esfuerzos combinados de personal de la empresa y de los servicios de emergencia capacitados para hacer frente a eventos que involucran productos tóxicos (por ejemplo, los especialistas de las brigadas de materiales peligrosos). Por lo general, se necesita material especializado y equipo de protección personal para el personal que interviene. Por el contrario, cuando se produce un brote epidémico los salubristas suelen desempeñar un papel decisivo para detectar el incidente, reconocer la índole y procedencia de la contaminación y poner fin a la exposición (por ejemplo, mediante el retiro del mercado de los productos implicados).

Los salubristas pueden también determinar las prioridades basándose en evaluaciones rápidas de las posibles medidas alternativas (por ejemplo, apagar un incendio o dejar que se extinga por sí solo). Las decisiones de este tipo pueden también influir en la propagación de la sustancia peligrosa.

Las funciones de salud pública para prevenir la propagación consisten en hacer evaluaciones rápidas de las opciones para controlar el incidente y ayudar en la descontaminación, la delimitación de la zona y la protección personal. Estas funciones se describen brevemente a continuación.

Una función importante de salud pública consiste en evaluar la posibilidad de una exposición a corto y a largo plazo, junto con los riesgos de salud conexos, de todas las posibles vías de exposición para apoyar de este modo las respuestas inmediata y a largo plazo. Con frecuencia la respuesta de emergencia se circunscribe a un medio de contacto (como puede ser el aire en el caso de sustancias volátiles), a pesar de que las vías secundarias de exposición pueden también intervenir considerablemente en los efectos nocivos sobre la salud (por ejemplo, mediante la contaminación de los cultivos).

Descontaminación

La descontaminación elimina las sustancias peligrosas de las personas afectadas, el personal de emergencia y su equipo de protección personal, y el material y los vehículos que han estado en el lugar del incidente.

Con ello se pretende evitar que esas sustancias pasen de una zona contaminada a una zona limpia, proteger de la contaminación secundaria a las personas y los socorristas de la periferia, y proteger al personal de emergencia disminuyendo el desgaste del equipo de protección personal por efecto de las sustancias químicas. La descontaminación puede ser parcialmente eficaz incluso si no se sabe exactamente de qué sustancia se trata, y puede ser necesario repetirla antes de que las personas contaminadas ingresen en un establecimiento de asistencia médica.

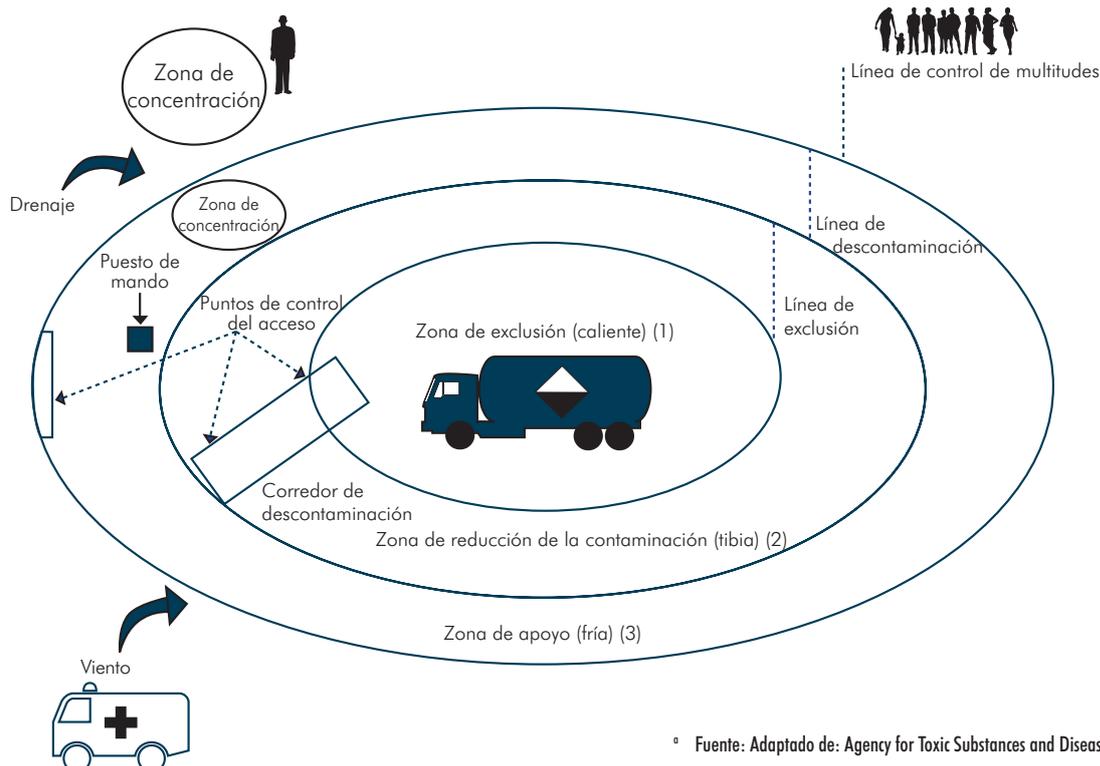
Los salubristas pueden tener una función importante para decidir si la descontaminación es necesaria, a qué personas y equipo se les debe aplicar y cómo hay que efectuarla.

Zonas de control de un incidente químico

En muchos países el lugar del incidente se divide en tres zonas,¹ se establecen puntos de control para el acceso y se traza un corredor de disminución de la contaminación (figura 8).

¹ Managing hazardous materials incidents. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2001 (<http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/index.html>).

FIGURA 8: ZONIFICACIÓN DE UN INCIDENTE QUÍMICO^a



^a Fuente: Adaptado de: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) 2001.

1. La zona de exclusión (caliente) se extiende lo más ampliamente posible para evitar la contaminación primaria de las personas y los materiales que se encuentran fuera de ella. Cuando las personas ingresan en esta zona están sujetas a la contaminación primaria. Por lo común, en esta zona no se practica la descontaminación y solo se evacua a las víctimas sin atenderlas allí.
2. La zona de reducción de la contaminación (tibia) rodea a la zona caliente y presenta corredores de descontaminación donde las víctimas, los socorristas y el equipo son descontaminados; allí existe el riesgo de contaminación secundaria por objetos o personas procedentes de la zona caliente.
3. La zona de apoyo (fría) debe estar limpia; es decir, exenta de toda contaminación por sustancias peligrosas, incluidas las vestimentas y el equipo respiratorio descartados. Solo pueden ingresar en esta zona las víctimas y el personal de emergencia que han sido descontaminados.

El puesto de mando y los puntos de concentración (véase también la sección 3.4) para el equipo de apoyo necesario deberán situarse en la zona de apoyo, en un punto más elevado y a cobijo del viento en relación con la zona de exclusión. El acceso a las distintas zonas se controlará rigurosamente y se limitará al menor número posible de personas. Siempre que sea posible, la comunicación entre las zonas de trabajo será en persona, especialmente si el uso de radios u otros equipos electrónicos (por ejemplo, megáfonos) está proscrito por el peligro que entraña.

Limitar la exposición

La protección de las personas en los incidentes químicos se rige por las reglas generales de la prevención de salud pública. En esta sección se expondrán las medidas de prevención primaria. La medida más eficaz consiste en evitar o limitar el contacto con alimentos, agua, aire u otros medios de contacto contaminados. El equipo de protección personal es una opción factible para el personal de emergencia, pero su uso por el común de la gente es complicado. Otro método para limitar la exposición consiste en la

descontaminación de las personas afectadas. Si un grupo de población se halla en riesgo de un escape agudo por el aire, hay tres opciones que dependen de las condiciones de la exposición en concreto: el refugio en el lugar, la evacuación o el traslado. Si la prevención fracasa, el tratamiento médico es el último recurso. En las secciones que siguen se describen algunas medidas posibles.

Equipo de protección personal¹

El equipo de protección personal puede ser un medio eficaz de reducir la exposición; incluye una vestimenta especial, guantes incluidos, que protege de las sustancias químicas, y equipo de protección respiratoria. El tipo de equipo que se necesita depende de la magnitud y las vías de la exposición prevista. Los socorristas que trabajan en el punto de origen del escape pueden necesitar un equipo de protección personal que incluya una vestimenta impermeable y equipo de respiración autónoma completo (de grado A); en otros casos puede bastar con una vestimenta resistente a las salpicaduras y un dispositivo purificador de aire. Llevar puesto el equipo de protección personal más completo es muy pesado para un socorrista por el calor, el encerramiento, la visión reducida y las dificultades para comunicarse, además de que mengua considerablemente la destreza manual. El equipo de protección personal siempre persigue dos objetivos: evitar la exposición química de la persona que lo lleva puesto y evitar que esta se lastime por ello. La utilización de este equipo requiere capacitación y simulaciones, por lo cual algunos tipos de equipo no pueden ser usados por personas carentes de la capacitación necesaria.

Refugio en el propio lugar

Para el común de las personas, la medida protectora más aconsejable es el refugio en el propio lugar (es decir, permanecer en interiores, cerrar puertas y ventanas y apagar el equipo de ventilación o de aire acondicionado) hasta que la sustancia química (por lo general en forma de nube) haya pasado («Enciérrese, no salga y permanezca en sintonía»). Según el grado

¹ Managing hazardous materials incidents. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2001 (<http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/index.html>).

de protección del edificio con respecto a la entrada de aire, este método generalmente permite una reducción considerable de la concentración de la sustancia química en el interior (por comparación con la intemperie) durante algunas horas en los edificios de vivienda de los países industrializados, lo que resulta suficiente en muchos incidentes. El grado de protección conferido depende de la concentración a la intemperie. En muchas zonas menos desarrolladas del mundo las viviendas pueden ofrecer mucha menos protección, si es que la ofrecen, como quedó demostrado con el escape de gas de isocianato de metilo en el incidente de Bhopal. Hay que subrayar que esta opción no siempre es factible, especialmente en los países tropicales, donde las viviendas suelen ser abiertas.

El refugio en el propio lugar durante un incidente entraña riesgos; por ejemplo, las personas podrían estar en peligro si la sustancia no se dispersa tan pronto como estaba previsto. En esas circunstancias, habrá que evacuar a las personas que se quedaron en casa (cuando aún no se disipa la nube contaminante, lo cual crea un peligro mayor) o proporcionarles más apoyo (por ejemplo, agua, alimentos y atención médica), lo que en la práctica puede resultar casi imposible.

Si se conmina a las personas a buscar refugio en el propio lugar, también se les debe comunicar claramente en qué momento será seguro salir de los refugios y ventilarlos.

Evacuación o traslado

Se entiende por evacuación el paso de las personas de la zona de contaminación (probable) a una zona de seguridad (incluso relativa). Supone a menudo una operación logística compleja, incluido el suministro de medios de transporte, así como abrigo, alimentos, agua y atención médica apropiada (tanto de padecimientos preexistentes como de los problemas causados por la exposición a la sustancia contaminante) en la zona de evacuación. También se debe tener en cuenta la vigilancia de las zonas

desalojadas. Estos aspectos logísticos y el tiempo necesario para ejecutar la evacuación deben formar parte del plan de evacuación de emergencia que se haya formulado.

Si la exposición es muy peligrosa y se decide que el mejor método para reducir al mínimo sus efectos sobre la salud es la evacuación, esta deberá realizarse de la manera más rápida y ordenada que sea posible. La evacuación rápida entraña algunos riesgos, relacionados principalmente con el traslado de un gran número de personas. Cabe mencionar entre ellos las caídas, los accidentes de tránsito, el extravío de niños y la interrupción de la asistencia médica de las personas enfermas, ancianas o discapacitadas por otros motivos. En ocasión de un incidente agudo típico donde se produce la exposición por el aire, por lo general no es factible evacuar a más de mil personas sobre las que se cierne una amenaza inmediata.

Decidir cuándo evacuar o cuándo preferir el refugio en el propio lugar

Suponiendo que ambas opciones sean factibles, la decisión de evacuar o refugiarse en el lugar deberá basarse en la comparación de los riesgos que entraña cada opción. La consideración principal es el riesgo que suponen el grado y la duración de la exposición; una consideración secundaria son los riesgos que supone el traslado de una gran cantidad de personas.

La evacuación es lo mejor cuando:

- La zona aún no está expuesta pero lo estará al cabo de cierto tiempo, por ejemplo, a causa de un cambio previsto en la dirección de los vientos (y el tiempo que falta para que cese la exposición es mayor que el necesario para la evacuación).
- La exposición probablemente vaya a durar tanto que la protección que brinda el refugio en el propio lugar resulte insuficiente.

La evacuación también puede ser la mejor opción si:

- Las sustancias químicas se dispersan ampliamente y la contaminación es extensa y persistente.

- Se sospecha que las sustancias son peligrosas, pero no se pueden identificar fácilmente.
- La sustancia es muy peligrosa.
- La concentración de la sustancia en el aire será peligrosa por un periodo prolongado.
- Existe el riesgo de una explosión.
- Son relativamente pocas las personas que es preciso evacuar.

Regreso

La decisión de autorizar el regreso con posterioridad a la evacuación está sujeta al acceso a datos de monitoreo ambiental o de otro tipo que permitan concluir que la zona es segura, y a la capacidad de proporcionar los servicios esenciales. Los funcionarios que deciden deberán apoyarse en una documentación fidedigna en relación con la seguridad de la zona afectada y la capacidad de proporcionar los servicios esenciales.

Otras restricciones

Se pueden imponer restricciones de acceso a las zonas contaminadas y al consumo de agua potable o alimentos. Por ejemplo, se puede restringir el paso por la zona donde el suelo está contaminado, mantener a las personas a cobijo del viento en un lugar donde el aire está contaminado o de cualquier columna de humo o nube de dispersión. Otras medidas pueden consistir en la distribución controlada o la restricción del consumo de cosechas o ganado contaminados o de los depósitos de agua potable. Si las aguas subterráneas se han contaminado, hay que realizar el monitoreo o formular modelos para comprobar que la sustancia contaminante no se haya dispersado a depósitos de agua que anteriormente eran seguros. Cuando se dictan restricciones al consumo de agua o alimentos, los salubristas deben considerar la conveniencia de proporcionar alternativas. Cuando se determina que la contaminación ambiental no pone en peligro la salud, pero el agua y los alimentos están contaminados, el suministro de productos no contaminados puede ser preferible a la evacuación.

5.2 ACTIVAR LA RESPUESTA DE SALUD PÚBLICA

5.2.1 Activación de la respuesta

Como se explicó en la sección 3, la respuesta a un incidente químico logrará la mayor eficacia si incluye un plan documentado y un programa de comunicación. El esbozo y los requisitos generales para establecer el plan y la financiación del personal, el equipo y otros recursos son decididos por lo común en el nivel nacional.

El plan de activación detallado, la asignación de responsabilidades y la coordinación durante un incidente se establecerán por lo general a nivel regional o local, si es apropiado y factible en el país.

El nivel nacional o la dependencia principal que gestiona el incidente químico debe dar su anuencia a cada plan local detallado en aras de la coherencia y para estar al tanto de los posibles resultados sobre la base de lo que cada comunidad ha considerado necesario.

5.2.2 Asesoramiento y alerta de los servicios médicos

Una vez que se activa la respuesta, resulta esencial que el personal médico reúna rápidamente cuanta información sea posible para efectuar una evaluación inicial de los riesgos posibles o reales para la salud y el medio ambiente. Los salubristas o profesionales de higiene del medio deberán evaluar el número de víctimas, de haberlas, y poner sobre aviso a los establecimientos de atención médica locales (y regionales o nacionales), según sea necesario.

La activación de los recursos médicos u otros socorristas, como los equipos de descontaminación, exigirá informar a estos de la naturaleza de las sustancias químicas, las precauciones necesarias, la contaminación secundaria y la forma de descontaminar a las personas o el personal expuestos, así como el equipamiento necesario. Si se calcula que el número de víctimas es excesivo para el hospital local, habrá que poner sobre aviso a otros

hospitales y proporcionarles la misma información. Por lo tanto, al preparar un plan local de respuesta a un incidente es importante evaluar la capacidad de los establecimientos médicos que puedan participar en la atención de las personas afectadas por el escape químico. Asimismo, es fundamental coordinarse con esos establecimientos mientras se va formulando el plan mediante sesiones de capacitación que les permitan hacerse una idea de lo que entraña su participación.

5.2.3 Activación de la comunicación interinstitucional

En la medida de lo posible, la coordinación eficaz entre las instituciones se debe planificar y someter a prueba durante la fase de preparación a fin de lograr la notificación y movilización rápidas de las dependencias gubernamentales locales y nacionales que corresponda. Además de los recursos locales, estas son las organizaciones que deben ser notificadas:

- **Otras dependencias del gobierno.** Puede ser necesario ponerlas sobre aviso a fin de que colaboren con recursos y capacidad para responder a un incidente químico. Puede ser, además, que estas dependencias tengan que proporcionar una respuesta gubernamental constante, como a veces se necesita después de un incidente químico.
- **Organizaciones internacionales.** Según lo dispuesto en el Reglamento Sanitario Internacional (2005), todo evento que pueda constituir una emergencia de salud pública de importancia internacional tiene que ser notificado a la Organización Mundial de la Salud (véase la sección 2.4). Para encargarse de la notificación y comunicación, se han creado los Centros Nacionales de Enlace designados para el RSI y los Puntos de Contacto de la OMS para el RSI.
- **Países vecinos y otros países.** Si el incidente puede afectar a un país vecino y a otros países, hay que avisarles rápidamente. El establecimiento de líneas de comunicación con los países que pudieran resultar afectados como parte del plan de preparación descrito en la sección 3 permite la difusión rápida de información a nivel internacional.

