

NTP 338: Control de fugas en almacenamientos de gases licuados tóxicos (II)

Contrôle de Fuites dans l'Stockage de Gaz Liquéfiés Toxiques Leakage Control on Liquefied Toxic Gasses Storage

Redactor:

Bernardo Méndez Bernal. Ingeniero de Minas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Dada la extensión necesaria para tratar este tema, se ha dividido entre esta Nota Técnica, donde se analizan los sistemas de funcionamiento y la anterior, reservada a los aspectos constructivos.

Detección y control de las fugas

Resulta innecesario justificar la necesidad de disponer de sistemas de detección de fugas en las instalaciones.

En ambientes exteriores, puede resultar suficiente el empleo de sistemas de medición manual para su aplicación de forma periódica en aquellos lugares susceptibles de emisión. En el caso del almacenamiento del cloro, por ejemplo, la utilización de una sal amoniacal como sistema de identificación de fugas, resulta extraordinariamente útil, ya que en contacto con el cloro forma inmediatamente humos blanquecinos de cloruro amónico. En este sentido, resulta conveniente disponer de un sistema de detección sobre la dirección y velocidad del aire en el ámbito físico en el que pueden producirse emisiones, con la iluminación nocturna precisa, a los consiguientes efectos. Con ello será factible predecir, ante la puesta en marcha de un plan de emergencia, la dispersión del producto contaminante en el aire, informando oportunamente al personal que pudiera verse afectado.

En ambientes interiores, sin embargo, los sistemas de detección continua de gases son de extraordinaria eficacia. Estos sistemas responden, en general, a un sistema constituido por un sensor, una unidad de detección y dispositivos varios (válvulas, ventiladores, sirenas, lámparas de aviso, etc.)

Tipos de sensores

Existen distintos tipos de detectores de gas/vapor que operan según diferentes principios.

Sensores catalíticos: La reacción, combustión o descomposición de algunos vapores durante su adsorción sobre catalizadores, determina la concentración en aire por los efectos del calor (variación de la resistencia eléctrica) o voltaje desarrollado. Son de respuesta rápida, si bien, se alteran por el contaminante, no pudiendo, además, discriminar entre sustancias similares.

Eléctricos: Se basan en el cambio de resistencia que experimenta el estado sólido de ciertos sensores electrolíticos bajo el efecto de ciertos vapores.

Químicos: La reacción entre un vapor y un líquido, al ser adsorbido por un sólido (gel de sílice), da como resultado un cambio de color, creándose un voltaje, variación en la conductividad de una solución o un cambio en la composición de un compuesto químico. Estos analizadores pueden ser confeccionados para un determinado vapor y distinguir entre unos contaminantes y otros.

Estos sensores deben estar localizados inmediatamente próximos a los eventuales puntos de fuga, a fin de disponer de una rápida respuesta y consiguiente notificación al personal que puede verse afectado. Sin embargo, cuando no es posible predecir todos los puntos potenciales, puede resultar más efectivo, situar sensores a una cierta distancia de un determinado número de virtuales fuentes de emisión, disponiéndose así de una mayor cobertura. Lo normal es situarlos alrededor del perímetro de estas fugas potenciales y con una separación angular de 101, para 36 sensores por ejemplo. La separación entre detectores no debería exceder de 9-10 metros, la altura recomendable, de 50 centímetros aproximadamente por encima del nivel del suelo para aquellos vapores más densos que el aire y entre 1.80 y 2.50 metros para vapores y gases ligeros. La alteración intrínseca de estos detectores y su pérdida de sensibilidad, obliga a una periódica calibración.

Las medidas complementarias para la prevención de explosiones, consisten en eliminar de la zona de riesgo toda posible fuente de ignición (chispas y descargas eléctricas, calor, impactos mecánicos provenientes de materiales inadecuados, etc.). El mantenimiento preventivo periódico, se procurará que sea, como mínimo, anual.

Los niveles de alarma estarán regulados en función del grado de peligrosidad del contaminante. En los casos en los que el gas resulte a su vez ser inflamable, el nivel de alarma se establecerá cuando se supere el 20 % del límite inferior de inflamabilidad. Respecto a los gases tóxicos, el límite de alarma vendrá determinado de tal forma que el personal pueda actuar sin riesgo alguno para su salud.

