

**Apéndice 5 b)**

**Asesoramiento en materia  
de seguridad relativo  
a las instalaciones de cloro  
a granel**

(Reproducido del folleto de Health and Safety Executive:  
*Safety advice for bulk chlorine installations*, Health and  
Safety series booklet HS (G) 28 (Londres, HMSO, 1986).)

## **Índice**

### **Prólogo**

### **Introducción**

### **Emplazamiento de las instalaciones**

#### **Zona de descarga**

Diseño y emplazamiento

Incidentes potenciales

Abastecimiento de cloro líquido por camión cisterna

Abastecimiento de cloro líquido por vagón cisterna

Dispositivos de inmovilización

Consideraciones relativas al diseño con respecto a la estructura de acceso al punto de descarga

#### **Conexiones entre la cisterna y las tuberías fijas en la instalación de almacenamiento**

Diseño y mantenimiento

Tipos de conexión

Acoplamientos flexibles

Mangueras flexibles

Brazos articulados

Procedimientos de funcionamiento y mantenimiento

#### **Tuberías para cloro líquido**

Tuberías permanentes en el punto de descarga

Tuberías para cloro líquido

Criterios de diseño para las tuberías que transfieren cloro líquido a cisternas de almacenamiento o de los depósitos de almacenamiento al punto de uso

Protección de la tubería

#### **Protección de las tuberías de cloro líquido contra la presión excesiva**

Dotación de sistemas de seguridad

Sistemas de seguridad

Cápsulas de seguridad para aliviar la presión de la tubería

Depósitos de expansión para reducir la presión de la tubería

#### **Válvulas**

Tipos de válvula

Válvulas esféricas verticales

Válvulas de obturación cónicas (con manguitos de teflón)

Válvulas de flotador

Válvulas de control remoto

### **Recipientes de almacenamiento**

Criterios de diseño  
Conexión de las tuberías y medio de aislamiento de los tanques de almacenamiento  
Entrada de cloro líquido  
Salida de cloro líquido  
Tuberías de ventilación y de gas seco comprimido  
Sistema de seguridad  
Instrumentos

### **Protección de los recipientes de almacenamiento contra la presión excesiva**

Sistema de desahogo  
Cápsulas de seguridad  
Disposiciones relativas al sistema de desahogo  
Sistema de mantenimiento  
Recipientes de expansión  
Alarmas de presión

### **Inspección y puesta en servicio de las instalaciones de tanques de cloro**

Consideraciones generales  
Procedimiento de inspección  
Pruebas

### **Descarga del cloro líquido de las cisternas a los recipientes de almacenamiento**

Consideraciones generales  
Descarga mediante uso de aire comprimido seco o nitrógeno seco  
Nitrógeno a presión  
Aire comprimido  
Suministro al sistema  
Descarga mediante uso de presión de gas de cloro  
Uso de vapor de cloro recomprimido  
Uso de cloro vaporizado

### **Paso del cloro a las instalaciones de consumo**

Transvase de cloro líquido  
Transferencia de cloro gaseoso  
Precauciones  
Transvase de cloro líquido mediante uso de vapor a presión  
Transvase de cloro líquido mediante relleno con gas comprimido seco  
Transvase de cloro líquido mediante tanque de bombeo separado  
Transvase de cloro líquido mediante bomba anegada

### **Vaporizadores del cloro**

Métodos de calentamiento  
Tipos  
Regulación del volumen o cantidad global  
Instalación general  
Seguridad  
Riesgos de accidentes  
Aislamiento programado y de emergencia  
Válvula de control de la presión  
Corrosión

### **Sistema de absorción del cloro**

Sistema de recogida de las emisiones  
Equipo de absorción  
Instrumentos  
Eliminación del efluente de la planta de absorción del cloro

### **Equipo de protección para situaciones de emergencia**

Equipo de protección respiratoria para uso normal  
Equipo protector respiratorio para casos de emergencia  
Ropa protectora para casos de emergencia  
Juegos de herramientas de emergencia  
Represión del escape de cloro