- **Organizaciones no gubernamentales.** Dependiendo de la gravedad del incidente químico, podrá solicitarse ayuda adicional a organizaciones no gubernamentales locales e internacionales. La coordinación con estas puede ser una manera eficaz de aprovechar al máximo los recursos durante un incidente químico.
- **La empresa o fuente implicada.** Con frecuencia la empresa u organización donde se origina el incidente químico posee información decisiva sobre el escape y tiene experiencia en la gestión de la asistencia (médica) a escala reducida.

5.3 REALIZAR UNA EVALUACIÓN INICIAL Y ASESORAR A LAS PARTES INTERESADAS

La evaluación correcta de los riesgos durante un incidente puede servir para determinar qué personas o grupos de población pueden estar expuestos y cuáles podrían ser los efectos nocivos de la exposición a corto y a largo plazo. Esta evaluación podrán hacerla los servicios de emergencia para las poblaciones cercanas al sitio del incidente, o los salubristas para las poblaciones más alejadas.

Por lo general, el grado de exposición puede ser muy diferente según los diversos tipos de personas que puedan haber sido afectadas por el escape de productos químicos. Las personas expuestas durante un incidente se clasifican en tres categorías principales y al trazar el plan de respuesta a un incidente se deben tener en cuenta las diferencias entre ellas.

Clasificación de las personas según el tipo de exposición:

- **Trabajadores y otras personas presentes en el lugar del incidente (por ejemplo, contratistas y choferes de camión).**

Las personas que están en el lugar por lo común han quedado expuestas por varias vías, como la inhalación de vapores y el contacto cutáneo por las salpicaduras y las labores de limpieza.

- **Personal de los servicios de emergencia**

La exposición probablemente dependa de las características de su ocupación. Por ejemplo, un bombero puede exponerse por las ropas empapadas; los tripulantes de ambulancia, por contaminación secundaria; y el personal médico, por exposición derivada de una descontaminación incompleta o incorrecta de las víctimas. La exposición también dependerá del tipo de equipo de protección personal utilizado.

- **El común de las personas**

La gente puede sufrir exposición por el aire, el agua, el suelo o los alimentos (figura 7, sección 3.3).

Para ofrecer asesoramiento acerca de la protección se necesita información sobre las concentraciones a las que una sustancia determinada perjudica la salud, y también acerca de la probabilidad de efectos nocivos en la situación particular. Para el efecto se requiere información parecida a la que se necesita para la evaluación del mejor resultado posible (sección 5.5), como son la fuente del incidente y el tipo de sustancia liberada, las probables vías de exposición y las bases de datos existentes con información sobre el tipo, la frecuencia y la gravedad de los efectos de la sustancia sobre la salud, así como las concentraciones a las que es probable que se produzcan dichos efectos.

Se describen enseguida las posibles fuentes de información para la evaluación rápida de los riesgos para la salud. La evaluación de riesgos se describe en la sección 1.3.1.

Modelos predictivos

Estos modelos se utilizan para detectar a las poblaciones posiblemente afectadas y calcular los requisitos para la evacuación. Uno de los modelos de escapes accidentales que más se usan es el denominado ALOHA (sigla de *Areal Locations of Hazardous Atmospheres* (Ubicaciones de Áreas con Atmósferas Peligrosas)); se emplea en todo el mundo con fines de respuesta, planificación, capacitación y enseñanza. Es de uso fácil y está concebido para aplicarse durante emergencias causadas por sustancias químicas peligrosas. Permite

ENLACES WEB 6: MODELOS

Se puede obtener más información sobre varios modelos predictivos y de uso general en el sitio web del Organismo de Protección Ambiental de los Estados Unidos:

http://www.epa.gov/scram001/dispersion_alt.htm y

<http://www.epa.gov/emergencias/content/cameo/index.htm>

El Directorio de modelos de consecuencias del transporte y la difusión atmosféricos, de la Oficina del Coordinador Federal de Servicios Meteorológicos (OFCM) contiene una lista más extensa: http://www.ofcm.gov/atd_dir/pdf/frontpage.htm

estimar la tasa de liberación de sustancias químicas por gasoductos que se han roto, de depósitos con fugas y de la evaporación de charcos; proporciona modelos de la dispersión de materiales que tienen más o menos la misma densidad del aire y de otros que son más densos que este (por ejemplo, el cloro). Otros modelos que pueden utilizarse para gases más pesados que el aire son el DEGADIS, del Organismo de Protección Ambiental de los Estados Unidos, el SLAB y el AUSTOX. Si los gases son más ligeros que el aire (por ejemplo, el amoníaco), se pueden utilizar modelos de dispersión generales.

Monitoreo de la exposición

Además de las evaluaciones de la exposición mediante modelos, se deben obtener muestras si es posible. Se pueden recoger muestras de los medios de contacto (aire, alimentos, polvo sedimentado o agua) o muestras biológicas (por ejemplo, sangre, orina o pelo). Siempre que sea posible hay que seguir las directrices de muestreo redactadas y ensayadas durante la etapa de preparación. Los salubristas deben dirigir las actividades de muestreo para optimizar su utilidad con respecto a la evaluación de riesgos (en lugar, pongamos por caso, de la identificación de la fuente).

Directrices sobre la exposición

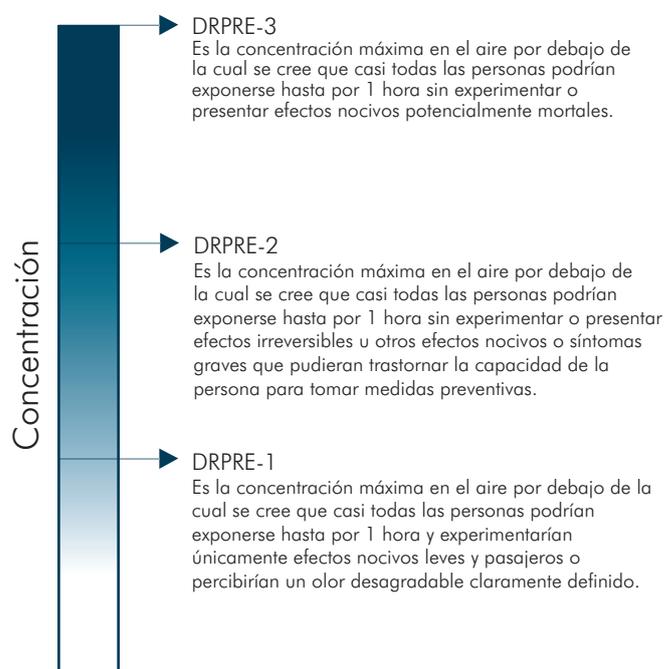
Muchos modelos predictivos se rigen por las directrices sobre el grado de exposición aguda (DGEA), las directrices para la planificación de las respuestas de emergencia (DRPRE), las directrices sobre exposición crónica y otras directrices sobre exposición.

Las DGEA son formuladas por el Comité Nacional Asesor para las Directrices sobre los Grados de Exposición Aguda del Organismo de Protección del Ambiente de los Estados Unidos. Los valores acordados son publicados por el Comité de Toxicología de la Academia Nacional de Ciencias. Se preparan DGEA para cinco periodos de exposición: 10 minutos, 30 minutos, 1 hora, 4 horas y 8 horas. A cada periodo de exposición corresponden tres DGEA, según la gravedad prevista de los efectos nocivos. En los documentos de apoyo técnico de las directrices se describen la sustancia, sus propiedades químicas y estructurales, los datos toxicológicos en animales, la experiencia en seres humanos, las directrices de exposición vigentes, el fundamento lógico del valor elegido y una lista de referencias bibliográficas. La finalidad principal de las DGEA es brindar orientación en situaciones de exposición, por lo común accidental, a una sustancia poco común que afecta a las personas (incluidos ancianos y niños). Por lo tanto, estas pautas no son un reflejo de los efectos que podrían derivarse de la exposición frecuente.

Las DRPRE, formuladas por la Asociación Estadounidense de Higiene Industrial, son concentraciones en el aire que cabría prever razonablemente que perjudiquen la salud. Se parecen a las DGEA y el sistema incluye tres niveles, basados en la gravedad de los efectos nocivos (figura 9).

Sea como fuere, los salubristas y el personal de los servicios ambientales deben determinar en principio si hay normas de aplicación legal obligatoria que rijan en la situación que afrontan. Otras organizaciones pueden también formular las concentraciones de exposición recomendadas más idóneas para la situación. Si se concluye que la situación es compatible con las condiciones establecidas para las DGAE

FIGURA 9: EL SISTEMA DE TRES NIVELES DE LAS DIRECTRICES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LAS RESPUESTAS DE EMERGENCIA (DRPRE)^a



^a AIHA 2008. Emergency response planning guidelines and workplace environmental exposure levels handbook. Fairfax, VA, American Industrial Hygiene Association, 2008 (www.aiha.org). Utilizado con autorización de la American Industrial Hygiene Association (2009)

o las DRPRE, lo primero que debe consultarse son los documentos de apoyo técnico, lo cual requerirá tomar una decisión acerca de la pertinencia de dichas directrices a la situación. Los documentos de trabajo de las DGAE y las DRPRE se han concebido para ofrecer una justificación de las cifras derivadas. De preferencia, se debería proporcionar un resumen para la aplicación operativa de estos documentos.

Verificación

Siempre hay que verificar los resultados de los modelos predictivos. La información útil para esta finalidad se puede obtener de muestras de los hospitales (datos del ingreso de pacientes transportados allí o que asistieron voluntariamente), registros de quejas de las líneas telefónicas de información específica (por ejemplo, sobre el medio ambiente), las observaciones del personal de emergencia y el monitoreo de la exposición en el lugar de los hechos y fuera de este. Esta información resulta especialmente valiosa si

ENLACES WEB 7: DIRECTRICES SOBRE EXPOSICIÓN

Para obtener más información sobre las DGEA, visite:
<http://www.epa.gov/opptintr/aegl/pubs/chemlist.htm>

incluye datos sobre la hora y el lugar. Con frecuencia la evaluación inicial de la sustancia liberada y la cantidad del escape resultan erróneas, y las quejas no parecen corresponderse con la presunta exposición. Toda estrategia de verificación requiere que haya mecanismos para recopilar y notificar la información.

5.4 PROCURAR LA COORDINACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA RESPUESTA DE SALUD PÚBLICA

Es importante procurar que la respuesta al incidente sea coherente. Como muchas personas y dependencias intervienen en la evaluación de salud pública, es imprescindible que la orientación se canalice por una persona que se encargue de la coordinación. Un instrumento de organización (o gestión) que puede ayudar a orquestar una respuesta coherente y eficaz a los escapes de sustancias químicas es el sistema de mando en caso de incidentes (SMI),¹ que se describe con pormenores en la sección 3.4.

Dependiendo de la magnitud del incidente, la función de las dependencias (principalmente las locales) que

se hacen cargo de la gestión de los incidentes químicos puede consistir simplemente en brindar apoyo en el lugar de los hechos. Como ejemplos cabe mencionar el uso de laboratorios para identificar sustancias químicas desconocidas o la recopilación de datos de organizaciones como el servicio meteorológico, que pueden usarse en los modelos de computadora y que comúnmente son administrados a nivel provincial o nacional. Además de estos ejemplos, lo más probable es que una única organización (generalmente a nivel nacional) proporcione los recursos materiales o ayude a adquirirlos. Por lo tanto, es imprescindible que las dependencias que participan en la respuesta local se comuniquen y coordinen eficazmente con las dependencias afines por encima del nivel local para que estas puedan aportar los materiales, datos y orientación más idóneos.

Para que la respuesta a un incidente químico de gran magnitud tenga cohesión, el gobierno nacional debe responsabilizarse de determinar las dependencias gubernamentales y los expertos que ayudarán a coordinar las actividades de gestión de incidentes químicos (o poner en práctica un sistema para tal fin). Durante un incidente químico mayor, las dependencias locales a veces se ven superadas en poco tiempo. Para evitar que esto ocurra, las autoridades nacionales deben estar alerta y ser capaces de responder a cualquier pedido de ayuda por parte de las autoridades locales.

¹ Información sobre el sistema de mando en caso de incidentes proporcionada por el Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos, el Organismo Federal de Gestión de Situaciones de Emergencia y el Instituto de Gestión de Emergencias (<http://training.fema.gov/EMIWeb/>).

RECUADRO 7: ¿A QUIÉNES SE DEBE ALERTAR CUANDO OCURRE UN INCIDENTE?

La existencia de una buena comunicación entre las diversas partes interesadas en la alerta de un incidente químico es fundamental para dar una respuesta eficaz y coordinada al evento. En el plan de activación de la alerta se debe aclarar quién tiene la autoridad de poner en alerta y movilizar la organización, e incluir la pronta notificación de por lo menos:

- los equipos locales de gestión de incidentes químicos
- los servicios médicos y otros servicios de emergencia
- otras dependencias gubernamentales locales y nacionales, por ejemplo, organizaciones de respuesta a emergencias
- la Organización Mundial de la Salud, si el evento es o puede ser un problema importante de salud pública internacional según lo define el Reglamento Sanitario Internacional (2005)
- los países vecinos, si es necesario
- organizaciones no gubernamentales locales o internacionales y la fuente del incidente si es necesario.

5.5. REALIZAR UNA EVALUACIÓN DEL MEJOR RESULTADO POSIBLE EN RELACIÓN CON LAS MEDIDAS INMEDIATAS Y LAS DE LARGO PLAZO

Cuando se produce un escape de sustancias químicas se pueden aplicar muchas medidas en diferentes puntos de la secuencia de acontecimientos. A raíz del incidente, una función importante es determinar las medidas que permiten obtener el mejor resultado para la salud de las personas y la situación del medio ambiente. Entre esas medidas puede estar la decisión de apagar un incendio o dejarlo que se extinga por sí solo; si se debe usar o no un producto dispersante (y de qué tipo) en caso de un derrame de petróleo en el mar; o si hay que evacuar a las personas de la zona afectada a un refugio recomendado. Según el tipo de incidente químico, este puede empeorar rápidamente y obligar a adoptar decisiones y aplicar medidas con gran rapidez.

La eficacia de la evaluación del mejor resultado posible dependerá de la cantidad de información y datos que se reciban desde el lugar del incidente y del tiempo de que se disponga para tomar una decisión. Al valorar diferentes medidas, es preciso examinar una variedad de datos. Los relativos a las propiedades químicas pueden encontrarse en las bases de datos de información química; la información específica del lugar, en las bases de datos de lugares peligrosos; y los efectos probables del incidente pueden haberse considerado en las evaluaciones de riesgos de la comunidad. Esas bases de datos y las evaluaciones de riesgos se describen en la sección 3. Si no se tiene acceso a todas las fuentes de información, se debe hacer una estimación a partir de los datos a la mano.

Además de los elementos extraídos de las diversas bases de datos, la información sobre los resultados del muestreo ambiental del lugar, los pronósticos meteorológicos, los modelos ambientales y los modelos predictivos pueden ser útiles para pronosticar la distribución probable (de las vías de exposición) de una sustancia química en la zona.

En el momento oportuno, las autoridades de salud pública pueden comparar las medidas posibles, tomar una decisión y asignar las medidas necesarias al personal que interviene en la respuesta.

5.6 DIFUNDIR INFORMACIÓN Y ASESORAR A LOS HABITANTES, LOS SOCORRISTAS Y LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Con arreglo a lo explicado en la sección 3.5, una de las tareas más difíciles cuando se produce un incidente de escape de productos químicos puede ser la de comunicarse claramente con la población, especialmente con las personas afectadas y las que están preocupadas por la exposición residual. Es frecuente que la gente no reciba la debida información sobre los riesgos del incidente y, por lo tanto, no entienda la finalidad o los métodos de las medidas de respuesta. Así pues, resulta esencial comunicarse clara y eficazmente con la población en general, en particular los afectados directamente por el incidente. La difusión de información debe hacerse con la finalidad de aconsejar a la gente que tome ciertas medidas (como la evacuación) o fomentar comportamientos eficaces para aminorar los riesgos.

En ocasión de un incidente, el común de las personas necesitará información acerca de:

- el propio incidente;
- quién está a cargo de la situación;
- las medidas que se están aplicando para contener el escape o detener la exposición;
- quiénes se hayan en peligro y quiénes no;
- cuáles podrían ser los efectos nocivos de la exposición;
- qué puede hacer la gente para protegerse;
- cómo obtener más información o tratamiento si aparecen síntomas o inquietudes, así como cuándo, dónde y cómo se tendrá acceso a los servicios necesarios; y
- las horas en que se actualizará la información.