Los emplazamientos desde los cuales deba controlarse la instalación por eventuales fugas, serán intrínsecamente seguros ante las mismas. En la medida de lo posible, deberían poder ser utilizados como zona de seguridad y de refugio del personal de la instalación expuesto a intoxicaciones accidentales, debiéndose contemplar tal circunstancia en el plan de emergencia interior.

Minimización de las fugas

Sabido es que por un mismo orificio la cantidad de producto gaseoso emitido es mucho menor que la que se produciría de estar el producto en fase líquida. Consecuentemente, debe procurarse por todos los medios "transformar" las fugas de líquido en fugas de gas.

El escape de gas de un recipiente implica un enfriamiento de éste; si el caudal es importante, la presión interior baja y la cuantía de la fuga se reduce.

Asimismo, la ralentización de la emisión gaseosa puede eventualmente conseguirse, enfriando artificialmente el recipiente continente. A este respecto, debe tenerse la especial precaución de no usar agua como refrigerante si ésta es reactiva con el producto, ya que puede contribuir a acrecentar por corrosión acelerada el tamaño de la abertura de la fuga.

En cualquier caso, es importante disponer de los medios adecuados para la obturación de las fugas que puedan generarse en puntos claves de la instalación de relativo fácil control tales como válvulas de salida de botellas y depósitos, bridas, etc. En tal sentido, es aconsejable disponer de elementos como los que se indican en la figura 1. Tales medios van desde el empleo de cuñas de madera dura y afilada introducida a presión, láminas de caucho presionadas sobre superficies convexas, masillas a base de "mastic" o cemento idóneo de fraguado rápido, etc. hasta caperuzas o envolventes que pueden ser presionadas sobre el entorno de la fuga y lograr su estanqueidad. Estos medios estarán localizados y señalizados en lugar apropiado próximo a la zona de almacenamiento.

Esta operatividad exige que determinado personal de la instalación esté debidamente adiestrado en el uso y empleo de tales medios y equipos para la **obturación de fugas** al producirse éstas.