### **Selección y capacitación de los trabajadores e instrucciones de funcionamiento**

Selección y capacitación del trabajador  
Instrucciones de funcionamiento

### **Mantenimiento**

Procedimientos de autorización  
Modificaciones del circuito del cloro

### **Procedimientos de emergencia**

Detectores de cloro  
Centrales de alarma locales  
Plan de emergencia de la fábrica  
Centros de control de las situaciones de emergencia  
Equipo de emergencia del emplazamiento  
Áreas de reunión en caso de emergencia  
Cuidado de las víctimas

### **Apéndices**

- 1 Propiedades del cloro
- 2 Instalaciones externas e instalaciones internas
- 3 Publicaciones y normas
- 4 Procedimientos para la descarga de camiones cisternas de cloro
- 5 Resumen tipos de vaporizador

## Prólogo

Las presentes directrices las preparó un grupo de trabajo que se reunió con los auspicios del Grupo de la Industria Química Nacional de la HSE y se basa en *Guidelines for Bulk Handling of Chlorine at Customers Installations* (Directrices para la manipulación a granel del cloro en las instalaciones de los clientes), publicado por *Chemical Industries Association Limited* en 1980. A medida que los conocimientos avanzan, podrá ser necesario actualizar estas directrices en el futuro.

Los miembros del grupo de trabajo eran representantes de los cuatro productores de cloro del Reino Unido, un representante del Sindicato de Trabajadores del Transporte y en General y personal de la Junta Ejecutiva de Seguridad e Higiene que trabaja bajo la presidencia de un responsable de esa oficina

Las directrices se pueden aplicar a cualquier instalación de cloro a granel, pero no pretenden ser un código de diseño detallado. Algunas instalaciones existentes pueden no satisfacer en la actualidad todas las recomendaciones y, en algunos casos, no todas las recomendaciones pueden resultar apropiadas. Incumbe al ocupante, por lo general en consulta con el abastecedor de cloro y/o asesores especializados, decidir si son necesarias en cualquier caso particular. Si se demuestra la necesidad de efectuar modificaciones, habrá que adoptar una decisión con conocimiento de causa sobre la naturaleza y oportunidad de los cambios que se han de hacer. La responsabilidad final incumbe a la empresa que explota la planta para que ésta funcione con seguridad.

Una publicación de la Asociación de Industrias Químicas titulada *Inter-Company Collaboration for Chlorine Emergencies* y publicada en 1978 es pertinente.

En esa publicación se ofrecen consejos a los usuarios del cloro que afrontan situaciones de emergencia y se indican detalles de la asistencia inmediata que puede obtenerse con arreglo al plan Chlor-Aid

La Junta Ejecutiva de Seguridad e Higiene agradece su asistencia y cooperación a los representantes de la industria del cloro en la preparación de estas directrices, y a la Asociación de Industrias Químicas por haber autorizado que se reproduzcan partes sustanciales de las *Directrices* de 1980.

## Introducción

1. La presente publicación da pautas sobre el manejo seguro del cloro líquido a granel. Su objetivo es proporcionar asesoramiento a los que reciben cloro líquido en camiones o vagones cisternas con el fin de que la descarga y el almacenamiento, y la transferencia, vaporización y uso posteriores, puedan realizarse de modo que se reduzca a un mínimo la posibilidad de accidentes que originen peligros para los trabajadores, el público o la planta. Las recomendaciones se basan en la experiencia conjunta de los cuatro fabricantes de cloro del Reino Unido, sus clientes y la Junta Ejecutiva de Seguridad e Higiene (HSE), complementada con otras recomendaciones publicadas en todo el mundo.

2. Las directrices abarcan las exigencias en todas las etapas, desde la recepción del cloro líquido hasta el punto de uso, con inclusión del emplazamiento, el diseño, la puesta a prueba y el funcionamiento y mantenimiento del equipo. También se indican los procedimientos para hacer frente a emergencias.

3. La experiencia ha mostrado que cada instalación requiere un examen individual y que existen numerosos aspectos del diseño detallado que necesitan ser estudiados a fondo por la empresa consumidora que explota la planta y el abastecedor del cloro.