Las advertencias y directrices de carácter público habrán de ser exactas, claras y repetidas por distintos canales

de información. Generalmente, esto se hace por los medios de comunicación, pero también puede hacerse por altavoces y megafonía. Si bien puede ocurrir que la comunicación pública de las autoridades nacionales sea más fiable, las autoridades locales están mejor situadas para transmitir información de forma más rápida y exacta. Sea cual fuere la fuente, la información pública emitida por los equipos de control tiene que ser coherente. El uso del sistema de información y comunicación que se describe en la sección 3.4 puede ayudar a coordinar el programa de comunicaciones.

Huelga decir que las aptitudes de comunicación revisten capital importancia, y lo mejor es delegarlas en una o dos personas que tengan formación en la comunicación a la comunidad o la comunicación en caso de crisis. Valerse de un único portavoz (que sepa transmitir información al público) con excelentes aptitudes de comunicación y un sólido historial de credibilidad puede representar una forma muy eficaz de transmitir mensajes congruentes y evitar las reacciones desmesuradas. El portavoz se abstendrá de infundir un exceso de confianza en el público; deberá aceptar que hay incertidumbre y temor; explicará dónde encontrar más información; y recomendará una serie de medidas que las personas deben aplicar. El portavoz será siempre veraz, incluso si se ve precisado a declarar «No sé». Se han formulado varios principios para preparar mensajes en que se comunican riesgos. En el recuadro 8 se presenta uno de esos principios.¹

También es importante conocer las preocupaciones de la comunidad acerca de la posible contaminación del medio ambiente y de la exposición de los habitantes. Ello debe indicar la necesidad de investigar más a fondo o de ofrecer soluciones, y también puede orientar la presentación de los resultados de las investigaciones para demostrar que se han abordado esas preocupaciones.

¹ Reynolds B. Crisis and emergency risk communication. Atlanta, GA, United States Centers for Disease Control and Prevention, 2002. US DHHS. Communicating in a crisis: risk communication guidelines for public officials (www.riskcommunication.samhsa.gov/index.htm). Health Canada. Crisis/emergency communications guidelines (<http://www.phac-aspc.gc.ca/sars-sras/cecg-ctcu/hc-cecg.pdf>). The Peter Sandman Risk Communication Website. Crisis communication: guidelines for action (www.petersandman.com/handouts/AIHA-DVD.htm).

RECUADRO 8: EL PRINCIPIO STARC*

S imple [sencilla]	Las personas quieren oír palabras que puedan entender
T imely [oportuna]	Las personas quieren ser informadas lo antes posible
A ccurate [exacta]	Las personas quieren información que vaya al grano
R elevant [pertinente]	Las respuestas a las preguntas de la comunidad deben estar fundamentadas
C redible [creíble]	La franqueza es la clave de la credibilidad

El personal participante en la respuesta puede necesitar una información que va más allá de la requerida por la población afectada y los medios de comunicación. Cabe mencionar la información sobre los requisitos que debe cumplir el equipo de protección personal antes de entrar en el lugar del incidente, las directrices para la descontaminación y el tratamiento médico, y el resultado de la evaluación rápida de cada estrategia de gestión del incidente.

5.7 REGISTRO DE TODAS LAS PERSONAS EXPUESTAS Y OBTENCIÓN DE MUESTRAS PARA CALCULAR LA EXPOSICIÓN

Cuando se produce un escape químico hay que abrir de inmediato un registro de personas posiblemente afectadas; la comprobación y el grado de exposición podrán determinarse más tarde. El registro rápido es crucial por varios motivos:

- Con el paso del tiempo la rememoración de los síntomas y el lugar donde estaban las personas puede tornarse confusa, debido en parte a la falla de la memoria y a la influencia que ejerce la publicidad en torno al incidente.
- Los registros de los participantes en la respuesta a la emergencia, incluidos los bomberos, la policía y el servicio de ambulancias, pueden ser incompletos.
- Los voluntarios, que a menudo acuden a prestar ayuda en respuesta a ciertos incidentes químicos, pueden estar más expuestos que la población en

general y posteriormente volver a sus lugares de origen sin haber sido registrados.

Entre las personas posiblemente afectadas hay que considerar a los socorristas, las víctimas de la exposición a la sustancia química (presenten lesiones o no), los circunstantes, los voluntarios, los trabajadores y empleados del establecimiento afectado y los establecimientos vecinos, y las personas que estaban de paso cerca del lugar en el momento del escape, incluidos pasajeros del transporte público y asistentes a funciones o atracciones públicas. Es difícil confeccionar una lista exhaustiva de todas las situaciones posibles.

En las mejores condiciones, los registros de las personas expuestas deben incluir:

- información personal (por ejemplo, nombre, edad, sexo, domicilio, antecedentes médicos);
- la forma en que la persona se vio afectada por el incidente (por ejemplo, pérdida del hogar, el empleo o familiares);
- tiempo de exposición (hora del día y duración);
- vía de exposición (por ejemplo, aire, suelo o agua);
- síntomas, incluida su evolución;

- muestras obtenidas (por ejemplo, biomarcadores);
- tratamiento indicado y proporcionado.

Para registrar a las personas expuestas hacen falta una serie de definiciones uniformes, el permiso de las personas, la garantía de confidencialidad, un mecanismo de actuación y el compromiso de dedicar el tiempo y los recursos que exige llevar estos registros. El tema del registro se analiza más a fondo en la sección 6.2.

5.8 REALIZAR INVESTIGACIONES DURANTE EL INCIDENTE

En última instancia, todas las decisiones que se adopten durante un incidente químico deberán tener la mira de mejorar o proteger la salud de las personas que corren el riesgo de quedar expuestas a las sustancias químicas, a una explosión o a un incendio. Por consiguiente, esas decisiones habrán de apoyarse en datos concretos siempre que sea posible, utilizando información de estudios sobre la exposición de los seres humanos, epidemiológicos y de

ESTUDIO DE CASO 13: FUGA DE GAS CLORO DE UN ESTABLECIMIENTO, BATON ROUGE (ESTADOS UNIDOS)

En la madrugada del 20 de julio de 2003, los trabajadores de una fábrica de productos refrigerantes y enfriadores notaron una fuga de gas cloro en el sistema refrigerante y enfriador. A los 15 minutos, se obligó a los trabajadores a evacuar el establecimiento. Al cabo de 20 minutos, los encargados de la fábrica aumentaron el nivel de alerta para incluir a las comunidades circundantes. Media hora después de esta decisión, las autoridades locales aconsejaron a los habitantes en 600 metros a la redonda de la fábrica que buscaran refugio en el propio lugar. Para tal efecto, pusieron a sonar las sirenas de la comunidad y activaron un sistema telefónico de llamada automática para transmitir el aviso a los residentes. Las personas que vivían fuera de la zona señalada oyeron las sirenas, pero no recibieron la llamada automática. Como resultado, estaban confundidas con respecto a la magnitud de la amenaza y las medidas que debían adoptar para protegerse.

Los trabajadores de la planta necesitaron 3 horas y media para cortar manualmente el suministro de cloro porque no había sistemas automáticos para ello. Las autoridades estimaron que, en general, durante el incidente escaparon 6 500 kilogramos de gas cloro. A causa del escape prolongado, los socorristas y los pocos residentes que se encontraban fuera de la zona de alerta notaron un fuerte olor a cloro.

ASPECTOS DESTACADOS

- Los planes de refugio en el propio lugar y de evacuación deben formar parte del plan de respuesta a incidentes químicos. Para apoyar la adopción de decisiones correctas se pueden utilizar diversos instrumentos, como las matrices o los árboles de decisión.
- En los análisis de peligros hay que examinar todo el equipo, los procedimientos y las situaciones hipotéticas, incluidas situaciones como el escape prolongado.
- Se deben realizar campañas de sensibilización para enseñar la respuesta adecuada durante un incidente químico a los habitantes de las zonas aledañas a plantas químicas. Esa orientación debe incluir instrucciones sobre la forma como los habitantes (incluso los que están fuera de la zona afectada) pueden obtener información durante una emergencia.
- Considerar la necesidad de contar con medios de comunicación con la gente, incluidas las personas que no corren riesgo.

toxicología en animales. Aun cuando la información de incidentes anteriores puede ser útil, los datos y la información del incidente actual resultan valiosísimos para ayudar a tomar decisiones.

El objetivo primordial de las investigaciones para evaluar los efectos sobre la salud o el medio ambiente es ofrecer rápidamente orientación durante el incidente, especialmente sobre protección y tratamiento. Un objetivo secundario es organizar investigaciones epidemiológicas para obtener información que permita enriquecer las bases de datos de salud pública y toxicología. Esa información también puede servir para implantar planes de tratamiento o medidas correctivas.

Para brindar asesoramiento acerca de la protección, será necesaria la información conseguida para la evaluación del mejor resultado posible (sección 5.5), como la fuente del incidente y el tipo de sustancia química, las probables vías de exposición, así como la información de las bases de datos sobre el tipo, la frecuencia y la gravedad de los efectos sobre la salud causados por el incidente. Para ofrecer asesoramiento sobre el tratamiento, habrá que identificar a todas las personas expuestas a la sustancia química o aquejadas de efectos nocivos agudos e incluirlas en las investigaciones epidemiológicas. Los estudios epidemiológicos pueden también ayudar a determinar la eficacia de la respuesta a un incidente y el tratamiento proporcionado a las víctimas. En la sección 6.2.5 se ofrece más información sobre estas investigaciones.

Con frecuencia surge un conflicto entre la necesidad de contener el incidente químico durante la etapa inicial de la emergencia y la necesidad de documentar cuidadosamente la exposición y los efectos. Por tal motivo, hay que ponerse de acuerdo con el personal

de los servicios de emergencia, de preferencia en la fase de planificación antes de un incidente, sobre los procedimientos para iniciar las investigaciones epidemiológicas lo antes posible y especificar qué dependencias colaborarán, de preferencia durante la fase aguda. Por ejemplo, si las concentraciones mensurables de la sustancia en el organismo disminuyen rápidamente, las muestras recogidas días después del incidente no reflejarán con exactitud la exposición de las personas. En condiciones ideales, estos procedimientos deberán definirse en el plan para hacer frente a un incidente químico, como se hizo en el caso de la explosión del depósito de petróleo en Hertfordshire que se describe en la página 71.

Las personas expuestas deberán ser monitoreadas si ello es posible. Es probable que los trabajadores del lugar puedan ser monitoreados con facilidad durante una emergencia; sin embargo, puede ocurrir que hayan estado expuestos a la sustancia en su trabajo cotidiano. También se puede monitorear al personal de los servicios de emergencia, siempre y cuando el equipo de monitoreo no trastorne su trabajo. Por último, el común de la gente no es una buena opción para el monitoreo debido al número posiblemente elevado de personas afectadas y las dificultades para localizarlas. El monitoreo exige la creación de una red de laboratorios en la que un laboratorio central o algunos laboratorios especializados cuenten con los medios para evaluar la exposición a las diversas sustancias químicas posiblemente implicadas en el incidente, mediante el análisis de muestras biológicas y ambientales. Estos laboratorios deben contar con protocolos completos para el muestreo y los análisis, y deberán participar regularmente en simulaciones que incluyan el uso de muestras marcadas con sustancias que puedan estar involucradas en un incidente.

ESTUDIO DE CASO 14: EXPLOSIONES E INCENDIOS EN UN DEPÓSITO DE PETRÓLEO, HERTFORDSHIRE (INGLATERRA)

El 11 de diciembre de 2005, alrededor de las 6 de la mañana, ocurrieron varias explosiones en el depósito de petróleo de Buncefield, un parque de depósitos de gran tamaño cerca de Hertfordshire (Inglaterra). Al menos una de las explosiones iniciales fue masiva y dio lugar a un gran incendio que ardió por varios días, destruyó casi todo el lugar y emitió una nube que se dispersó por todo el sur de Inglaterra y más allá.

Las explosiones del depósito de Buncefield probablemente fueron causadas por la ignición de una nube de vapor creada por el rebalse de uno de los tanques. Es posible que la pérdida de la capacidad de contención del combustible se haya debido a una falla del sistema de instrumentos del tanque. ^a Sin embargo, persiste la incertidumbre en torno a la violencia que alcanzó el estallido.

El número y la gravedad de las lesiones en Buncefield fueron excepcionalmente bajos para este tipo de incidente. Solo hubo 43 heridos,^b ninguno de ellos de gravedad, y no hubo muertos. Los daños a las propiedades comerciales y residenciales de la zona fueron considerables. Unas 2000 personas cuya casa o lugar de trabajo resultó dañado fueron evacuadas, y a los demás residentes se les recomendó el refugio en el propio lugar.

En general, la respuesta de los servicios de emergencia fue impresionante. Cuando los incendios estaban en su apogeo, a la hora del almuerzo del lunes 12 de diciembre, había en el lugar 20 vehículos de apoyo, 26 camiones de la brigada de bomberos de Hertfordshire y 180 bomberos. De conformidad con las instrucciones del plan de emergencia química, los servicios de emergencia dirigieron la respuesta inicial colaborando estrechamente con otros equipos de primera intervención, como los del organismo ambiental. Estos últimos aconsejaron la manera de reducir al mínimo la contaminación del agua durante el combate del incendio. En la fase inicial del incidente, el Organismo de Protección de la Salud estuvo atento a brindar orientación y colaborar en la evaluación de riesgos. Tanto este como el Organismo de Protección del Medio Ambiente fueron apoyados por el personal de los servicios de emergencia, que ayudaron a recoger información en las primeras horas del incidente. Una vez apagados los incendios, la responsabilidad del lugar pasó al equipo de investigación.

El incidente de Buncefield pone de relieve la necesidad de contar con un plan de emergencia bien coordinado cuando se responde a un incidente químico, así como la importancia de brindar orientación a los socorristas y a la gente.

También plantea la cuestión de que los sitios peligrosos se localicen cerca de zonas comerciales y residenciales. Durante la planificación del uso del suelo de la zona, la formación de una enorme nube de vapor del combustible procedente de un tanque de almacenamiento no se consideró una posibilidad lo bastante creíble para tomarla en consideración. El incidente demuestra que durante la fase de planificación se debe prestar más atención a la población total en riesgo de un peligro mayor.

ASPECTOS DESTACADOS

- Un buen plan de preparación debe incluir canales de comunicación entre las diversas partes interesadas en la respuesta inicial al incidente y después de este.
- En el plan se deben definir las funciones que competen a esas partes durante la emergencia.
- Los sitios peligrosos no deberían instalarse en las cercanías de zonas comerciales ni residenciales.

^a Buncefield Major Incident Investigation Board. Initial report to the Health and Safety Commission and the Environment Agency of the investigation into the explosions and fires at the Buncefield oil storage and transfer depot, Hemel Hempstead, on 11 December 2005. Published on 13 July 2006.

^b The Buncefield Investigation. Progress report. 21 February 2006.

6 RECUPERACIÓN

Un incidente químico puede seguir afectando a la comunidad y las personas muchos años después de haberse producido el escape y de haber concluido el tratamiento médico. Desde el punto de vista teórico y práctico, la recuperación completa después de un incidente grave puede resultar imposible. En tal virtud, en el presente manual el término *recuperación* se refiere a una amplia gama de actividades de seguimiento, postratamiento, restauración y rehabilitación. La recuperación no se define exactamente desde el punto de vista operativo. Para fines prácticos, se da por sentado que la fase de recuperación comienza cuando las estructuras de mando y control para la gestión del incidente se empiezan a dismantelar.

Habida cuenta de que los desastres generan diversas causas de estrés —como la amenaza para la propia vida, ser testigo de heridas y muertes, el duelo (por la muerte de familiares y amigos), pérdidas materiales considerables (por ejemplo, la casa) y trastornos sociales y comunitarios que tienen efectos perdurables—, sus repercusiones suelen ser mucho más amplias que los problemas agudos que ocasionan.

Los incidentes químicos, de modo parecido a los episodios traumáticos en la vida de una persona, causan manifestaciones físicas y psíquicas bien documentadas, así como síntomas físicos sin explicación médica.¹ Los daños físicos y las afecciones

y quejas pueden adoptar muchas formas, cuya índole guarda una estrecha relación con la naturaleza de la exposición. Las reacciones prolongadas más comunes son los trastornos por ansiedad, la depresión, la rememoración persistente, el abuso de sustancias psicotrópicas y los síntomas físicos sin explicación médica. No existe un vínculo claro entre el carácter de los síntomas psíquicos o sin explicación médica y la naturaleza o causa del incidente. En el pasado, los problemas que experimentaban las víctimas se consideraban como una parte natural de la vida, pero cada vez se entienden más en su contexto médico y psicológico.

La recuperación de las lesiones físicas puede tardar muchos años. Los estallidos, los incendios y algunas exposiciones químicas pueden dejar daños permanentes (Estudio de caso 17. Bhopal (India), 20 años después, página 88). Por añadidura, los incidentes químicos pueden ocasionar la contaminación prolongada del suelo y el agua, de manera que causan exposición crónica por muchos medios o vías de contacto.