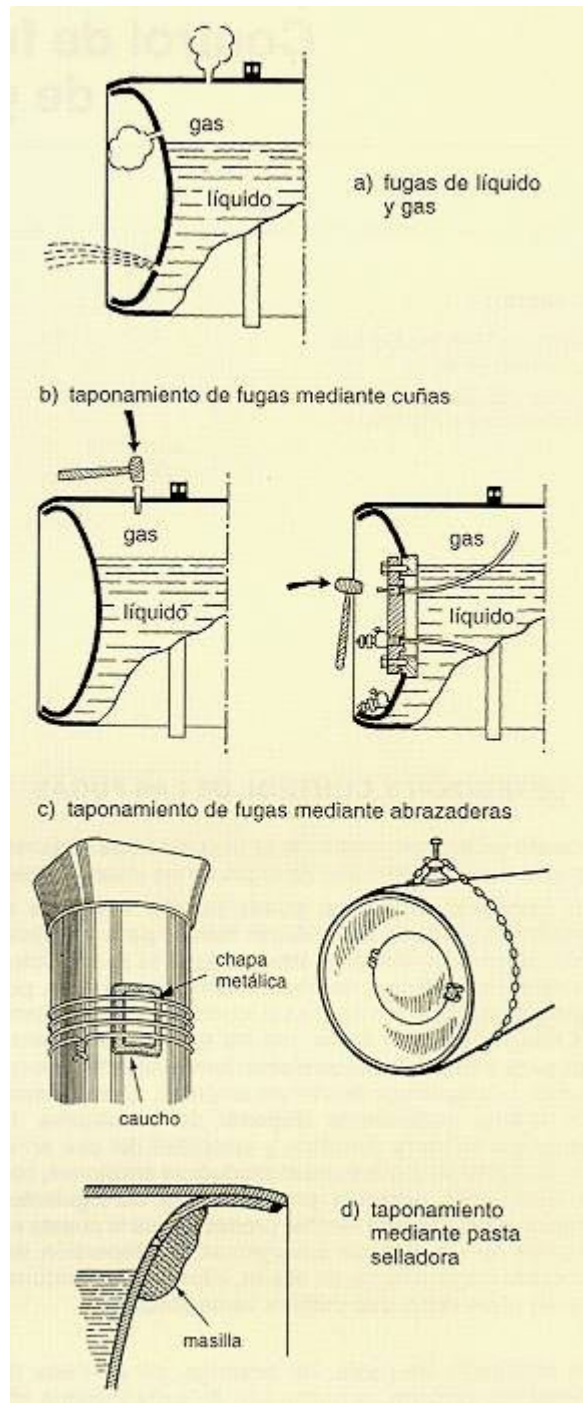


Fig. 1: Obturación provisional de fugas. Previamente, los recipientes deben ser dispuestos para que la fuga se produzca en fase gaseosa

Neutralización de fugas. Torres de absorción

La afluencia masiva de contaminante al medio ambiente, precisa ser controlada y neutralizada, debiéndose disponer a tal fin las instalaciones de ventilación y de absorción de la emisión. Su diseño e instalación exige la adopción de criterios sobre los siguientes aspectos:

- Caudal de aspiración del equipo de aire.

- Cantidad o flujo másico de la solución absorbente neutralizante.
- Grado de concentración de la solución neutralizante.
- Idoneidad y suficiencia de la instalación.

En cuanto al caudal de aire preciso, la capacidad del equipo, con independencia de asegurar los niveles de renovación pertinentes, debe posibilitar el tratamiento de todo el caudal de gases, dejando el local bajo los efectos de la depresión.

Los "scrubber's" o torres de absorción, basan su operatividad en la reacción de solubilización y neutralización de las sustancias contaminantes por una solución apropiada y cuya cuantía debe ser calculada, en principio, en función de las correspondientes relaciones estequiométricas. En cualquier caso, debe disponerse de la cantidad suficiente y concentración precisa que nos asegure tratar toda la sustancia contenida en el depósito de mayor capacidad.

La **ITC-MIE-APQ-003** "Almacenamiento de Cloro", dispone que la absorción sea capaz de tratar todo el caudal de gases, admitiendo un contenido en cloro del 10%.

En función de las características de la emisión (fase líquida o fase gas) y de su densidad, habrá que diseñar el sistema de ventilación forzada. Así, por ejemplo, ante fugas líquidas, lo prioritario sería conducir por bombeo el producto derramado a un lugar controlado (depósito de reserva), disponiendo en tal sentido y tal como se apuntó anteriormente de un sistema de drenaje de la sala. En función de la densidad del gas, la captación debería efectuarse, además de lo más próximo al previsible lugar de la fuga, en niveles bajos o altos y hacia abajo o hacia arriba. Así por ejemplo, las fugas de butano o cloro, es preferible captarlas en las partes inferiores y en sentido descendente, dada la mayor densidad relativa de estos productos respecto al aire.

Merece especial consideración la disposición de las aberturas al exterior que van a constituirse en vías de entrada de aire al conectarse el sistema de ventilación forzada. En base a ello, habrá que cuidar que la aspiración forzada tenga un efecto preferente sobre la fuga contaminante y no sobre el aire exterior (sería contraproducente que las aberturas estuviesen próximas a las bocas de aspiración, ya que crearían un circuito de renovación de aire poco efectivo en el propio ámbito físico contaminado, y que, además, fueran de dimensiones excesivas).

En el esquema de la figura 2 se muestra una disposición de sistema de ventilación y torre de absorción ("scrubber") asociada para una eventual fuga de gas licuado, en el que se muestra tanto el sistema de recogida por aspiración ante derrame de fase líquida como el de ventilación forzada. Con el objeto de limitar la aportación de aire exterior, se han dispuesto aberturas superiores de ventilación, que, en condiciones normales, permitiría la renovación de aire en la sala y al entrar ésta en depresión, quedarían, al igual que las aberturas laterales de entrada de aire, cerradas automáticamente.