4. «Las fábricas de cloro», es decir, las fábricas en que se produce o utiliza el cloro en cualquier proceso de fabricación, figuran en la lista de fábricas recogida en la ley de fábricas de álcalis, etc., de 1906, modificada por el reglamento sobre seguridad e higiene (emisiones en la atmósfera) de 1983, y deben registrarse anualmente en la Inspección de la Contaminación Industrial del Aire de la Junta Ejecutiva de Seguridad e Higiene o en el Departamento de Desarrollo de Escocia, Inspección de la Contaminación Industrial de Escocia.

5. El reglamento de 1982 sobre la notificación de las instalaciones en donde se manipulan sustancias con riesgo de accidente (SI 1982 núm. 1357) impone la obligación de que todas las instalaciones donde se puedan mantener más de 10 toneladas de cloro se han de notificar a la Junta Ejecutiva de Seguridad e Higiene. También se deben notificar los cambios en la actividad indicada. Las nuevas instalaciones con una capacidad superior a las 10 toneladas de cloro, y las propuestas de aumentar la capacidad notificada a más del triple de la capacidad original, se deben comunicar con tres meses de antelación. El formulario de la notificación figura en el reglamento.

6. El reglamento de 1984 sobre la prevención y lucha contra los principales riesgos de accidentes industriales (SI 1984 núm. 1902) se aplica también a los lugares en los que se almacena o procesa cloro. Este reglamento se aplica en dos niveles. Existen dos requisitos generales: demostrar a la Junta Ejecutiva de Seguridad e Higiene, en cualquier momento, que se han reconocido los riesgos de accidentes graves y comunicar los accidentes importantes. En el caso del «almacenamiento aislado» de cloro, se aplica a la cantidad umbral de 10 toneladas. Para los lugares donde se procesa, no se especifica ninguna cantidad límite, pero la HSE dará inicialmente prioridad a los emplazamientos que se pueden notificar con arreglo al reglamento sobre notificación de 1982. Los requisitos indicados en el reglamento son la preparación de un expediente de seguridad, la preparación de planes de emergencia en el lugar y fuera del lugar y la facilitación de información a los miembros del público que es probable se vean afectados por un accidente grave. Con respecto al cloro, los requisitos específicos se aplican a los lugares de procesamiento a una cantidad límite de 50 toneladas y al «almacenamiento aislado» a una cantidad límite umbral de 200 toneladas.

7. El permiso para planificar nuevas instalaciones se debe obtener de la manera habitual de las autoridades locales, las cuales suelen recurrir al asesoramiento de la HSE. Comúnmente la Junta solicita en esos casos que se presente un informe técnico con respecto a la instalación.

## Emplazamiento de las instalaciones

8. Las observaciones que se formulan a continuación se refieren a las características generales que influyen en el emplazamiento de la instalación. Otros factores más concretos de posible consideración se examinan en las secciones detalladas que se ocupan de los procedimientos de descarga y emergencia, en los que la facilidad de acceso tiene suma importancia.

9. Se deben tener plenamente en cuenta las condiciones impuestas por las autoridades de planificación al dar su permiso. Con respecto a cada nueva instalación, la autoridad de planificación local tiene que asegurarse de que el plan general evitará que se planteen problemas en el futuro debidos a cambios que produzcan una alta densidad de población en las inmediaciones de la instalación o que se introduzcan otros riesgos potenciales en una zona adyacente. Para los emplazamientos que presentaran esos peligros, la HSE puede recomendar que se apliquen las normas más altas.

10. Con respecto a las instalaciones existentes, no es posible controlar la densidad actual de población. Sin embargo, los cambios próximos que podrían aumentar el número de personas son controlables y la autoridad local de planificación sólo los debe permitir después de un examen pormenorizado, que normalmente incluye asesoramiento solicitado por la HSE.