Las causas de los síntomas psíquicos y médicos están determinadas por muchos factores. Los factores determinantes se clasifican como predisponentes (variabilidad de la susceptibilidad personal a los desequilibrios emocionales), precipitantes (circunstancias externas que propician la aparición de síntomas en personas susceptibles) o perpetuantes (los que causan la persistencia del síntoma e impiden la recuperación). La mayoría de las víctimas recobran

¹ Health Council of the Netherlands. The medium and long-term health impact of disasters. The Hague, Gezondheidsraad, 2007. Report 2006/18E (<http://www.gr.nl/pdf.php?ID=1487&p=1>).

el equilibrio emocional sin ayuda profesional en un plazo de 18 meses, pero en algunas los problemas de salud mental duran más.

La gestión bien organizada y correcta de los incidentes también es importante desde el punto de vista de la prevención sanitaria, pues reduce el número de víctimas y ayuda a proporcionar seguridad a los supervivientes. Los servicios de apoyo psicológico prestados inmediatamente después de un desastre deben centrarse en el fomento de la recuperación natural y la autosuficiencia. La información oportuna y correcta es un elemento decisivo para ayudar a las víctimas a recobrar el control. Existe tratamiento eficaz para las secuelas psíquicas más importantes y prolongadas como la depresión, la ansiedad y el trastorno postraumático por estrés. Proporcionar dicho tratamiento debe ser parte de las actividades de recuperación.

Después de un incidente químico o de un amago de incidente se deben realizar varias tareas importantes para evaluar las repercusiones públicas y ambientales con miras a planificar las medidas apropiadas de tratamiento, reparación y protección. Con el fin de evitar la recurrencia del incidente y mejorar la respuesta global es igualmente importante evaluar los acontecimientos que desembocaron en el escape químico y la respuesta de salud pública.

Las autoridades de salud pública pueden cumplir una función importante en cuatro de las muchas actividades necesarias en la fase de recuperación:

1. organización de la asistencia médica para tratar a las víctimas y apoyarlas a fin de que recuperen el control de su vida, incluido el acceso directo a la información y la ayuda;
2. evaluación de riesgos y efectos sobre la salud, incluida la exposición, y evaluaciones ambientales y de la salud humana;
3. aplicación de medidas de reparación y restauración;
4. evaluación, incluido el análisis de las causas profundas, la respuesta y las enseñanzas extraídas.

6.1 APOYO A LAS VÍCTIMAS

Por definición, un incidente se caracteriza por el caos y los trastornos generalizados. El restablecimiento del orden y la seguridad, así como el fin de la incertidumbre, contribuirán mucho a limitar los efectos psíquicos y sin explicación médica a plazos medio y largo. El factor de riesgo principal a este respecto es el grado en que los acontecimientos afectan y entorpecen la vida cotidiana de las personas. Cuanto mayor sea el número de muertos, mayor será el número de supervivientes que presentarán síntomas psíquicos. En consecuencia, la prestación rápida de atención apropiada e información suficiente debe considerarse una medida preventiva valiosa contra los problemas de salud después de un desastre. Resulta asimismo esencial que las medidas para recuperar la seguridad de los supervivientes, tratar a las víctimas y brindar apoyo básico como albergue, comida y ropa se apliquen lo más rápido que sea posible y estén bien organizadas.

El establecimiento de un único punto de contacto al que las personas puedan acudir en relación con todos los problemas y preguntas acerca de un incidente que acaba de ocurrir (el centro de información y orientación (CIO))¹ puede ayudar muchísimo a mitigar las consecuencias prolongadas de esos eventos sobre la salud. Las víctimas, familiares y amigos tendrán una intensa necesidad de conocer información sobre los acontecimientos, a fin de saber qué cabe prever y lo que pueden hacer por sí mismos. Un centro de información y orientación puede asumir de inmediato la responsabilidad de brindar apoyo a las víctimas sin compartir ninguna de las tareas y responsabilidades que ya desempeñan otras dependencias. El centro tiene que estar al corriente de la situación de las víctimas para que pueda echar a andar los servicios de apoyo apropiados e informar y asesorar a las dependencias pertinentes. También debe mantenerse en contacto con todas las personas afectadas por el incidente. Además de sus funciones generales, puede actuar en nombre de las

¹ Health Council of the Netherlands. The medium and long-term health impact of disasters. The Hague, Gezondheidsraad, 2007. Report 2006/18E (<http://www.gr.nl/pdf.php?ID=1487&p=1>).

personas afectadas y sus allegados, mediar entre las personas que tienen preguntas, problemas y problemas de salud, por un lado, y los diversos servicios de apoyo, orientación psicosocial y médicos, por el otro. El rasgo esencial es que las personas deben poder comunicarse con el CIO sea cual fuere el problema que tengan, sin tener que decidir por sí mismas qué entidad podría ayudarlas. El CIO debe funcionar como un servicio de remisión que sepa (o pueda averiguar) qué entidad puede resolver cada problema.

A raíz de un desastre, el cometido principal del CIO será proporcionar información y orientación acerca de asuntos prácticos apremiantes como refugio, alimentos y ropa. Una vez resueltos los problemas inmediatos, su atención deberá dirigirse a la reanudación de la vida cotidiana y al tratamiento médico y psicosocial, los reclamos de indemnización, los arreglos de transición y la reubicación.

6.2 EVALUACIONES DE RIESGOS Y DE EFECTOS SOBRE LA SALUD

Para proporcionar el apoyo adecuado a las víctimas se necesita información exacta y oportuna que puede requerir evaluaciones específicas de riesgos, necesidades y efectos nocivos sobre la salud a fin de obtener datos. Dichos estudios son particularmente útiles cuando se necesita información para la gestión sanitaria de los incidentes. En términos generales, estos son los objetivos de los estudios de seguimiento de la población afectada:

1. Producción de la información necesaria para optimizar la asistencia sanitaria individual:
 - información sobre gestión para determinar la necesidad de recursos adicionales de asistencia sanitaria o el cambio de esas necesidades.
2. Producción de información para optimizar los servicios de salud pública:
 - número, índole y curso de los efectos nocivos y las necesidades de las víctimas;
 - detección de los grupos con un riesgo especial;
 - las necesidades de asistencia médica actuales y futuras de cualquier tipo (incluido el apoyo psicológico);

- otras necesidades de la población afectada, tales como información o vivienda;
 - pronóstico de los posibles efectos nocivos.
3. Contribución al conocimiento científico de los efectos nocivos de los incidentes químicos:
 - estudios etiológicos de los efectos nocivos, conocimiento de los mecanismos patológicos;
 - evaluación de la eficacia de la respuesta de emergencia, las medidas preventivas y el tratamiento médico.
 4. Contribución a las intervenciones sociales para señalar el reconocimiento de los problemas que afrontan las víctimas y crear o fortalecer la reputación de ser un gobierno diligente y humanitario.

Hay que hacerse cargo de que el inicio de un estudio genera expectativas en la comunidad. Como el objetivo de cualquier estudio determina su diseño y la posible aplicación de los resultados, es aconsejable comunicar muy claramente el objetivo y la duración del estudio, así como las conclusiones que puede aportar y las que no cabe esperar. Por ejemplo, un estudio dirigido a detectar grupos susceptibles tal vez no aporte datos de salud pertinentes a nivel individual. Si las víctimas están interesadas en esa información o la esperan, el estudio no colmará sus expectativas. Si se ejecutan como es debido, las evaluaciones de ese tipo permiten a las autoridades de salud pública ofrecer asesoramiento sobre protección y tratamiento; además, pueden satisfacer las necesidades de información de las víctimas y enriquecer las bases de datos de salud pública y de toxicología, tanto a escala nacional como internacional.

Para brindar asesoramiento con respecto a la protección y el tratamiento a largo plazo se necesitará información sobre el incidente, incluidas la fuente y el tipo de sustancia química y las posibles vías de exposición. Como se explicó en la sección 5, la recopilación de esta información debe empezar durante el incidente. Los salubristas y los profesionales del medio ambiente también necesitarán información de las bases de datos acerca del tipo, la frecuencia y la gravedad de los

efectos nocivos de la sustancia química, a ser posible según los distintos grados de exposición. La exposición a los contaminantes ambientales deberá ser evaluada y considerada en el contexto del riesgo de efectos nocivos y enfermedades en la población expuesta, a fin de efectuar el seguimiento por el tiempo que sea necesario. A veces, sobre todo cuando los conocimientos existentes sobre las propiedades tóxicas de la sustancia liberada son insuficientes para apoyar una evaluación de riesgos, puede ser necesario estudiar los efectos nocivos directamente en la población afectada.

La recopilación de estos datos ayudará a:

- seleccionar los grupos o personas que requieren seguimiento y tratamiento ulteriores;
- elaborar estimaciones para la planificación y la asignación de recursos;
- determinar el momento en que el riesgo de exposición en ciertas zonas desciende por debajo del umbral que exige adoptar medidas de protección;
- descubrir la aparición de problemas nuevos;
- evaluar el éxito de las actividades de mitigación;
- respaldar las medidas correctivas ambientales y comunitarias;
- proporcionar información para las demandas judiciales y las indemnizaciones;
- contribuir al mejor conocimiento de los efectos del incidente;
- aportar datos básicos para los estudios de seguimiento a largo plazo;
- preparar material de referencia que pueda usarse en incidentes similares en el futuro; y
- enriquecer las bases de datos toxicológicos.

6.2.1 Registro

Cuando ocurre un incidente es necesario obtener información de la población afectada con respecto a su implicación, en particular la exposición y cualquier efecto nocivo que hayan sufrido como consecuencia. Esta información puede ayudar, por ejemplo, a localizar personas que estuvieron expuestas sin saberlo o a determinar los tratamientos más eficaces. El primer paso en este proceso consiste en registrar a todas las personas afectadas por el incidente.

Las personas pueden resultar afectadas por un incidente químico de varias maneras: exposición a las sustancias químicas, pérdida del hogar, el trabajo o familiares, y lesiones físicas, entre otras. Todos estos factores en conjunto determinan la probabilidad de sufrir problemas de salud, así como el tipo y gravedad de estos. Se considera que las víctimas han estado «expuestas» a una sustancia química si la han inhalado o ingerido o si han tenido contacto cutáneo con ella. El objetivo del registro es identificar a todas las personas expuestas, posiblemente expuestas o afectadas de alguna otra manera, pues corren el riesgo de sufrir afecciones agudas o crónicas (véase también la sección 5.7).

6.2.2 Evaluación de la exposición de la población

El primer paso de la evaluación de la salud humana consiste en preparar un índice de la exposición mediante la determinación de quiénes han estado expuestos y el grado de exposición al producto contaminante. Generalmente, ello supone una o varias de las siguientes cosas: cuestionarios y mediciones biológicas y ambientales. La mayor certidumbre de que ha habido exposición se deriva de la medición de la sustancia química o sus metabolitos en la población expuesta. Sin embargo, debido a las características toxicocinéticas (es decir, absorción, metabolismo, distribución y excreción) de la sustancia, el tiempo transcurrido desde la exposición y la posibilidad de obtener muestras biológicas, esa medición a veces resulta imposible. Otro grado menor de certidumbre se deriva de la cuantificación de la sustancia contaminante en una muestra ambiental apropiada. En condiciones ideales, esto se logra cuantificando las concentraciones de los contaminantes a lo largo del tiempo (en el medio ambiente y tanto en la vía de entrada como en el organismo de las personas expuestas). Estas mediciones ayudarán a elaborar el programa de reparación; ambas exigen la elaboración cuidadosa de un cuestionario.

Recogida de muestras: biomarcadores de las sustancias y de sus efectos

La naturaleza de la contaminación por una sustancia desconocida a veces se deduce de los efectos nocivos observados. Los signos y síntomas pueden indicar con gran certidumbre la exposición a una sustancia o clase de sustancias específica. Las manifestaciones clínicas más comunes de exposición química son náuseas, vómitos, cefaleas, irritación cutánea u ocular, malestar general, problemas respiratorios y síntomas de afección del sistema nervioso central. Son inespecíficas y pueden indicar la exposición a muchas sustancias diferentes o estar relacionadas con otras enfermedades que no tienen nada que ver con la exposición química. A veces, algunas enfermedades están relacionadas con ciertas exposiciones químicas agudas pero tardan semanas o meses en manifestarse. En el estudio de caso de Seveso (sección 6, página 80) se describe un ejemplo; la exposición aguda a la dioxina causó cloracné varios meses después. Ciertos compuestos organofosforados también pueden causar una polineuropatía varias semanas después de la exposición.¹ En otros casos la naturaleza de la contaminación con una sustancia desconocida podría determinarse o confirmarse mediante ensayos biológicos. Sin embargo, ello solo es posible si las muestras se obtuvieron correctamente en el momento oportuno y son procesadas por un laboratorio especializado en toxicología.

Como se observó en la intoxicación colectiva con endosulfán en la India (sección 4, página 56), las mediciones biológicas tanto de la exposición como de sus efectos pueden ser un medio importante para evaluar las exposiciones químicas. Lamentablemente, no existen pruebas de sangre u orina que puedan confirmar la exposición de una persona a muchas de los miles de sustancias químicas que se usan regularmente en el mundo. A decir verdad, existen relativamente pocos biomarcadores sensibles y específicos para la gama de productos peligrosos que

se comercializan u ocurren naturalmente. Además, los análisis para detectar biomarcadores de la exposición y del efecto requieren contar con el equipo apropiado y aplicar técnicas específicas para muestrear y manipular la sustancia o la clase de sustancias que se estudian; muchos de esos análisis solo pueden ser realizados por laboratorios especializados de toxicología, a los cuales se debe consultar antes de obtener las muestras. Para efectuar análisis de laboratorio fiables hacen falta personal calificado, reactivos y un método de garantía de la calidad. En condiciones ideales, las autoridades de salud pública deberían invertir en el desarrollo de laboratorios especializados para contar con un apoyo eficaz cuando sea necesario.

Biomarcadores de exposición

Se denomina así a las concentraciones mensurables de la sustancia química o sus metabolitos que se detectan en muestras de uno o varios humores orgánicos o tejidos obtenidos de las personas expuestas. Hay ensayos sensibles y replicables de la concentración de algunos contaminantes en el organismo humano, pero con frecuencia deben realizarse en un tiempo determinado, a menudo muy corto, después de la exposición. Son relativamente pocos los biomarcadores conocidos de las sustancias que con más frecuencia están implicadas en los incidentes químicos (por ejemplo, cloro, fosgeno, amianto y sustancias particuladas). Por lo demás, la utilización de biomarcadores de exposición no siempre proporciona la conclusión definitiva de que existe un vínculo entre la exposición y un incidente químico, especialmente cuando se trata de sustancias que pueden estar presentes en concentraciones bajas en el medio ambiente. Por lo tanto, puede ser importante reunir información sobre pasatiempos, ocupaciones secundarias, procedencia del agua de consumo y cualquier otra posible fuente de exposición.

En casi todos los países es común un cierto grado de exposición a una variedad de contaminantes. Algunos países efectúan muestreos entre la población para cuantificar las concentraciones biológicas de base de algunos contaminantes. Las bases de datos como la mantenida por el Centro Nacional de Estadísticas

¹ Lotti M, Moretto A. Organophosphate-induced delayed polyneuropathy. *Toxicological Reviews*, 2005, 24:37-49.

Sanitarias, de los Centros para la Prevención y el Control de Enfermedades de los Estados Unidos, basadas en las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición (NHANES),¹ constituyen una fuente de referencia de las concentraciones determinadas en esos estudios. La base de datos de las NHANES incluye actualmente datos sobre biomarcadores de 148 sustancias, entre ellas metales pesados como el plomo y el cadmio, hidrocarburos policíclicos aromáticos, bifenilos policlorados, dioxinas y muchos plaguicidas.

Un estudio preliminar de exposición debe someter a prueba muestras obtenidas de los subgrupos con más probabilidad de haberse expuesto intensamente o de los más vulnerables a la exposición. Si en esas muestras no se detectan concentraciones mensurables, no tendrá caso estudiar otros subgrupos ni será necesario implantar un programa integral de monitoreo ambiental.

Biomarcadores del efecto

No es posible analizar los biomarcadores de exposición relacionados con muchos contaminantes o situaciones. Ello obedece en algunos casos a que el periodo de semidesintegración de la sustancia en el organismo humano es breve y ha transcurrido mucho tiempo desde la exposición. En otros casos, dichos biomarcadores no pueden utilizarse porque no hay pruebas de laboratorio para detectarlos. Por último, puede ocurrir que la sustancia no penetre en el organismo y solo ejerza un efecto local (por ejemplo, exantema o irritación respiratoria).

En estas circunstancias, pueden medirse los efectos nocivos intermedios de la exposición mediante variables fisiológicas que se modifican con la exposición, como la inhibición de enzimas. Muchas de estas determinaciones (biomarcadores de efecto) suelen realizarse durante la asistencia médica ordinaria para diagnosticar muchos problemas, que en su mayor parte no están relacionados con contaminantes ambientales. Los trastornos que se determinan, como

la alteración del número de eritrocitos relacionada con la intoxicación por plomo, también se observan en otras enfermedades y por lo tanto se deben evaluar todas las causas posibles. En estas circunstancias puede ser útil realizar varios análisis que indiquen la exposición al contaminante. La formación de un grupo de comparación utilizando una estrategia apropiada de muestreo puede también ayudar a los investigadores a evaluar si las anomalías observadas en una determinación están relacionadas con la exposición que interesa.