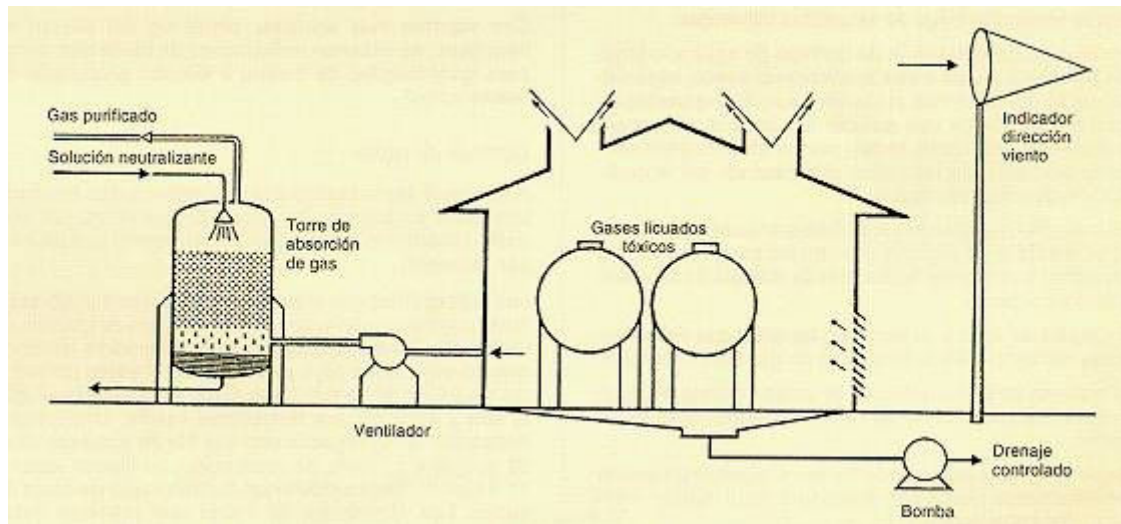


Fig. 2: Esquema de un sistema de almacenamiento interior de gas licuado tóxico dotado de ventilación forzada y neutralización por torre de absorción

Medidas contra las emisiones

Cuando en un sistema de proceso no resulta posible impedir un escape, se hace preciso arbitrar una serie de medidas tendentes a contrarrestar tal situación. Estos planteamientos deben preverse al diseñar los distintos procesos e incluirse entre los planes a desarrollar ante eventuales emisiones.

La efectividad depende de la frecuencia con la que se desarrollen los simulacros de actuación, en previsión de situaciones de este tipo, de la disponibilidad de medios y del número de personas que, en aquel momento, se encuentren disponibles para actuar.

El conjunto de medidas con las que hacer frente a estas situaciones, serán diferentes, según se trate de emisiones gaseosas o de derrames líquidos. Así, un derrame líquido implicará emisión de volátiles que pueden o no estar por encima de su punto de ebullición, después de que se produzca la emisión. En tales ocasiones, las medidas irán dirigidas contra la nube de vapor y el derrame líquido simultáneamente.

Emisiones de vapor

El agua, en sus diferentes fases, junto con las nieblas de agua ("water spray"), resultan, en principio, efectivas en la dispersión y/o dilución de los vapores con aire que requiere la reducción del rigor y la severidad de los efectos de una emisión peligrosa.

No obstante, en algunos casos, estos vapores solo serán parcialmente neutralizados o absorbidos.

Otras medidas susceptibles de ser utilizadas frente a las emisiones de vapor inflamables, lo constituyen la ignición deliberada de la fuente o el control de la misma.

Niebla de agua ("Water Spray")

El agua en forma de niebla, se usa para absorber parcialmente gases o vapores solubles en la misma, proyectándola finamente pulverizada a flujo o caudal intenso hacia la fuente de la emisión y desde posiciones seguras en relación con la dirección del viento. No obstante, esta acción solo será efectiva sobre una fracción del vapor.

Otra precisión a considerar es que la proyección, para que sea realmente efectiva, debe ser rápida y cuidadosamente dirigida en cada instante, por cuanto los vapores pueden desplazarse con el viento y quedar en breves instantes fuera de su radio de acción, incluso antes de que se intente hacer uso de los medios.