11. La ubicación de nuevas instalaciones de cloro en un lugar ha de tener en cuenta los posibles daños a inundaciones o hundimientos y los posibles daños que podrían sufrir si una planta o fábrica vecina sufriese una catástrofe causada por fuego o una explosión. Las instalaciones deben estar emplazadas a una distancia suficiente (25 metros como mínimo) de las carreteras públicas o las principales líneas de ferrocarril para reducir el peligro de daño a la instalación de cloro, si se produjera un accidente. Cuando sea necesario, se deben instalar barreras protectoras

12. En cualquier caso, se deben instalar vallas adecuadas, junto con una supervisión de seguridad apropiada, para reducir al mínimo la posibilidad de un acceso no autorizado.

13. Los riesgos derivados de los aviones pueden normalmente considerarse mínimos con probabilidades inferiores al nivel de significación estadística requerido para cualquier consideración especial. Sin embargo, quizás sea necesario que se preste atención en circunstancias excepcionales, por ejemplo si la instalación está situada al extremo de la pista de un aeropuerto o cercana a un campo de aviación que se utiliza para adiestramiento.

14. La instalación debe estar emplazada de preferencia al aire libre; sin embargo, en algunas circunstancias puede resultar apropiada la instalación en un edificio. Al adoptar una decisión sobre esta cuestión, conviene efectuar un examen cabal, teniendo en cuenta los factores enumerados en el apéndice 2

## **Zona de descarga**

### **Diseño y emplazamiento**

15. Para reducir al mínimo la posibilidad de un escape de cloro durante el transvase del cloro líquido de los vehículos de transporte a la instalación de almacenamiento, es esencial prestar una atención pormenorizada al emplazamiento, el diseño y la disposición del equipo de descarga y del procedimiento de funcionamiento.

16. La zona de descarga se debe encontrar en un terreno razonablemente nivelado con suficiente espacio circundante que proporcione un buen acceso desde direcciones diferentes. Se debe instalar una iluminación adecuada en todas las rutas de huida y es aconsejable instalar una iluminación de emergencia

17. Es necesario instalar estaciones de alarma suficientes de funcionamiento manual para dar la alarma en caso de producirse un escape de cloro. En los párrafos 247 a 263 se indican otros detalles sobre los procedimientos de emergencia.

18. El punto de descarga debe estar situado de preferencia razonablemente cerca, pero a no menos de 5 metros de la instalación de almacenamiento. Sin embargo, si existe una barrera física entre la cisterna y la instalación de almacenamiento, esta distancia se puede reducir. El punto de descarga debe también estar a una distancia segura de cualquier planta o equipo que pueda provocar un incendio o una explosión

19. Puede resultar conveniente instalar una válvula de control remoto en la tubería de descarga a los tanques de almacenamiento

20. El posible efecto sobre el sitio del escape de cloro debe estudiarse, teniendo en cuenta la dirección dominante del viento, la válvula de ventilación, el emplazamiento de las salas de control y la presencia del público en general

### **Incidentes potenciales**

21. Es preciso examinar los incidentes potenciales siguientes, que podrían provocar un escape de cloro.

- a) daño causado a las tuberías de cloro por la cisterna cuando está avanzando o retirándose del punto de descarga; se debe prever suficiente espacio libre desde la cabeza de la válvula, cuando está abierta,
- b) el movimiento de la cisterna durante la operación de transvase, por ejemplo el movimiento ascendente normal de la cisterna sobre su suspendedor, puede provocar daños si existe una flexibilidad inadecuada en la conexión,
- c) daños causados a la cisterna de cloro líquido, al tanque de almacenamiento o a la tubería de conexión por el impacto de otros vehículos, por el movimiento causado por un frenado o choque impropio o por la actuación negligente del conductor;

- d) errores en el procedimiento de trabajo;
- e) fallo del equipo debido a la corrosión;
- f) daños causados por un incendio o explosión.

#### **Abastecimiento de cloro líquido por camión cisterna**

22 Se recomienda encarecidamente que se utilicen los medios siguientes para reducir al mínimo los riesgos potenciales, siempre que sea posible.