En diversas publicaciones se han descrito conjuntos de análisis de variables de funciones inmunitarias, neuroconductuales y respiratorias que se han usado y validado ampliamente en investigaciones ambientales. Puede ser necesario realizar estudios piloto para determinar cuáles biomarcadores de efecto, y en qué concentraciones, se relacionan con las dosis conocidas de los agentes a las que la población se ha expuesto, con miras a validar los biomarcadores utilizados en los estudios o situaciones clínicas relativas al incidente en cuestión. Es posible que el estudio tenga que realizarse prontamente si el biomarcador de efecto desaparece fácilmente.

Otra información pertinente

Con independencia de que los biomarcadores sean cuantificables, en la evaluación del grupo de población afectado se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ocupación y lugar de trabajo específicos;
- características especiales de la exposición en el lugar de trabajo, tales como trabajo en espacios cerrados, grado de ventilación (por ejemplo, si se mantienen abiertas las puertas);
- si la persona se hallaba en el interior o a la intemperie;
- grado de actividad física;
- síntomas intermedios como escozor o prurito, que pueden indicar una exposición intensa;
- tasa de síntomas relacionados con la exposición en las personas expuestas, lo que puede ser un indicio de la dosis;

¹ National Health and Nutrition Examination Survey home page (<http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm>).

- tiempo transcurrido entre la exposición y la aparición de síntomas: si es corto puede indicar una dosis elevada o una sustancia muy tóxica, como el cianuro. En los incidentes químicos el tiempo de latencia por lo común es corto (segundos o minutos). Aun así, algunas sustancias como el fosgeno tienen efectos inmediatos y tardíos, mientras que otras, como la dioxina, tienen un periodo de latencia que va de horas a días.
- factores especiales que pueden influir en la absorción dentro del organismo (por ejemplo, hábito de fumar, ejercicio, abrasiones cutáneas, pica);
- medidas aplicadas para reducir la contaminación de la persona (por ejemplo, lavado de la piel y cambio inmediato de ropa);
- quema de la vegetación;
- animales centinelas, que pueden resultar afectados por el incidente;
- experiencias penosas como la muerte de familiares o la pérdida de la casa o el trabajo.

6.2.3 Evaluación ambiental

La modelización ambiental o el muestreo ambiental rápido pueden permitir saber cuáles medios se han contaminado, el grado de contaminación que presentan y la distribución geográfica de la contaminación. La modelización puede indicar también qué grupos probablemente hayan quedado expuestos.

Los programas de monitoreo ambiental deben centrarse en evaluar las concentraciones de las sustancias químicas liberadas (y también de los productos de descomposición) en todos los medios del entorno a los que las personas puedan exponerse. En concreto, se debe considerar la posibilidad de contaminación del aire, el agua y el suelo en las zonas que circundan el lugar del escape.

Recogida de muestras en medios de contacto del ambiente

Según se explicó en la sección 4.2, las mediciones ambientales revisten una importancia decisiva pero deben practicarlas profesionales bien equipados y capaces. Por tal motivo, es indispensable trazar un plan

ENLACES WEB 8: EVALUACIONES

Para obtener más información sobre la forma de realizar evaluaciones de higiene del medio, visite el sitio web del Departamento de Salud y Envejecimiento de Australia en: <http://enhealth.nphp.gov.au/council/pubs/pdf/envhazards.pdf>

sistemático para las zonas y los medios de contacto (incluidos alimentos y agua potable) que habrán de ser muestreados, así como el tiempo necesario para recoger las muestras. El plan habrá de incluir el tiempo, la frecuencia, el método de muestreo y las comparaciones que se harán a fin de lograr una representación exacta de las condiciones. El equipo que recoja las muestras deberá contar con el respaldo de laboratorios capaces de efectuar los análisis apropiados y que se rijan por procedimientos rigurosos de garantía y control de la calidad. En condiciones ideales, los laboratorios deberían estar certificados en relación con los análisis específicos que realicen.

Solo hay una oportunidad para recoger muestras del aire con objeto de determinar los grados de exposición durante la propia emergencia. Puede ocurrir que no sea factible tomar muestras del agua y el suelo durante la emergencia, pero de ordinario es posible recoger muestras de aire sobre el terreno, incluso en lugares un tanto alejados del sitio del incidente. Si se pretende recoger muestras de la columna de humo o vapor, los gestores de emergencias químicas tendrán que coordinar (y capacitar) a bomberos o técnicos ambientales bien protegidos para que realicen esta tarea; este personal debe haber sido capacitado especialmente con antelación para cumplir esta tarea con eficacia y sin ponerse en peligro. Cuando se ha contaminado el agua o el aire, la obtención de muestras generalmente se hace en los días que siguen al incidente. Sin embargo, si el incidente químico obligó a neutralizar el lugar inmediatamente, por ejemplo, mediante limpieza a fondo o lavado con agua a presión, no se podrá obtener muestras. En esas circunstancias, el biomonitoreo, explicado anteriormente, puede representar una buena opción para estimar la exposición.

El monitoreo en la fuente de la contaminación deberá continuar más allá del momento en que se controla el escape para confirmarlo. Los medios de contacto probablemente contaminados deberán ser monitoreados y se vigilará también a las personas para determinar las concentraciones a las que los grupos o los individuos se siguen exponiendo al realizar sus actividades normales. En el estudio de caso del río Songhua (sección 3, página 44) se presenta un ejemplo.

Si se realizó la modelización ambiental para determinar la distribución de la sustancia implicada, puede ser útil validar las predicciones del modelo recogiendo muestras fuera de la zona de contaminación prevista. Esto puede resultar especialmente útil si se han notificado efectos nocivos en los habitantes de esas zonas. Muchos modelos son de carácter general y pueden resultar demasiado simples para gestionar situaciones complejas como la dispersión alrededor de colinas o edificios. Por lo tanto, para obtener predicciones más fiables pueden ser necesarios modelos más complejos que requieren más datos.

Si no es posible determinar la fuente ni la naturaleza de la contaminación pero continúan produciéndose efectos nocivos en las personas, la labor detectivesca de los epidemiólogos ambientales puede identificar los tipos o fuentes probables de las sustancias implicadas. La información sobre características de la población afectada, como lugar de residencia, suministro de agua, ocupación o actividades recreativas, o el consumo de un alimento o producto en particular, pueden servir para formular hipótesis, que luego se ponen a prueba mediante determinaciones ambientales o biológicas.

Monitoreo ambiental a largo plazo

Muchas veces, cuando el incidente ha terminado, el medio ambiente sigue contaminado y la contaminación sigue afectando a las personas por los medios de contacto y las vías de exposición. El grado de contaminación puede tener que monitorearse periódicamente por un periodo largo, y habrá que evaluar regularmente los posibles

efectos sobre la salud de las personas. La evaluación de la contaminación ambiental es un elemento importante del seguimiento eficaz con posterioridad a un incidente o amago de incidente químico. Los datos del monitoreo ambiental a largo plazo después de un incidente químico pueden usarse para:

- Evaluar las variaciones de las condiciones ambientales de base.
- Caracterizar la gravedad y el grado del incidente químico y, por lo tanto, las posibles vías de exposición de los seres humanos.
- Elaborar programas de reparación y evaluar la eficacia de estos.
- Evaluar las posibles repercusiones sobre la salud humana después de los incidentes mediante técnicas de evaluación de riesgos. Esta puede ser una opción importante en vez de la realización de estudios epidemiológicos.

6.2.4 Evaluación de los efectos nocivos durante el incidente o a raíz de este

Los efectos nocivos agudos deben evaluarse inmediatamente después de un incidente químico. Para ello hay que reunir datos acerca de los posibles efectos nocivos de las sustancias de interés, así como efectos psicosociales conexos como insomnio, ansiedad y estrés. También corresponde obtener información sobre los efectos funcionales y físicos, y sobre la morbilidad y mortalidad relacionadas con la exposición a la sustancia o el estrés que acompaña al incidente químico. Toda esta información puede entonces usarse para brindar asesoramiento sobre protección, tratamiento individual e intervenciones colectivas.

6.2.5 Efectos a plazos medio y largo

Terminadas las evaluaciones a corto plazo, si corresponde, hay que emprender un estudio epidemiológico para seguir a la población expuesta. El objetivo principal será detectar posibles trastornos crónicos relacionados con el incidente y aplicar el tratamiento necesario. Otros objetivos de un estudio epidemiológico:

- proporcionar información sobre la probabilidad de que haya efectos nocivos en las personas;

ESTUDIO DE CASO 15: ESCAPE AL AIRE DE DIOXINA EN UNA PLANTA INDUSTRIAL, SEVESO (ITALIA)

Pocos minutos después del mediodía del 10 de julio de 1976, se rompió una válvula en la planta de la Industrie Chimiche Meda Società Azionaria (ICMESA), cerca de Seveso, lo que ocasionó el escape de 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD), conocida comúnmente como dioxina. La nube química ascendió unos 50 m en el aire y cubrió una zona eminentemente residencial de unos 18 km². Aunque no se conoce la cantidad exacta, los expertos calculan que se liberaron entre 100 g y 20 kg de dioxina.

En cuestión de horas, varios niños presentaron inflamación cutánea. En los meses siguientes, varias personas contrajeron cloracné, trastorno cutáneo que es síntoma de la intoxicación por dioxina. A los pocos días, 3300 animales, principalmente aves de corral y conejos, murieron a consecuencia de la exposición química, y otros 80 000 animales fueron sacrificados para evitar que la dioxina entrara en la cadena alimentaria. Por suerte, no murieron personas como resultado directo del accidente.

En ese momento, Italia había implantado pocos procedimientos para responder a accidentes industriales, y la falta de orientación por parte de los funcionarios causó temor e incertidumbre en los habitantes de la zona. Transcurrió casi una semana antes de que se avisara a las comunidades cercanas a la planta química, y la evacuación de las personas de las zonas de riesgo elevado no comenzó hasta que habían transcurrido dos o tres semanas. Como la dioxina persiste en el medio ambiente, continúan los estudios científicos de sus efectos a largo plazo en las personas expuestas y sus hijos.

A consecuencia de este incidente, la Comisión Europea aprobó en 1982 las normas sobre seguridad industrial conocidas como la Directriz de Seveso. Las normas se han actualizado varias veces y la versión actual es la Directriz II de Seveso, en la cual se prescribe que los establecimientos establezcan planes para casos de emergencia que incluyan los objetivos de comunicarse con la población afectada y pongan en práctica medidas para proteger a la gente y el medio ambiente de forma oportuna a raíz de un incidente químico.

ASPECTOS DESTACADOS

- Debe haber capacidad para evaluar y analizar los efectos nocivos demorados y a largo plazo de contaminantes persistentes relacionados con enfermedades crónicas como el cáncer.
- Los planes de preparación deben incluir información sobre la forma y el momento de transmitir información a la comunidad.
- Los planes de preparación deben incluir métodos para proteger a los seres humanos y el medio ambiente a raíz de un incidente químico.

- determinar si la sustancia química implicada puede causar efectos nocivos crónicos después de una exposición aguda;
- determinar la relación entre la dosis de exposición y el efecto nocivo; y
- enriquecer la base de datos de salud pública y la de toxicología.

En el estudio de caso de Seveso (sección 6) se ofrece un ejemplo de evaluación de salud pública a largo plazo.

Finalidad de los estudios epidemiológicos de los efectos nocivos a largo plazo

Esos objetivos se han considerado en la sección 6.2. Se sabe relativamente poco acerca de los efectos tóxicos en entornos distintos de los laborales porque los recursos se han destinado principalmente a los ambientes de trabajo. Además, puede ser difícil

estudiar los efectos de exposiciones crónicas de baja intensidad a muchas sustancias y evaluar los efectos nocivos correspondientes es muy complejo.

En las mejores condiciones, los efectos tóxicos deben relacionarse con una cuantificación de la exposición, lo cual requiere datos sobre el grado, las vías y la duración de la exposición y la gravedad de los efectos nocivos. Si se conoce la relación entre la exposición y la respuesta, será posible informar a la comunidad el posible resultado del incidente y recomendar medidas protectoras. Los síntomas psíquicos y los síntomas médicos sin explicación médica no se relacionan directamente con la exposición química; para preverlos es mejor apoyarse en otros antecedentes, tales como la pérdida de familiares, el trabajo o el hogar; personalidad y funcionamiento antes del

incidente; haber presenciado acontecimientos terribles; y apoyo social.^{1,2}

Por motivos de logística y éticos, no es posible reunir datos de poblaciones grandes en el contexto de estudios experimentales controlados. Los incidentes químicos, en los que grupos de población son expuestos a riesgos, representan oportunidades infortunadas pero legítimas para realizar investigaciones. Los estudios epidemiológicos analíticos a gran escala tardan mucho tiempo y exigen muchos recursos, amén de que requieren la participación de salubristas, personal ambiental y la colectividad.

Los estudios a gran escala reportan beneficios como la posibilidad de elaborar y ejecutar programas apropiados de reparación y restauración, y también evitar la repetición de incidentes químicos. Otro beneficio es que aportan información sobre los efectos nocivos en los grupos expuestos. En ocasiones, las comunidades solicitan la realización de estudios porque la comunicación de riesgos no logró allanar del todo las inquietudes. Asimismo, con frecuencia las personas expuestas desean saber que «alguien está haciendo algo» cuando se percibe que las actividades de respuesta son incompletas. No obstante, los estudios epidemiológicos no deben efectuarse con la única finalidad de apaciguar a la comunidad; solo se realizarán si hay motivos científicos sólidos para ello.

Los estudios que requieren menos recursos que los análisis epidemiológicos pueden servir para evaluar la factibilidad de un estudio mayor, atender las inquietudes de la gente y generar hipótesis para estudios ulteriores. Entre ellos cabe mencionar los estudios descriptivos, que se explican más adelante.

Tipos de evaluaciones de los efectos nocivos³

Los métodos para evaluar los efectos nocivos en la gente como consecuencia de un incidente químico se pueden clasificar en dos grupos generales: **descriptivos y analíticos**. No existe una distinción neta entre ambos tipos, y un estudio descriptivo puede servir de base a uno analítico.

Un estudio descriptivo es el que muestra que ha habido un cambio de la exposición o del efecto nocivo. También puede indicar que la exposición y los efectos nocivos están relacionados. En ocasiones, los estudios descriptivos pueden mostrar que existe una secuencia temporal, de suerte que la exposición precede al efecto.

La finalidad de los estudios analíticos es ir más allá de la descripción y determinar, en todos los casos, si la exposición ocurrió antes del efecto y si existe la probabilidad estadística de que la exposición haya causado el efecto. Generalmente, son mayores y más costosos que los descriptivos.

La decisión en torno a cuál método aplicar para la evaluación sanitaria después de un incidente químico dependerá de varios factores, como son el número de personas en riesgo, la necesidad política y social de encontrar respuestas y los recursos con que se cuenta. Antes de comenzar es decisivo elegir el diseño adecuado, lo que incluye método, finalidad e hipótesis. Además, es importante comunicar la finalidad y estructura de cualquier estudio a las principales partes interesadas en el incidente.

Estudios descriptivos

Estudios de morbilidad y prevalencia de síntomas.

Es muy tentador reunir rápidamente datos sobre personas con signos y síntomas de exposición química. Sin embargo, a menos que se incluya un grupo testigo o de comparación, habrá incertidumbre en torno a la relación entre los efectos nocivos y la exposición. Los

¹ Health Council of the Netherlands. The medium and long-term health impact of disasters. The Hague, Gezondheidsraad, 2007. Report 2006/18E (<http://www.gr.nl/pdf.php?ID=1487&p=1>). Havenaar JM, Cwikel JG, Bromet EJ, eds. Toxic Turmoil. Psychological and societal consequences of ecological disasters. Nueva York, Kluwer Academic Publishers, 2002.

² IJzermans CJ, Dirkwager AJE, Breuning E. Long-term health consequences of disaster. A bibliography. Utrecht, NIVEL, 2005 (<http://www.nivel.nl/pdf/Long-term-health-consequences-of-disaster-2005.pdf>).

³ World Health Organization. Assessing the health consequences of major chemical incidents: epidemiological approaches. Copenhague, Organización Mundial de la Salud, 1997.

resultados de los estudios mal diseñados de esta clase pueden ser difíciles de explicar al común de la gente.

En los **estudios transversales** se pretende comparar grupos con la enfermedad y grupos sin ella con respecto a la exposición actual, o grupos expuestos y no expuestos con respecto a su estado de salud actual, ya sea en un momento determinado o en un periodo breve. Los estudios transversales se parecen a los de prevalencia pero se estructuran más formalmente y se rigen por definiciones precisas de la enfermedad y los resultados sanitarios de interés, así como medidas bien definidas o factores sustitutos que representan los grados de exposición.

En los **estudios ecológicos** la unidad de observación es un grupo de población o comunidad. Se examinan las tasas de morbilidad y exposición en cada uno de una serie de grupos de población y se estudia su relación. La cuestión que se investiga suele ser si un grupo de población se ha expuesto a una cantidad suficiente del contaminante que aumente la tasa de efectos nocivos por encima de la correspondiente a grupos semejantes de zonas no expuestas.