El mecanismo de la dilución no es otro que el de la mezcla que se opera con el aire ocluido en las finas gotas de agua y la turbulencia que ello origina.

Cortinas de agua

Las cortinas de agua se utilizan, fundamentalmente, con el fin de separar los gases y vapores emitidos, de las personas y fuentes de ignición. No obstante, las cortinas de agua también generan el efecto "water spray", al asimilarse su acción a la que origina una tubería horizontal en la que se han dispuesto unas boquillas por las que fluye el agua. Con ella puede operarse manual o automáticamente, bien por el personal presente en la emisión o bien como resultado de los detectores instalados con carácter preventivo, respectivamente.

La cortina de agua, que diluye los vapores merced al aire en ella ocluido, resulta solo parcialmente efectivo cuando se trata de vapores no solubles en agua. La nube puede ser diluida por la acción de la cortina pero los efectos de ésta, a medida que el vapor se va alejando de su fuente de emisión, van mermando, dado que:

- el vapor, especialmente tratándose de vapores densos, es dispersado, en vez de ser absorbido, al no variar esencialmente la densidad del flujo del vapor.
- el aire ocluido en el "water spray" acaba contaminándose con el vapor de la nube, particularmente si de vapores densos se trata.

Si el vapor aguas abajo de la cortina está por encima del límite inferior de inflamabilidad y alcanza un punto de ignición, la llama puede pasar a través de aquella y la turbulencia inducida por ésta puede intensificar la combustión. De la misma forma, la concentración de vapor inflamable o tóxico puede incrementarse aguas arriba de la cortina.

La cantidad de aire ocluido en la cortina de agua debe determinarse al diseñar el efecto dilución del "water spray". Ello resulta posible, siempre que definamos un coeficiente entre la cantidad de aire arrastrado y la cantidad de agua pulverizada.

El empleo de sistemas de rociadores de agua en las áreas de almacenamiento de gases licuados tóxicos puede tener funciones de seguridad diferentes.

De un lado, la instalación de cortinas de agua a lo largo del perímetro de las áreas de almacenamiento, especialmente en instalaciones al aire libre y en los supuestos de que el gas tóxico sea soluble en agua y no genere reacciones peligrosas, puede ser un sistema para controlar parcialmente las fugas, minimizando así la cantidad de gas liberado (figura 3).

Es evidente que esta medida debe ser acompañada con otras medidas de seguridad, entre las que procede citar el posible trasvase de líquido desde el depósito afectado a otro de reserva.

El caudal de agua y su duración tendrían que ser calculados en función del flujo másico de gas tóxico liberado.

El sistema de accionamiento de estas cortinas de agua suele ser a voluntad del personal de control de la instalación.

Debe tenerse la precaución de que el agua impregnada de sustancia tóxica sea drenada a lugar seguro para posterior tratamiento.

De otra parte, dado que algunos gases tóxicos pueden ser asimismo inflamables o encontrarse a distancias relativamente próximas a zonas con riesgo de incendio, es conveniente proteger frente a la radiación térmica, aquellos depósitos que puedan verse afectados. En tales circunstancias, los depósitos habrían de protegerse con sistemas de rociadores que cumpliesen lo especificado para productos inflamables tal y como se apuntaba anteriormente.

Cabe la utilización de rociadores automáticos que descarguen agua directamente al producirse un aumento de temperatura determinado.

Con vapores esencialmente insolubles, tales como los hidrocarburos, las concentraciones pueden quedar reducidas a un 25%, con un buen diseño de cortina de agua y una proporción calculada de "water spray" (se recomienda una longitud de cortina igual al doble de la distancia desde el origen de la fuga y una proporción de "water spray" de aproximadamente cinco veces la cantidad de emisión). Así, por ejemplo, para una fuga de 4.53 Kg/s se precisarían 21.1 l/s.

Con vapores muy solubles, como los del cloruro de hidrógeno, se obtienen reducciones de hasta diez veces para igual longitud de cortina e idéntica proporción de "water spray".