- a) establecimiento de una zona separada de descarga para uso exclusivo de las cisternas que transportan cloro. Esta puede estar constituida por un apartadero con una protección lateral adecuada (como las barreras de las autopistas) o un camino cortado;
- b) limitación por los medios adecuados de la velocidad del tráfico en las carreteras adyacentes;
- c) colocación de barreras de lámparas de advertencia, avisos, barreras móviles o pilones móviles, y el cierre de puertas cuando las cisternas de cloro están en su sitio;
- d) dotación de un sistema de inmovilización (véase el párrafo 25) para impedir la conexión de las tuberías de cloro líquido con las cisternas, a menos que estén colocadas barreras;
- e) establecimiento de un sistema de trabajo con arreglo al cual una persona (el conductor) está presente durante toda la descarga y una segunda persona está presente durante las operaciones de conexión y desconexión. La segunda persona debe estar en las inmediaciones y a disposición durante toda la descarga. En el apéndice 4 se indica un procedimiento corriente;
- f) determinación del camino de las tuberías de cloro en la zona, de modo que se reduzca al mínimo el riesgo de daños debidos a colisiones de la cisterna, otros vehículos o un equipo móvil.

23 Cuando no se puede reservar una zona separada para la descarga y el punto de descarga se encuentra en una fábrica a través de una carretera, esa carretera debe estar cerrada al tráfico de otros vehículos durante el transvase del cloro líquido

#### **Abastecimiento de cloro líquido por vagón cisterna**

24 Se recomienda encarecidamente la adopción de los medios que se indican a continuación para reducir al mínimo los riesgos potenciales:

- a) cierre de los apartaderos a otro tráfico durante el transvase del cloro de la cisterna al almacén, cerrando los extremos;
- b) control por medios adecuados del volumen y velocidad del tráfico adyacente,
- c) cierre de las barreras de aviso y/o colocación de avisos cuando están descargando las cisternas de cloro;
- d) dotación de un sistema de inmovilización (véase el párrafo 25) para impedir la conexión o desconexión de las tuberías de cloro líquido, a menos que estén colocados los avisos. Se recomienda que el sistema de inmovilización garantice también que los puntos apropiados de los apeaderos de ferrocarril estén cerrados y que se coloquen topes de rueda antes de que comience el transvase del cloro líquido;
- e) establecimiento de un sistema de trabajo con arreglo al cual una persona sea responsable de toda la operación de descarga y otra persona esté a disposición durante las operaciones de conexión y desconexión. Esta segunda persona debe encontrarse en la zona y estar pronta para ayudar durante toda la descarga,
- f) determinación del camino de las tuberías de cloro en la zona, de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de daños debidos a colisiones de la cisterna, otros vehículos o equipo móvil.

#### **Dispositivos de inmovilización**

25. Como se ha indicado en los párrafos 22 a 24, los dispositivos de inmovilización son útiles para impedir que se acerquen otras cisternas, y pueden asimismo formar parte de un sistema destinado a prevenir el movimiento por negligencia de una cisterna que sigue conectada. Por ejemplo, se pueden idear dispositivos de inmovilización para que se tiren a fondo los frenos del vehículo antes de que se conecte la tubería de descarga o para que la presión en la tubería de descarga ponga en marcha una señal de destellos a fin de recordar al conductor que está conectado (este último sistema puede resultar apropiado en una planta de producción o en una planta del consumidor cuando el volumen sea considerable) La maniobra necesaria para colocar al camión cisterna precisamente en relación con un conector de tubería sólida puede dificultar la concepción de un dispositivo de inmovilización que ofrezca la máxima seguridad posible. En esos casos se recomienda

encarecidamente un dispositivo de inmovilización que impida el acceso de otras cisternas, y se debe poner particular cuidado en que el sistema de trabajo impida con eficacia el movimiento accidental de la cisterna y en dar la adecuada formación al conductor

### **Consideraciones relativas al diseño con respecto a la estructura de acceso al punto de descarga**

26. Se debe prever un acceso satisfactorio a la tubería permanente para descargar las cisternas de cloro y velar por que las conexiones con las cisternas se efectúen con el mínimo riesgo. Cuando esto implica trabajar desde un lugar situado por encima del nivel del suelo, se debe contar con una estructura permanente, diseñada de tal manera que, en caso de emergencia, sea posible huir con un riesgo mínimo.