Los **estudios de conglomerados de casos** se parecen a los ecológicos porque la presencia en una zona durante un periodo específico se utiliza a menudo como sustituto de una exposición presunta. Pero se aplican técnicas estadísticas especiales adecuadas para zonas pequeñas y grupos reducidos; además, la información sobre los efectos nocivos puede incluir la búsqueda activa de casos y definiciones de caso más precisas.

Estos estudios con frecuencia se realizan en respuesta a la ansiedad de la comunidad porque esta considera que un aumento en la frecuencia de casos de enfermedad está vinculada con un peligro ambiental. También se puede reconocer un conglomerado cuando una enfermedad nueva o inusual se registra en el programa de vigilancia sanitaria sistemática (sección 4.2).

Hay dos formas importantes de comparar los datos de estudios descriptivos: las comparaciones geográficas

(espacio) o las tendencias temporales (tiempo). En el cuadro 3 se resumen los datos aportados, el diseño del estudio, el análisis y los resultados de varios estudios descriptivos que pueden utilizarse para evaluar los riesgos sanitarios después de un incidente químico.

Estudios analíticos

Un estudio de este tipo pretende mostrar una relación entre la exposición y una enfermedad posterior, o identificar un posible agente causal en un grupo de personas con una enfermedad particular. En estos estudios se compara la incidencia o frecuencia de efectos nocivos con relación a la exposición. Cabe señalar que en un incidente químico de gran magnitud generalmente no es posible estudiar a todas las personas expuestas. En su lugar hay que procurar estudiar un grupo expuesto formado por personas que puedan ser especialmente sensibles a los efectos de la sustancia contaminante (niños, ancianos o individuos anteriormente enfermos). Sea como fuere, el grupo de personas expuestas y el de no expuestas deben constituirse mediante selección al azar (muestra estratificada) y evaluarse periódicamente después de la exposición, por ejemplo, en los meses 0, 3 y 6 y los años 1 y 2 después del incidente.

Los estudios analíticos aportan indicios estadísticos de causalidad al estimar la fuerza de la asociación entre exposición y enfermedad. Dos estadísticos que suelen usarse en los estudios analíticos son la razón de momios (*odds ratio*) y el riesgo relativo. Un indicio adicional de causalidad sería la comprobación de una relación dosis-respuesta, la cual reviste una importancia decisiva para la evaluación de riesgos. Los tres tipos de estudios analíticos relacionados con la epidemiología ambiental son los estudios de tipo panel, los de cohortes y los de casos y testigos, como se explica más adelante.

Los **estudios de tipo panel** se utilizan para el seguimiento a corto plazo de un grupo de personas en quienes los efectos nocivos se correlacionan con medidas de exposición concurrente. Cada persona es su propio testigo, aunque también se debe evaluar un

CUADRO 3: EJEMPLOS DE ESTUDIOS DESCRIPTIVOS QUE PUEDEN UTILIZARSE PARA EVALUAR LOS RIESGOS Y RESULTADOS DE SALUD PÚBLICA DESPUÉS DE UN INCIDENTE POR ESCAPE DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Diseño del estudio	Datos de salud	Datos de exposición	Análisis	Resultados
Encuesta o transversal	Signos y síntomas en la población	Individual, cualitativo	Comparación de grupos con exposición diferente	Frecuencia de los síntomas (incluido fastidio o ansiedad) en grupos diferentes
Transversal (muestras aleatorias o por conglomerados)	Mediciones biológicas	Individual cualitativo o cuantitativo	Comparación de grupos con exposición diferente	Correlación entre marcadores de efectos sanitarios y exposición
Agregación temporal	Aparición de enfermedad	Toda la población	Serie temporal	Cambio de las tasas
Agregación espacial			Comparaciones espaciales	Diferencia entre zonas expuestas y zonas no expuestas
Agregación temporal	Tasas de mortalidad, natalidad y otras	Toda la población	Serie temporal	Cambios a corto plazo en las tasas de mortalidad, natalidad y otras
Agregación espacial			Comparaciones espaciales	Diferencia entre los grupos de exposición

panel de referencia para el ajuste de posibles efectos de confusión de factores dependientes del tiempo no relacionados con la exposición, como el clima o los informes acerca del incidente químico publicados por los medios de información.

Estos estudios son relativamente sencillos y pueden realizarse en cuestión de días o semanas en vez de meses o años. Pueden ser la base de investigaciones más formales o usarse para valorar la utilidad y factibilidad de estos.

Los **estudios de cohorte** comparan síntomas o efectos nocivos entre personas expuestas y personas no expuestas. Sus resultados ayudan a evaluar la asociación entre dichos efectos y la exposición. Los estudios de cohorte prospectivos evalúan la incidencia de síntomas o efectos nocivos en las personas expuestas por comparación con las no expuestas. Los estudios de cohorte retrospectivos evalúan la incidencia de síntomas o efectos nocivos en las personas expuestas por comparación con las no expuestas.

Los **estudios de casos y testigos** comparan los antecedentes de exposición de un grupo de personas con síntomas específicos (casos) con los de personas sin síntomas (testigos); pueden ser prospectivos o retrospectivos. Ayudan a evaluar la asociación de efectos nocivos específicos con ciertas exposiciones, a verificar la eficacia de medidas de protección o de tratamiento, y a identificar factores que influyen en la

susceptibilidad a los efectos nocivos relacionados con la exposición.

En el cuadro 4 se resumen los datos aportados, el diseño del estudio, el análisis y los resultados de varios estudios analíticos que pueden utilizarse para evaluar los riesgos sanitarios después de un incidente químico.

Limitaciones de los estudios epidemiológicos

Desafortunadamente, verificar o refutar los efectos de un incidente químico mediante los métodos descritos en esta sección puede ser complejo y problemático por varios motivos, a saber:

- Con frecuencia se desconoce el periodo de latencia entre la exposición y el efecto, que puede ser prolongado.
- Las personas se mudan a otra parte y con ello se dificulta el seguimiento del grupo expuesto.
- Las causas de muchas enfermedades, como el cáncer, son multifactoriales, de tal manera que atribuir un efecto patológico específico a la exposición a una sustancia determinada suele requerir que en el estudio participen muchas personas; es poco frecuente que el número de personas expuestas en ocasión de un incidente químico sea lo bastante elevado para alcanzar la potencia estadística necesaria para detectar aumentos moderados del riesgo.

CUADRO 4: EJEMPLOS DE ESTUDIOS ANALÍTICOS QUE PUEDEN UTILIZARSE PARA EVALUAR LOS RIESGOS PARA LA SALUD PÚBLICA DESPUÉS DE UN INCIDENTE POR ESCAPE DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Diseño del estudio	Datos de salud	Datos de exposición	Análisis	Resultados
Panel	Marcadores biológicos, síntomas, signos, aparición de enfermedad	Individual	Correlación entre exposición, indicadores de exposición y cambios de los indicadores sanitarios	Efecto a corto plazo sobre la salud
Cohortes	Mortalidad, incidencia, resultados reproductivos	Exposición por grupos o individual	Comparación de grupos con exposición diferente	Incidencia de efectos a largo plazo, riesgo relativo en varios grupos de exposición
Casos y testigos	Enfermedades poco comunes (como cáncer, malformaciones)	Individual	Comparación de antecedentes de exposición entre casos y testigos	Confirmación de la asociación entre resultados específicos y exposición

6.3 LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE REHABILITACIÓN

La rehabilitación posterior a un incidente ambiental puede involucrar una combinación de reparación y restauración del ambiente, medidas para evitar la recurrencia y trabajo para mejorar la salud de la comunidad.

6.3.1 Reparación

Para los fines del presente documento, la reparación tiene la finalidad de hacer más seguro y limpio el medio ambiente (según las definiciones de los reglamentos nacionales) después de haber sido contaminado por una o varias sustancias químicas peligrosas. En un sentido más general, eso incluye los medios de contacto como los alimentos, el agua potable y el agua de riego. La reparación puede producirse de manera natural, por ejemplo, por la evaporación de un gas volátil o por la disipación o el desdoblamiento rápido de las sustancias involucradas. Con todo, es preciso señalar que la degradación natural de algunas sustancias químicas peligrosas en realidad puede dar origen a productos más tóxicos.

Cuando se impone la reparación activa, ello puede exigir la recogida del medio de contacto contaminado y su eliminación sin riesgos u otras medidas para reducir la toxicidad de la sustancia.

El proceso de reparación solo puede ser plenamente eficaz cuando se ha determinado la magnitud de la contaminación. Hace falta una gran variedad de expertos para evaluar la magnitud de la contaminación

ambiental, idear medidas apropiadas de descontaminación y lograr que los grupos evacuados vuelvan cuando sea seguro o dar por terminadas las recomendaciones de protección sanitaria. Como parte de la reparación también hay que valorar y tener en cuenta el grado en que la contaminación ha alcanzado las tierras de labranza o los terrenos usados por las personas, así como el grado de contaminación de cosechas y ganado, con los riesgos consiguientes para la cadena alimentaria.

La limpieza de los lugares o terrenos contaminados puede suponer la estabilización del suelo o tecnologías de eliminación o métodos biológicos de descontaminación. Puede ser necesario retirar material como la capa superficial del suelo, la arena de las playas, el equipo o las cosechas para su limpieza o eliminación, lo cual debe hacerse sin poner en peligro la zona donde se está realizando la descontaminación. La reparación en grandes masas de agua puede ser costosa y tardada, especialmente cuando la sustancia contaminante se ha unido al sedimento. También puede ser necesaria la descontaminación individual de la fauna silvestre afectada. La contaminación considerable de la cadena alimentaria puede exigir la destrucción apropiada de cosechas, productos y ganado. La descontaminación del aire puede producirse naturalmente en cuestión de horas (o puede tardar algunas semanas), pero a veces las cenizas o las concentraciones tóxicas de contaminantes pueden persistir por meses o años como consecuencia de la interacción con las condiciones locales. La descontaminación de los sistemas de suministro de agua puede ser imposible y entonces habrá que

vaciarlos, lo cual genera la posibilidad de contaminar el suelo, las aguas subterráneas o el mar.

A veces no se puede eliminar la sustancia por dificultades técnicas, condiciones peligrosas o porque su eliminación causaría más contaminación o sería demasiado costosa. En su lugar pueden aplicarse medidas correctivas para reducir el volumen, la toxicidad o la movilidad de las sustancias peligrosas. Si no puede lograrse la reparación completa, puede ser necesario declarar la zona como «prohibida», «inútil», «de ingreso restringido» o «de uso limitado». Estas decisiones pueden mantenerse en vigor por muchos años y trastornar seriamente la vida de la comunidad. Todas las medidas de reparación pueden alterar considerablemente el medio ambiente.

6.3.2 Restauración

Es el proceso de devolver el medio ambiente a su estado original, como se encontraba en el momento en que ocurrió el incidente químico. A veces, la reparación no altera considerablemente el medio ambiente con respecto a su estado original. En otros casos, la reparación extensa puede causar grandes alteraciones del medio ambiente.

La restauración del medio ambiente a su estado original puede suponer la ordenación y reconstrucción del paisaje, la sustitución de equipo y edificaciones, la siembra de nuevos cultivos y la reintroducción de animales domésticos y fauna silvestre. Al igual que la reparación, la restauración puede ser muy costosa. Puede ser problemático conseguir los recursos para las actividades de restauración pues con frecuencia esta no puede llevarse a cabo hasta después de haber transcurrido un tiempo considerable del incidente; conforme pasa el tiempo puede ser difícil determinar las responsabilidades, lo que reduce las posibilidades de recibir una indemnización. Asimismo, puede ser que la restauración no se juzgue como algo urgente o necesario, y con frecuencia es difícil encontrar una organización que esté dispuesta a sufragar los costos. Casi siempre, el principio de que «el que contamina paga» no se cumple.

6.3.3 Rehabilitación de la salud pública y los medios de vida

Como ya se mencionó, la rehabilitación de los grupos de población expuestos exige mucho más que la reparación y la restauración e incluye medidas para evitar la repetición del incidente y trabajo para mejorar la salud de la comunidad. Por lo tanto, las actividades de rehabilitación de los grupos expuestos deben abordar:

- La salud, incluida la vigilancia de enfermedades de aparición tardía, y la asistencia médica, incluidos los servicios temporales especiales adaptados a las víctimas, como el tratamiento de las lesiones relacionadas con el incidente.
- La vivienda, incluidas la planificación y reconstrucción de los vecindarios destruidos y la reparación de las casas dañadas.
- La calidad de vida, incluida la reconstrucción de centros recreativos como parques, salas de cine, teatros e instalaciones deportivas.
- Los servicios, incluidos los comercios, el agua, el saneamiento, la infraestructura, los servicios de telecomunicación y el transporte público.
- Las actividades económicas para que la gente se gane la vida, incluida la reconstrucción de las oficinas o centros de trabajo destruidos o dañados y la infraestructura de transporte.
- La sensación de seguridad, principalmente mediante la comunicación de las causas fundamentales del incidente, el enjuiciamiento de la empresa o persona presuntamente causante del incidente y las medidas para evitar que el incidente se repita.

La rehabilitación de una comunidad depende en gran medida de que se responda pronta y eficazmente a las preocupaciones con respecto a la posibilidad de un incidente de escape químico. Hay incidentes que no plantean peligros físicos y requieren pocas medidas protectoras o ninguna, pero que generan sin embargo mucho estrés. Con frecuencia este se puede mitigar mediante una buena comunicación de las medidas que se han tomado para reducir al mínimo la exposición de la comunidad. Otra manera eficaz de devolver la tranquilidad a las personas

afectadas puede ser la realización de investigaciones adicionales para comprobar que no se detectan efectos nocivos ni contaminación ambiental. Involucrar a la comunidad en los planes para disminuir el riesgo de otros incidentes y alertar rápidamente al personal de emergencias y a la gente si se produce un nuevo incidente, puede ser tranquilizador y fomenta el sentido de bienestar colectivo.

Hay que evaluar y tratar los efectos nocivos agudos y tardíos de la exposición aguda. Los efectos de la exposición crónica sobre la salud pueden mitigarse si se aleja al grupo de la fuente de contaminación constante, si se elimina la vía de exposición o si se aplican medidas correctivas. Cuando se determina que en el organismo de las personas persisten concentraciones peligrosas de la sustancia implicada, se deben aplicar

ESTUDIO DE CASO 16: BROTE EPIDÉMICO DE INTOXICACIÓN POR PLOMO, SENEGAL^a

A raíz de un conglomerado de muertes sin explicación ocurridas entre noviembre de 2007 y febrero de 2008 en niños del vecindario de NGagne Diaw en Thiaroye sur Mer, Dakar, unas investigaciones dirigidas por las autoridades sanitarias y ambientales revelaron que la zona estaba contaminada con plomo a causa del reciclado informal de pilas que contienen este metal. Además, se comprobó que las madres y los hermanos de los niños fallecidos tenían concentraciones muy altas de plomo, en muchos casos por encima de 1000 µg/l. Como resultado, en marzo de 2008 el Ministerio del Medio Ambiente retiró 300 toneladas de residuos de pilas y tierra contaminada y cubrió la zona con arena limpia.

En junio del mismo año, un equipo internacional constituido por un toxicólogo clínico, un especialista en higiene del medio y un químico analítico ayudó al Ministerio de Salud y Prevención a realizar investigaciones de salud. Los exámenes médicos de niños y madres de los niños que habían muerto, así como de miembros de la comunidad escogidos al azar (incluidas personas que nunca habían participado en las actividades de reciclado o extracción del plomo), confirmaron la presencia de concentraciones sanguíneas de plomo entre 363 y 6139 µg/l. Los niños que en la investigación inicial habían presentado concentraciones altas mostraron aumentos que indicaban una exposición continua. Además, se observaron indicios de daño neural, en algunos casos irreversible, principalmente en niños. Estos resultados suscitaron la preocupación de que los 950 habitantes de NGagne Diaw pudieran estar intoxicados con plomo.

La investigación ambiental reveló que todo el barrio estaba intensamente contaminado por plomo como consecuencia de las actividades informales de reciclado y extracción de plomo. A la intemperie se midieron concentraciones hasta de un 30%, y en interiores hasta de 1,4%. La contaminación ambiental parecía estar limitada a este barrio, que abarca unos 350 m por 200 m.

Las visitas y entrevistas revelaron que el reciclado informal de pilas de plomo se llevaba practicando desde 1995 en una zona abierta en pleno barrio de NGagne Diaw. Con el paso de los años ello había ocasionado una contaminación extensa del suelo con plomo. Además, a finales de 2007 se intensificó el reciclado de pilas y la gente empezó a transportar tierra contaminada de la zona de reciclado a otras partes del barrio para tamizarla y extraer el plomo. La tierra enriquecida se envasó en bolsas que se guardaban en casa para venderlas después a un comerciante de la localidad. Se había visto a niños jugando con esa tierra contaminada. Esas actividades causaron una enorme contaminación ambiental atmosférica y en interiores; por conducto de la inhalación o ingestión de polvo contaminado y la costumbre de los niños de llevarse todo a la boca se produjo una gran exposición de toda la comunidad.