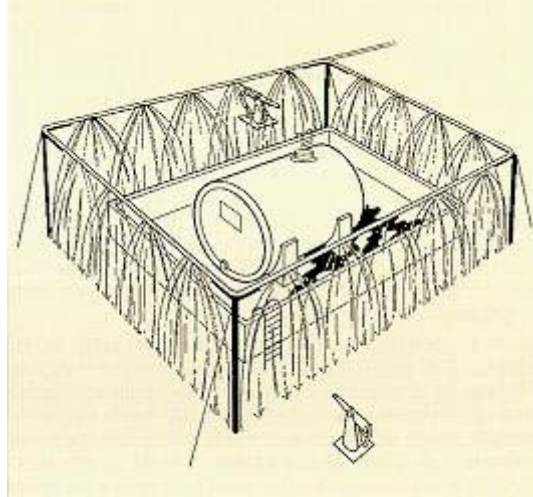


Fig. 3: Cortinas de agua perimetrales de activación instantánea. Los monitores de espuma, al verter sobre el cubeto, retardan la evaporación del eventual derrame líquido

Cortinas de vapor

Actúa igual que la cortina de agua, salvo que el efecto de absorción es mínimo. La mayor temperatura, por otra parte, favorece la flotabilidad de los vapores que atraviesan la cortina.

Los vapores fríos con un peso molecular por debajo de 29 flotan, pudiendo elevarse sobre las fuentes de ignición en la dirección del viento, desde el punto de emisión, mientras que aquellos otros cuyo peso molecular están por encima de 1.0, flotan lo suficiente como para mezclarse con el aire y alcanzar una flotabilidad neutra. Una tubería horizontal de 6 pulgadas con una fila de agujeros de 5/ 32 pulgadas y 10 cm. de separación, emitiendo vapor a 17.5 Kg/cm² llega a reducir las concentraciones hasta 30 veces. Las cantidades de vapor que precisan estas cortinas para reducir la concentración hasta valores inferiores al punto inferior de inflamabilidad son, sin embargo, muy grandes: 0.2 partes de vapor por 1 parte de contaminante. Una cortina de vapor requiere aproximadamente 45 Kg por hora de vapor a 17.5 Kg/cm² cada 30 cm de cortina o lo que es lo mismo, 80 veces la energía requerida por 30 cm de cortina de agua.

Este procedimiento requiere, por otra parte, ensayos de ausencia de generación de electricidad estática.

La ignición deliberada

La ignición deliberada, es otra de las medidas con las que es preciso contar contra derrames de materia tóxica que además es inflamable, tales como sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno y metil mercaptano.

La ignición de material inflamable no tóxico, caso de los hidrocarburos, puede presentar, no obstante, más inconvenientes que ventajas. El objetivo de una ignición controlada de un líquido tóxico o emisión de vapor, es destruir la

substancia tóxica antes de que los vapores pueda alcanzara las personas. Asimismo, haciendo que la nube de vapor tenga una mayor flotabilidad, puede reducirse la concentración a niveles bajos. Debe, no obstante, hacerse notar que los vapores pueden ser peligrosamente tóxicos muy por debajo del límite inferior de inflamabilidad.

Derrames líquidos

Dilución

El agua es un agente de gran efectividad cuando se trata de derrames de materia miscible o soluble en ella. Sin embargo, cuando el calor generado es alto, el uso de agua puede incrementar la vaporización, precisándose grandes cantidades de este elemento que es preciso aplicar rápidamente. Esta circunstancia, unida a otros inconvenientes, hace que sean más recomendables las cubriciones con elementos no reactivos.

Neutralización

La neutralización exige valores mucho mayores que los que demandan las relaciones estequiométricas, a fin de evitar agravar los riesgos de las emisiones de vapor. Para derrames ácidos, se recurre a materiales como la caliza o cenizas de sosa (la sosa cáustica origina riesgo de corrosividad).

Resulta frecuente el uso de equipos de extinción de incendios para aplicar a distancia y contra derrames ácidos o material cáustico, agentes neutralizantes y solidificantes. Una proporción aconsejable es emplear dos partes de agente por cada parte de ácido o base derramada.

Cubriciones

Tratándose de líquidos densos y a fin de impedir la vaporización, puede recurrirse a líquidos más ligeros no miscibles ni reactivos.

Así, el bromo puede cubrirse con agua, reduciendo aún mas la vaporización la adición de bicarbonato sódico. El agua protege asimismo un derrame de bisulfuro de carbono de la ignición y de la evaporación.

En cuanto a espesores de cubrición, un par de pulgadas de líquido es suficiente para impedir la vaporización en la mayoría de los casos.

Espumas

Este elemento, que puede aplicarse a distancia con la ayuda de cañones y monitores de los servicios contra incendios, protege del calor de la radiación solar y de la temperatura. También es una barrera para impedir la transferencia de masa del derrame al aire. (22.71 l. de espuma por 100 de agua, proporciona una expansión de 15:1 y una reducción del 25% los tiempo de drenaje. Diez cm. de espuma puede reducir vaporizaciones en un 40% o más). Existen incompatibilidades del agua de la espuma con materiales tales como ácidos

clorosulfónicos o fluorosulfónicos, anhídrido fluorhídrico, fosfuros o sulfuros de cloro, fosgeno o ácido cianhídrico.

Sólidos

Con materiales granulados menos densos que la sustancia derramada, pueden conseguirse reducciones de vaporización, al disminuir el área expuesta, siempre que no se produzcan reacciones, se trate de material fino, menudo y pueda palearse o soplar sobre el derrame. Ejemplos típicos lo constituyen la arena, las bolas flotantes de plástico, las perlas (polímeros), etc.

Medidas de seguridad. Autoprotección

Información-Formación

A tenor de lo dispuesto en la legislación vigente, el personal operativo accederá a la información necesaria y precisa sobre todos los aspectos relativos a la seguridad y salud en el trabajo, entre los que se citan específicamente:

- Los riesgos especiales al manipular gases.
- Normativa de seguridad.
- Sistemática de actuación en caso de accidentes-averías.
- Protocolos de trabajo.

La formación se completará con las prácticas de adiestramiento necesarias, permanentes y periódicas.

Señalización

Con independencia de las prescripciones del R.D 1403/1986 sobre **señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo**, deberán señalizarse:

- Las salas de almacenamiento y sus riesgos.
- Los tanques, puentes de válvulas, tuberías, etc.
- Botellas y botellones.
- La zona de protección.
- Los dispositivos de extinción de incendios.
- Los dispositivos de descarga de electricidad estática.
- Las advertencias de peligro de fuego o de gas.
- Las fuentes lavaojos y duchas de emergencia.

Debe insertarse igualmente la simbología de peligro propia de sustancia tóxica (cuando corresponda), la inscripción de prohibición de entrada a personas ajenas y, en su caso, la de inflamables. Adicionalmente, se indicará "gas tóxico" o " muy tóxico", según el caso. Esta señalización afecta, tal y como se indica, a la zona de protección, con indicación expresa de peligro de intoxicación.

Organización de la Seguridad. Dispositivos y equipos de protección individual. Autoprotección

Uno de los elementos más importantes con los que es preciso contar al acometer intervenciones en atmósferas contaminadas son los equipos de protección respiratoria, los cuales conforman una amplia gama y cuya selección estriba en el mayor o menor grado de contaminación existente en cada momento en el ámbito de aquellas.

Mascarillas respiratorias con filtro

Constan de un adaptador facial que imprime aislamiento (total o parcial) a nariz, boca y ojos y un filtro, a través del cual el aire se canaliza por una válvula antirretorno, que elimina el contaminante. A su vez, el aire expirado se evacúa por una válvula de exhalación.

Es de capital importancia que la mascarilla se adapte perfectamente a la cara del usuario y el grado de hermeticidad de las válvulas.

Los filtros para vapores y gases eliminan sustancias específicas, merced al efecto absorción a través de lechos filtrantes alojados en cartuchos, mientras que los de retención mecánica separan las partículas en suspensión existentes en ambientes con humo, polvo, aerosoles, etc.

La eficacia de estos últimos crece a medida que los contaminantes se van depositando, al tiempo que, lógicamente, se incrementa la resistencia a la propia respiración.