La limpieza efectuada por el Ministerio del Medio Ambiente en marzo de 2008 contribuyó a reducir temporalmente la exposición de los habitantes al plomo. Sin embargo, las mediciones efectuadas posteriormente sobre el terreno indicaron a las claras que la contaminación se había propagado de nuevo desde las zonas no tratadas como resultado de las actividades diarias de los habitantes y por efecto de los vientos predominantes.

ASPECTOS DESTACADOS

- La exposición debe detenerse lo antes posible; esto pueden suponer trasladar a las personas fuera de la zona contaminada.
- Se debe dar tratamiento para ayudar al organismo a metabolizar o eliminar las sustancias contaminantes, si es posible (en este caso, el tratamiento por quelación). Pueden requerirse tratamientos especiales para los niños.
- Se debe considerar la conveniencia de efectuar el tamizaje sistemático de la población en riesgo para identificar a las personas que necesitan tratamiento.
- Se debe efectuar el seguimiento sostenido del grupo de población afectado.

^a http://www.who.int/environmental_health_emergencies/events/Senegal2008_update/en/index.html

medidas como la quelación terapéutica (que solo puede usarse con unos pocos metales tóxicos) o algún tratamiento para ayudar al organismo a metabolizar o expulsar la sustancia nociva. Cuando los niveles de exposición son inciertos y existe inquietud en torno a los posibles efectos nocivos a largo plazo, se debe considerar la posibilidad del monitoreo prolongado como parte de la rehabilitación de la comunidad. (Véase también el estudio de caso del Senegal más adelante.)

Según lo descrito en la sección 6.2.1, pueden establecerse registros de las personas contaminadas y las expuestas, pero se necesitan recursos para mantenerlos al día, lo que es importante para lograr un seguimiento médico integral. Al crear y mantener esos registros también hay que tener en cuenta los aspectos de privacidad.

Si se han implantado medidas que restringen el uso de la tierra o de ciertos establecimientos, o que afectan de otro modo a los medios de ganarse la vida, se deben conseguir recursos para mejorar la situación. Si corresponde, las autoridades locales deben involucrarse en las negociaciones para obtener esos recursos. Cuando los lugares importantes, como las zonas de juegos infantiles o de conservación, se declaran cerrados al acceso o si determinados establecimientos esenciales no pueden utilizarse a causa de la contaminación, se concederá una gran prioridad a conseguir zonas y establecimientos que los suplan. Asimismo, habrá que buscar acomodo a los habitantes que no puedan permanecer en su casa.

Si se considera que los niveles de exposición son admisibles y no se acompañan de efectos nocivos, pero existe la incertidumbre de que puedan ocasionar este tipo de efectos a largo plazo, o bien si las alzas intermitentes de la exposición se juzgan inadmisibles, hay que hacer todo lo posible por reducirlos para proteger a la población, en especial a los individuos vulnerables. Si lo anterior no es posible, el grupo expuesto o que podría quedar expuesto debe ser

vigilado para descartar efectos nocivos o enfermedades relacionadas con la sustancia contaminante.

Una vez superada la fase de comunicaciones de urgencia, se debe seguir proporcionando a la gente información específica y oportuna sobre el comportamiento y las medidas apropiadas, y habrá que darle acceso a información que le ayude a conocer la naturaleza de los efectos nocivos que pueden estar relacionados con el incidente. También es indispensable que la comunidad cuente con mecanismos para manifestar sus inquietudes. Hay que considerar la conveniencia de establecer una línea telefónica especial u otro medio de información para el público. Ello se organiza mejor por conducto de un portavoz de la comunidad. La gente tiene que ser consciente de las medidas implantadas para evitar que el incidente se repita. Entre ellas cabe mencionar las destinadas a disminuir las probabilidades de que ocurra otro incidente o a aminorar los efectos tóxicos del incidente, y se deben tener en cuenta las enseñanzas extraídas de la gestión y el control del incidente.

Algunas personas afectadas por el incidente pueden entablar juicios principalmente para exigir indemnización. En tal virtud, la dependencia principal, junto con los otros grupos implicados, debe procurar que a lo largo de la rehabilitación se proporcione orientación jurídica.

Los objetivos de la rehabilitación son los siguientes:

- implantar medidas de reparación y restauración del medio ambiente;
- restaurar el medio ambiente al estado que tenía antes del incidente;
- atender las inquietudes de la comunidad afectada;
- determinar si se han producido efectos nocivos y, en caso afirmativo, tratarlos;
- restablecer los servicios de la comunidad, incluidos los de asistencia sanitaria, a los niveles que había antes del incidente;
- facilitar evaluación y análisis de la respuesta al incidente;

- monitorear por si aparecen efectos imprevistos o potenciales cuando el riesgo es incierto;
- continuar las actividades de reducción de riesgos y prevención;
- restablecer la confianza depositada en los organismos públicos.

6.4 PREVENCIÓN DE LA RECURRENCIA DEL INCIDENTE

Los resultados del análisis de los factores causales y de la respuesta a la emergencia que se describen más adelante deben darse a conocer a los legisladores nacionales, la estructura de gestión del incidente químico y todos los planificadores vinculados con las

emergencias para que el poder legislativo del país y las actividades de planificación nacional y local aprovechen la experiencia adquirida.

6.4.1 Análisis de los factores causales

Una vez que ha pasado el incidente o el amago de incidente, resulta esencial efectuar una evaluación de los factores causales. La finalidad del análisis es detectar las causas fundamentales que ocasionaron el incidente, con miras a evitar que se repita. Lo más probable es que el análisis se haga en el nivel nacional, pero el personal local desempeñará un papel preponderante porque conoce mejor el incidente y el lugar peligroso. Algunos países han establecido órganos independientes para la investigación de incidentes con el fin de garantizar la calidad metodológica, la estructura y la

ESTUDIO DE CASO 17: BHOPAL (INDIA), 20 AÑOS DESPUÉS

Transcurridos más de 20 años del incidente que afectó a más de 500 000 personas, la vida en Bhopal no ha vuelto a la normalidad. Muchas víctimas padecen enfermedades crónicas relacionadas con el incidente. Como mínimo, unos 5000 supervivientes hacen cola cada día frente a los consultorios y hospitales para ser tratados por la afección resultante de la exposición al isocianato de metilo.^a Las evaluaciones de salud a largo plazo no son suficientes. El ambicioso estudio de seguimiento de la salud a largo plazo encabezado por el Consejo Indio de Investigaciones Médicas (ICMR) terminó repentinamente en 1994 y fue trasladado al Centro de Estudios de la Rehabilitación (CRS).^b El CRS depende del gobierno del estado de Madhya Pradesh, que carece de conocimientos especializados en el diseño de estudios sanitarios. Además, sus recursos son insuficientes para efectuar estudios epidemiológicos completos.

Como resultado de las demandas judiciales en curso, se ha avanzado muy poco en la descontaminación del sitio donde estuvo la planta de Bhopal, actualmente bajo el control del estado de Madhya Pradesh. Muchas sustancias que se utilizaban en la planta fueron abandonadas en 1985 y continuaban allí en 2004, casi todas en malas condiciones de almacenamiento.^c La recuperación del establecimiento abandonado sigue siendo motivo de litigio civil en los tribunales de los Estados Unidos por las víctimas de la exposición inicial, las cuales aducen que los productos químicos se están filtrando al agua potable de algunos de los vecindarios más pobres de la ciudad, donde viven más de 20 000 personas. En 2004 el gobierno del estado fue conminado por el Tribunal Supremo de la India a suministrar agua potable limpia a los residentes. En 2006, se anunció un plan para atender este mandato judicial, lo que incluiría la construcción de seis depósitos de agua y el transporte de agua desde la presa Kolar mediante cañerías.^d

Además de la descontaminación, las víctimas del incidente de Bhopal siguen a la espera de la indemnización económica por sus pérdidas, ya sea de familiares muertos, su estado físico o su trabajo. Aunque Union Carbide (adquirida por Dow Chemical en 2001) pagó US\$ 470 millones en un arreglo extrajudicial de carácter civil, sigue inmersa en un juicio penal que ya dura 17 años.

ASPECTOS DESTACADOS

- El seguimiento de la respuesta a un incidente químico debe incluir una evaluación de salud a largo plazo si se juzga conveniente.
- Las demandas judiciales pueden entorpecer en gran medida la recuperación. En la planificación de la respuesta se debe tener en cuenta la posibilidad de una demanda judicial.
- Hay que efectuar el monitoreo ambiental a largo plazo para evitar que la gente se siga exponiendo a los productos químicos involucrados.

^a Tremblay J-F, Reisch M. Twenty years after Bhopal, compensation still sought by the victims as investigation of accident continues. *Chemical and Engineering News*, 2004, 82:8.

^b Crabb C. Revisiting the Bhopal tragedy. *Science*, 2004, 306:1670–1671.

^c Willey RJ. The accident in Bhopal: Observations 20 years later. 2006 (<http://aiche.confex.com/aiche/s06/techprogram/P35376.HTM>).

^d Bhopal gas victims to get safe drinking water. *The Times of India*, 15 April 2006.

independencia de la investigación a efectos de lograr el máximo beneficio.¹

Los gestores de emergencias químicas tienen a su disposición varios instrumentos y métodos analíticos para evaluar las causas de los escapes químicos. Todos ellos apuntan a reconocer una o varias causas fundamentales del incidente químico y decidir qué medidas se pueden adoptar para evitar que se repita.

Una vez reconocidos los factores causales de un incidente o amago de incidente (por ejemplo, aplicando las técnicas que se describen enseguida), hay que imponer medidas correctivas para evitar su repetición. Durante este proceso es importante centrarse en las formas positivas de evitar un incidente, aunado al uso eficaz de los recursos para aplicar las medidas preventivas.

La investigación de un incidente con el objetivo recién descrito puede verse complicada si el lugar del incidente o los productos contaminados son objeto de una investigación penal. La declaración del lugar como escena de un delito puede entrañar la restricción del acceso por parte del personal sanitario (por algún tiempo). El acceso al escenario de un delito bajo investigación se puede facilitar mediante el establecimiento de un órgano nacional independiente que tenga la autoridad y los recursos apropiados.

Análisis de las causas fundamentales²

Es un proceso ideado para investigar y clasificar las causas fundamentales de eventos que afectan a la salud y el medio ambiente. En pocas palabras, la finalidad que se persigue es ayudar a determinar no solo lo que ocurrió sino cómo se produjo y por qué, para evitar que se repita. Las causas fundamentales se pueden identificar y controlar en una medida razonable; además, la identificación permite idear recomendaciones sobre medidas correctivas. El análisis de las causas fundamentales (ACF) consiste en recopilar datos, cartografiar las causas, determinar los eventos o factores causales y formular

ENLACES WEB 9: LIBROS DE TEXTO

Se han publicado muchos textos sobre las técnicas de análisis de las causas fundamentales. Además, el Departamento de Energía de los Estados Unidos ofrece un documento de orientación en: <http://www.management.energy.gov/1602.htm>

recomendaciones. El proceso puede ayudar a reconocer los eventos causales, pero también los factores que no intervinieron en el incidente químico, de modo que las medidas correctivas pueden concentrarse en los eventos que dieron lugar al incidente.

La técnica de incidentes críticos

Este método supone la realización de entrevistas con personas involucradas en un incidente o amago de incidente, con la finalidad de detectar y eliminar peligros.³ Sirve para detectar errores y condiciones peligrosas que propician accidentes lesivos en un grupo de población determinado; se aplica en una muestra aleatoria estratificada de participantes y observadores de dicho grupo.

Análisis de riesgos de fallas o análisis de árbol de fallas

Es una técnica cuantitativa por la cual se describen sistemáticamente las combinaciones de posibles acontecimientos en un sistema que pueden acarrear un resultado indeseable.⁴ El resultado más grave (el incidente químico) se coloca en la cima del «árbol». El árbol de fallas se traza relacionando las secuencias de eventos que, de forma individual o en combinación, podrían desembocar en el incidente. Luego se deducen las condiciones para que se produjera el incidente químico y ello se repite en el siguiente nivel de eventos hasta detectar las causas básicas del incidente. Al asignar probabilidades a cada evento, se puede calcular la probabilidad de que ocurra un escape. Gracias a este método, los profesionales en el control de emergencias químicas pueden concentrar los recursos en las medidas preventivas de eventos

¹ World Health Organization. *Assessing the health consequences of major chemical incidents: epidemiological approaches*. Copenague, Organización Mundial de la Salud, 1997.

² Rooney J J, Van den Heuvel LN. *Root cause analysis for beginners*. Quality Progress, July 2004.

³ Flanagan JC. *The critical incident technique*. Psychological Bulletin, 1954, 51.

⁴ Véase, por ejemplo: Harms-Ringdahl L. *Safety analysis, principles and practice in occupational safety*, 2nd ed. Boca Raton, FL, CRC Press, 2001.

causales específicos que entrañan las probabilidades más altas de desembocar en el escape de una sustancia química peligrosa.

6.4.2 Evaluación de la respuesta al incidente

Hay varias maneras de someter a examen el desempeño de la respuesta a un incidente o amago de incidente químico. El tiempo, el esfuerzo y los recursos asignados para efectuar dicho examen varían según la naturaleza del incidente, la complejidad de la respuesta y las enseñanzas extraídas del examen precedente. Para el efecto se puede elegir alguno de los métodos siguientes.

Al terminar el examen resulta esencial incorporar las enseñanzas extraídas para mejorar el sistema de respuesta a emergencias químicas. Ello supone la adquisición de otros instrumentos, medios de comunicación o equipo de protección de los que pueda echarse mano al responder a otro incidente. Además, la información reunida con motivo del examen puede servir para mejorar la capacitación del personal de salud pública que responde a incidentes.

Repasos

Es un método relativamente sencillo que supone realizar un repaso rápido de los eventos del incidente y de la respuesta del personal de emergencias químicas. Los errores palmarios, las desviaciones del plan de respuesta a incidentes químicos y los problemas en las comunicaciones se ponen de relieve sin intención de culpar a nadie con el fin de que los participantes puedan aprender todo lo posible del propio incidente y del repaso. El repaso se realiza lo antes posible, mientras los recuerdos están frescos, y de ordinario es un asunto estrictamente interno. Las enseñanzas extraídas se ponen por escrito y se distribuyen ampliamente a fin de tenerlas en cuenta al final en la auditoría ordinaria y la elaboración de material didáctico.

Evaluaciones

Las evaluaciones persiguen el objetivo de analizar, de manera metódica y sistemática, los sucesos del incidente y evaluar el efecto de la respuesta en el

resultado. En particular, se formulan preguntas y se emiten juicios acerca de la diferencia de los resultados si no se hubiese respondido al incidente químico o si se hubieran dado diferentes respuestas. Se trata de plantear la hipótesis de «qué hubiera pasado si...» Las respuestas al incidente se deben comparar con los procedimientos operativos existentes y, en condiciones ideales, hay que recurrir a expertos externos para que aporten no solo sus conocimientos sino toda la objetividad posible.

Auditorías

Se parecen al repaso, pero el desempeño efectivo se compara con normas establecidas, es decir, los niveles enunciados explícitamente del desempeño previsto, que abarcan atributos como la rapidez de la respuesta, la presencia o ausencia de niveles mínimos de equipamiento o el logro de grados mínimos o máximos de desempeño. Se reúnen y ordenan los datos del incidente químico y se comparan con las normas. El establecimiento de normas es una cuestión compleja en sí misma, y puede exigir la recopilación de datos de incidentes anteriores. Se traza un mapa de las medidas adoptadas en el curso de la gestión sanitaria del incidente químico y, si procede, se prepara una norma. En las mejores condiciones, las normas se deben establecer antes de que ocurra un incidente, pero con frecuencia esto no es posible, en cuyo caso se establecerán en forma retrospectiva. Una ventaja de las normas establecidas antes de que ocurra el incidente es que los datos necesarios para evaluar el rendimiento se pueden reunir a medida que el incidente progresa. Sea como fuere, es importante que estas normas se establezcan antes de la auditoría y que sean independientes de los resultados efectivos de la respuesta. Al terminar la auditoría, se debe juzgar en qué grado se satisficieron las normas, y habrá que señalar posibles mejoras.

6.5 CONTRIBUCIÓN A LA INFORMACIÓN DE LA COMUNIDAD INTERNACIONAL

El análisis de un incidente efectivo (o un amago de incidente) y el estudio epidemiológico posterior pueden

aportar importantes enseñanzas de salud pública. Siempre que sea posible, los detalles del incidente deben ser registrados y publicados. Los informes pueden consistir en descripciones simples del incidente, estudios epidemiológicos o enseñanzas extraídas. Los informes se publicarán en revistas científicas con arbitraje o se remitirán al Centro colaborador de la OMS para la Gestión Sanitaria de Incidentes y Emergencias Químicas,¹ el Centro colaborador de la OMS para Epidemiología de los Desastres² u otras instituciones que hacen acopio de información sobre incidentes y emergencias químicas y de otra índole, como el Organismo para el Registro de Escapes de Sustancias Tóxicas (ATSDR) en los Estados Unidos³ y la base de datos MARS.⁴

Además, resulta esencial utilizar los datos obtenidos durante las actividades ordinarias que se explicaron en la sección 3 a fin de evaluar y mejorar constantemente los componentes de un sistema de respuesta a incidentes químicos.