Equipos autónomos

En estos equipos, el aire es aportado por un cilindro que transporta el propio usuario a través de un regulador de demanda. Requieren un chequeo constante de la presión del cilindro. A tal efecto, algunos van provistos de alarma, audible a baja presión del cilindro.

Estos equipos, normalmente, van adaptados a trajes de protección (tipo vitón, neopreno, etc.) que confieren aislamiento total y protección completa de la atmósfera y medio ambiente. Dadas sus dimensiones, resultan, no obstante, demasiado pesados.

En cuanto a la selección de estos equipos, el criterio de NIOSH (Nafional Institute for Occupational Safety and Health, de EE.UU) es utilizar equipos autónomos en aquellos casos en los que se trata de sustancias cancerígenas, para atmósferas con concentraciones equivalentes a los IPVS y en situaciones de emergencia o de concentración desconocida. En cualquier caso, las recomendaciones que sobre selección de equipos se contemplan en las fichas NIOSH, son de indudable interés.

Complementos

Elementos varios tales como: gafas, cinturones de seguridad, calzado especial de protección, guantes, botellas de aire u oxígeno a presión, grupo electrógeno, duchas de emergencia, fuentes lavaojos, equipos de seguridad contra incendios (ver **ITC-MIE-APQ-001**) etc., conforman, a su vez, parte del contingente material de protección, individual y colectivo que, a disposición de personal especializado (brigadas de intervención), resulta preceptivo disponer en las instalaciones de almacenamiento de este tipo, ubicado en armarios y lugares idóneos, fuera de las zonas peligrosas pero inmediatas a las mismas. Se considera inmediato, dentro del intervalo de 10 minutos y localizado en un radio de 10 metros de la zona peligrosa. Todo este equipo y aparellaje, está sujeto a unas revisiones y mantenimiento permanente de puesta a punto.

Plan de emergencia

No podría concluirse la redacción de la presente Nota, sin hacer una referencia a las exigencias que comporta, en instalaciones de este tipo, cuanto pueda derivarse de compromisos que afecten al RD de 15.07.88 núm 886/88: **"Prevención de Accidentes Mayores"** en determinadas actividades, junto con los "Planes de Emergencia en el Sector Químico", según la Directriz Básica (Resolución de 30 de Enero de 191, ref.6) A este efecto, debe disponerse de los correspondientes planes de emergencia interior y, en su caso, exterior. Asimismo, resulta preciso contar, en condiciones de total operatividad, con los equipos de seguridad y medios de alerta e intervención propios para su uso, ante posibles accidentes y, en definitiva, cuanto pueda devenir de la aplicación de las referidas disposiciones.

Bibliografía

- (1) RICHARD W. PRUGHAND ROBERT W.JOHNSON **Guidelines for Vapor Release Mitigation** Center For Chemical Process Safety (AICH. E)
- (2) P.A. CARSON AND C.J. MUMFORD **The safe Handling of Chemicals in Industry**
- (3) NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) **Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases**
- (4) **ITC-MIE-APQ-001 Almacenamiento de Líquidos Inflamables y Combustibles** (O. de 18.7.91)
- (5) **ITC-MIE-APO-002 Almacenamiento de Oxido de Etileno** (O. de 12.3.82.)
- (6) **ITC-MIE-APQ-003 Almacenamiento de Cloro** (O. de 1. 3.84)
- (7) **ITC-MIE-APO-004 Almacenamiento de Amoniacó Anhidro** (O. de 29.6.87)
- (8) **ITC-MIE-APQ-005 Almacenamiento de botellas y botellones de Gases Comprimidos, Licuados y Disueltos a Presión** (O. de 21.7.92)

(9) **ITC-MIE-AP7 Botellas y Botellones de Gases Comprimidos, Lícuados y Disueltos a presión.** (O. de 1. 9.82)

(10) **Productos químicos. Almacenamiento** (RD 668 /1980 de 8 de Febrero.)

(11) **Prevención de accidentes mayores en determinadas actividades** (RD 886 /1988 de 15 de Julio)

Adenda

Revisión normativa

- La normativa sobre almacenamiento de productos químicos ha sido totalmente sustituida por el **Real Decreto 379/2001**, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7.