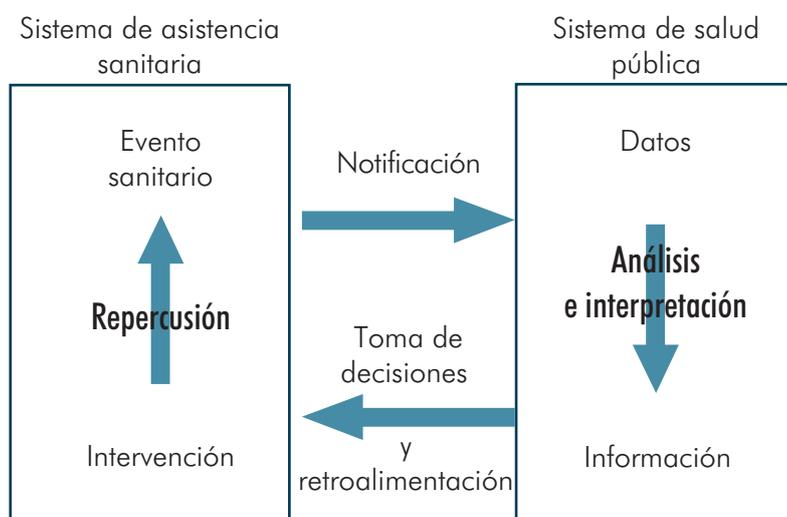
Estos datos permitirán:

- detectar tendencias de los tipos de sustancias químicas que frecuentemente están involucradas en incidentes;
- proporcionar estimaciones de la magnitud de la morbilidad y la mortalidad relacionadas con los incidentes químicos bajo vigilancia;
- estimular las investigaciones epidemiológicas dirigidas a mejorar la prevención y el control;
- reconocer factores de riesgo relacionados con la aparición de incidentes químicos;
- permitir la evaluación de los efectos de las medidas de control;
- propiciar mejoras en el ejercicio profesional del personal de salud pública y ambiental que intervienen en la respuesta a un incidente;
- efectuar análisis para señalar los conocimientos, la capacitación, los recursos y los establecimientos adicionales que hacen falta para afrontar los incidentes; y
- estimular a los gobiernos para que implanten mecanismos apropiados de respuesta y control.

En la figura 10 se muestra la manera como el sistema de salud pública y el de asistencia sanitaria pueden colaborar para utilizar los datos de vigilancia.

¹ <http://www.cardiff.ac.uk/medic/aboutus/departments/primarycareandpublichealth/clinical/publichealth/index.html>
² <http://www.emdat.be/>
³ <http://www.atsdr.cdc.gov/HS/HSEES/index.html>
⁴ <http://mahbsrv.jrc.it/mars/default.html>

FIGURA 10: VIGILANCIA DE SALUD PÚBLICA: PRINCIPIO GENERAL^a



^a Diagrama de: UK Health Protection Agency: <http://www.hpa.org.uk/web/HPAweb&Page&HPAwebAutoListName/Page/1158934607635?p=1158934607635>.

ESTUDIO DE CASO 18: EXPLOSIÓN EN UNA FÁBRICA DE FUEGOS ARTIFICIALES, ENSCHEDE (PAÍSES BAJOS)

El 13 de mayo de 2000, se produjeron dos enormes explosiones en un almacén de fuegos artificiales situado en una zona residencial de Enschede (Países Bajos). El estallido se sintió a 30 kilómetros de distancia. El incidente causó 22 muertos, incluidos cuatro bomberos, y 944 heridos, muchos de ellos de gravedad. Cuatrocientas casas fueron destruidas por completo, y otras 1000 resultaron dañadas.

Aunque a día de hoy se desconoce la causa exacta del incidente, las investigaciones mostraron que el propietario del almacén había guardado ahí más fuegos artificiales de lo permitido y que casi todos eran de una clase más poderosa de lo permitido.^a En general, las normas de seguridad no se cumplieron con gran cuidado. Esto sucedió porque las dependencias gubernamentales locales no prestaron suficiente atención ni efectuaron las inspecciones del caso.

La respuesta de seguimiento al incidente se caracterizó por el análisis a fondo de los factores causantes del incidente, lo que condujo a la adopción de nuevas reglamentaciones de los fuegos artificiales, tales como nuevas prescripciones de etiquetado y unas distancias de seguridad más rigurosas.^b La recuperación se caracterizó también por una gran evaluación de salud pública que empezó tres semanas después del incidente. La evaluación incluyó una encuesta mediante cuestionario que se centró en el estrés físico y los problemas de salud y emocionales, así como en la obtención de muestras de sangre y de orina, con el fin de detectar sustancias nocivas que aún pudieran estar en el organismo.^c Participaron en la evaluación todas las organizaciones o dependencias del sector de la asistencia sanitaria. Los resultados se dieron a conocer a la población junto con los detalles de los contactos para obtener más información. El monitoreo de salud pública continuó varios años y sus resultados también fueron analizados por el personal médico y los formuladores de políticas. Por último, la evaluación de salud pública dio por resultado muchas publicaciones científicas.

ASPECTOS DESTACADOS

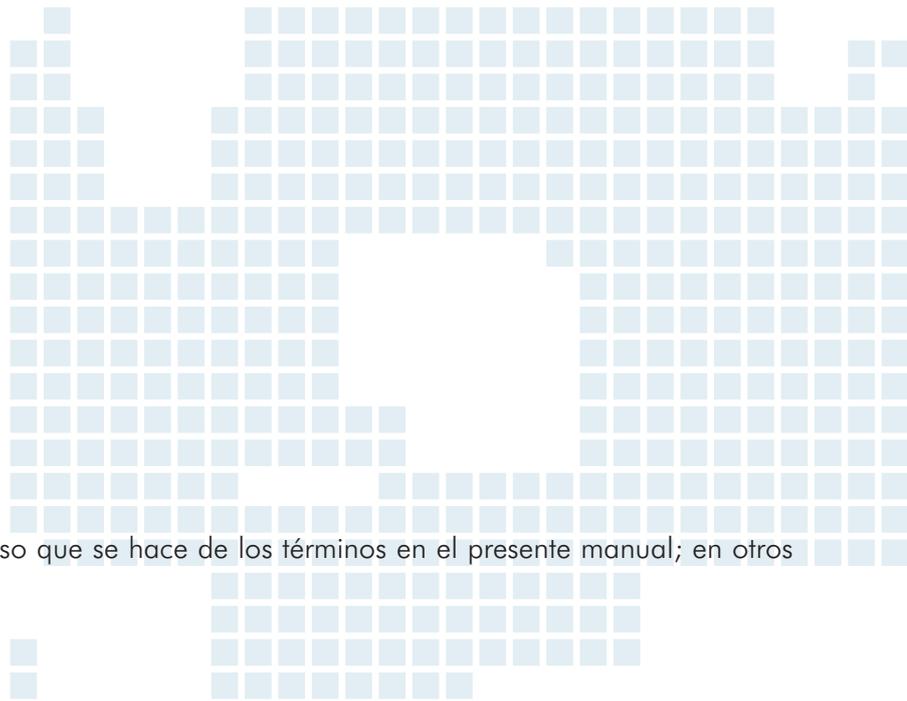
- Si es necesario y se considera apropiado, la respuesta de seguimiento debe incluir una evaluación de salud pública. Los resultados de un estudio de esta clase pueden ser muy útiles para gestionar los problemas de salud a largo plazo resultantes de un incidente químico y habrán de comunicarse a la comunidad internacional de gestión de incidentes químicos mediante la publicación en revistas científicas con arbitraje editorial.
- Los resultados de las actividades de monitoreo, ya sea de la salud pública o del medio ambiente, deberán comunicarse a la comunidad y discutirse con los formuladores de políticas.
- Después de un incidente químico se debe hacer un análisis a fondo de las causas para evitar que vuelvan a ocurrir eventos semejantes.

^a Emergency and Disaster Management Inc. Final Report (<http://www.emergency-management.net/enschede1.pdf>)

^b European Commission Joint Research Center. Pyrotechnic and explosive substances and the Seveso II Directive. Seminar Proceedings, September 2000, March 2001.

^c Ministry of Health, Welfare and Sport. Definitive results health inquiry, fireworks disaster. Enschede (May–June 2000).

GLOSARIO



Las definiciones que siguen corresponden al uso que se hace de los términos en el presente manual; en otros contextos pueden tener un significado distinto.

a

agente	sustancia que ejerce cierto efecto o fuerza
agente químico	agente tóxico que puede producir efectos biológicos nocivos
agente tóxico	cualquier cosa capaz de producir efectos biológicos nocivos. Puede ser de naturaleza química, física o biológica. Por ejemplo, cianuro (químico), radiaciones (físico) o veneno de serpiente (biológico)
agudo	que ocurre en un tiempo corto

b

biomarcador	indicador químico, bioquímico o funcional de exposición (o el efecto de la exposición) a un agente químico, físico o biológico presente en el medio ambiente
--------------------	--

C

comunicación de riesgos	proceso por el que se comparten la información y la percepción relativas a los riesgos. Debe ser una relación recíproca en la que los expertos y los legos intercambien sus percepciones y se pongan de acuerdo para equilibrar los conceptos científicos con los valores y preferencias de la comunidad
contaminación	presencia en un medio de una sustancia contaminante en concentraciones lo bastante elevadas para trastornar, directa o indirectamente, el bienestar, la seguridad, la salud o el disfrute de la propiedad de una persona
contaminación primaria	contacto directo de la persona con la sustancia contaminante

contaminación secundaria	paso de una sustancia química de una persona contaminada (por lo común de la ropa, la piel, el cabello o el vómito) al personal o el equipo, ya sea directamente o por emisión desde una superficie contaminada
contaminado	presencia de una sustancia en algún medio o superficie del medio ambiente que tiene la posibilidad de contaminar. Por lo general, el término se aplica a las situaciones en que existe un peligro de exposición secundaria de las personas o los animales
contaminante	sustancia que tiene la posibilidad de contaminar
contención	acto de controlar y limitar la propagación de una sustancia nociva
crónico	acontecimiento o situación que persiste por un tiempo prolongado

d

descontaminación	acto de volver seguro mediante la eliminación de sustancias venenosas o nocivas por otros motivos (como las sustancias químicas nocivas o los materiales radiactivos) de personas, edificaciones, equipo y el medio natural
-------------------------	---

e

efectos agudos	efectos que aparecen poco después de la exposición y duran poco tiempo
efectos crónicos	efectos que se desarrollan lentamente y son de larga duración. Con frecuencia son irreversibles. Algunos efectos irreversibles pueden manifestarse mucho tiempo después de que la sustancia estuvo presente en el tejido afectado. En esos casos, el periodo de latencia (o tiempo que transcurre hasta que se produce un efecto observable) puede ser muy largo, particularmente si el grado de exposición es bajo
efecto tóxico	resultado de la ingestión o el contacto con sustancias tóxicas
emergencia	incidente que ha sobrepasado la capacidad de control de los servicios de emergencia
en riesgo	situación en que una persona o grupo de población está amenazada por un escape de sustancias químicas
epidemiología	estudio de la distribución y los factores determinantes de las situaciones o acontecimientos relacionados con la salud en los grupos de población y su aplicación para controlar problemas de salud
epidemiología ambiental	estudios epidemiológicos de los efectos de las exposiciones ambientales sobre la salud
equipo de protección personal	vestimenta y otros accesorios de trabajo ideados para crear una barrera contra los peligros de la zona de trabajo. Son ejemplos las gafas protectoras, la careta o escudo contra estallidos, los cascos, las protecciones auditivas, los guantes, los inhaladores, los delantales y las botas de trabajo

escape	irrupción accidental o intencional de una sustancia tóxica en el medio ambiente
evaluación de las repercusiones sobre la salud	método práctico que se utiliza para juzgar los posibles efectos sobre la salud de una política, programa o proyecto en una población, especialmente sobre los grupos vulnerables o en desventaja. Como resultado se formulan recomendaciones para las autoridades competentes y las partes interesadas con miras a maximizar los efectos positivos de la propuesta sobre la salud y reducir al mínimo los efectos negativos
evaluación de riesgos	determinación de los peligros ambientales para la salud, sus efectos nocivos, las poblaciones implicadas y las condiciones de la exposición. Combina la identificación de peligros, la evaluación de la respuesta en función de la dosis, la evaluación de la exposición y la caracterización de los riesgos
exposición	contacto con una sustancia por la deglución, la respiración o el contacto con la piel o los ojos. La exposición puede ser breve (aguda), de duración intermedia o de duración prolongada (crónica)
exposición aguda	exposición a sustancias químicas que dura menos de 14 días
f	
farmacocinética	la forma como el organismo trata una sustancia o medicamento
h	
higiene del medio	abarca los aspectos de la salud humana, en particular la calidad de vida, que están determinados por factores físicos, químicos, biológicos, sociales y psicológicos en el medio ambiente. Se aplica también a la teoría y práctica de evaluar, corregir, controlar y prevenir los factores del medio ambiente que pueden perjudicar la salud de las generaciones presentes y futuras
i	
incidente	<i>véase</i> incidente químico
incidente químico	escape sin control de una sustancia química del espacio que la contiene
incidente químico de importancia para la salud pública	situación en que dos o más personas se ven expuestas a una sustancia química o están amenazadas de sufrir dicha exposición
l	
límite de exposición	término general que designa el grado de exposición que no debe sobrepasarse

m

medio ambiente

está formado por todos o cualquiera de los siguientes componentes: aire, agua y tierra. Se incluye el aire dentro de los edificios y en otras estructuras naturales o artificiales sobre la superficie o por debajo de la tierra

mitigación

todas las actividades dirigidas a reducir las repercusiones de salud, ambientales y económicas cuando se produce un incidente químico

morbilidad

incidencia relativa de una enfermedad determinada. En el contexto clínico, cualquier estado morboso, incluso el diagnóstico y las complicaciones, se denomina morbilidad

mortalidad

relación entre las defunciones y el número de habitantes de una zona durante un periodo definido. (Tasa de defunciones en una población o lugar.)

p

peligro

propiedad latente de una sustancia por la cual puede causar efectos nocivos a las personas o el medio ambiente en condiciones de exposición

periodo de latencia

tiempo que transcurre entre la exposición y la aparición de un efecto observable

prevalencia

número de casos en un grupo de población en un momento específico

puerta de entrada

punto por el que una sustancia entra en el organismo: piel, ojos, pulmones o vía digestiva

r

razón de riesgo

razón de la incidencia de una enfermedad en las personas expuestas y la incidencia en las no expuestas

rehabilitación

restablecimiento del funcionamiento normal de personas y comunidades

reparación

para los fines del presente documento, la reparación tiene la finalidad de hacer más seguro y limpio el medio ambiente (según las definiciones de los reglamentos nacionales) después de haber sido contaminado por una o varias sustancias químicas peligrosas

restauración

proceso por el cual el medio ambiente regresa a su estado original

riesgo ambiental

agente químico o físico capaz de causar daño al ecosistema o los recursos naturales

riesgo relativo

sinónimo de razón de riesgo

S

sitio peligroso

sitio que puede representar un peligro para la salud pública y el medio ambiente por la presencia de contaminación

socorristas	todos los servicios que colaboran, en el lugar del incidente y fuera de allí, para hacer frente al incidente: bomberos, policía, ambulancias, personal de los servicios de agua, alimentos, puertos, sanidad e higiene del medio
sustancia	cualquier materia natural o artificial, en estado sólido, líquido o gaseoso (incluso en forma de vapor)
sustancia peligrosa para la salud	todo material nocivo para la salud por ser tóxico, corrosivo, irritante, cancerígeno, mutágeno, agente biológico, polvo en concentraciones elevadas en el aire o algo similar
sustancia tóxica	véase: agente tóxico

†

tasa de morbilidad	tasa de casos de una enfermedad o proporción de personas enfermas en una población
toxicidad	capacidad de una sustancia de causar daño a un organismo vivo. Una sustancia muy tóxica causa daño incluso en pequeñas cantidades, mientras que una sustancia poco tóxica debe estar presente en grandes cantidades para hacerlo. La toxicidad depende también de la puerta de entrada, el tiempo de exposición y el periodo de latencia
tóxico	venenoso
toxicología	estudio de los efectos nocivos de las sustancias en los seres humanos y los animales
triaje	evaluación de la situación clínica de las personas expuestas con miras a determinar las prioridades de descontaminación, tratamiento y transporte

V

vía de exposición	la vía que una sustancia sigue por el medio al que es liberado en el ambiente hasta la puerta de entrada en el organismo humano
vigilancia	véase: vigilancia sanitaria
vigilancia sanitaria	recopilación, análisis e interpretación sistemáticas y continuas de datos relativos a la salud pública

Departamento de Salud Pública, Medio Ambiente y Determinantes Sociales de la Salud

Organización Mundial de la Salud

20, Avenue Appia

CH-1211 Ginebra 27

Suiza

http://who.int/environmental_health_emergencies/es/

PREPARACIÓN COMUNICACIÓN EN CASO DE CRISIS

ISBN 9 789243 598147



9 789243 598147

PELIGRO