27. Se debe disponer de una estructura sólida y no inflamable (por ejemplo de acero) y las plataformas deben estar libres de obstáculos y tener superficies antideslizantes, así como bordes y rampas de protección. Se deben prever otras vías de huida con escaleras de inclinación normal, conviene evitar las escaleras de mano verticales y las escaleras empinadas. Si no es posible evitar las escaleras de mano verticales, hay que asegurarse de que las argollas de seguridad no impidan el acceso a personas que lleven aparatos respiratorios. El diseño de las plataformas móviles que dan acceso a la parte superior de las cisternas debe reducir al mínimo la posibilidad de accidentes debidos a colisión con otras cisternas. Con este fin se puede recurrir a dispositivos de inmovilización.

28. Puede resultar útil proporcionar protección contra la intemperie en pórticos fijos en los puntos de descarga, por ejemplo por medio de rompevientos o toldos.

29. Se debe prever un espacio de almacenamiento adecuado para el equipo de emergencia (por ejemplo, máscaras de gas, equipo de aire comprimido, ropa de protección y equipo de repuesto) en un emplazamiento seguro para que se pueda retirar fácilmente en caso de emergencia.

### **Conexiones entre la cisterna y las tuberías fijas en la instalación de almacenamiento**

30. Las operaciones de carga y descarga de camiones cisternas están reguladas por el reglamento de 1981 sobre sustancias peligrosas (transporte en camiones

cisternas y en contenedores). Las conexiones para el transvase del cloro líquido han de ser muy meticulosamente estudiadas, ya que son la causa más probable de problemas y pueden originar un escape del cloro al medio ambiente. Las tuberías deben ser lo más sencillas posible.

31. Para el transvase al almacén, es necesario conectar la tubería de salida del cloro líquido de la cisterna a la tubería de entrada al depósito y también conectar una fuente de aire seco comprimido, nitrógeno o vapor de cloro a la cisterna.

### **Diseño y mantenimiento**

32. El fallo de las conexiones de descarga puede deberse a un diseño inadecuado, a materiales o a una construcción incorrectos, al uso inapropiado o a una inspección y mantenimiento insuficientes. Por consiguiente, es esencial asegurarse de que las normas del diseño son adecuadas, que se llevan a cabo procedimientos de prueba e inspección con regularidad y que el equipo se mantiene de manera satisfactoria.

### **Tipos de conexión**

33. Existen tres tipos de conexión:

- a) acoplamientos flexibles que garantizan una sólida conexión, pero con un grado de flexibilidad al acoplarse;
- b) mangueras flexibles;
- c) brazos articulados.

Normalmente se utilizan acoplamientos flexibles, pero también se pueden emplear mangueras flexibles o brazos articulados por acuerdo con el abastecedor de cloro.

### **Acoplamientos flexibles**

34. Los acoplamientos flexibles suelen ser de tubería de acero. La flexibilidad se consigue por medio de un acoplamiento de la tubería de extensión variable (menos frecuentemente por medio de un serpentín) para dar la posibilidad de un movimiento vertical de la cisterna durante la descarga. Para las conexiones con la cisterna se emplean conexiones roscadas, es común utilizar conexiones roscadas a los dos extremos del acoplamiento flexible.

35. Las tuberías de la instalación conectadas al emplazamiento de la cisterna no deben ser fijas durante

los primeros 5 a 7 metros (15 a 20 pies), pero es necesario que tengan soportes. El soporte utilizado debe garantizar que la tubería se mantenga sobre el espacio libre de encima que requiere la cisterna cuando se está colocando en su sitio. El soporte debe permitir también el necesario movimiento vertical de la tubería de 150 mm (6 pulgadas) Se recomienda una tubería con un diámetro mínimo de 20 mm (¾ de pulgada).

36. Los criterios de diseño de los acoplamientos flexibles construidos con tuberías son análogos a los de la tubería fija (véanse los párrafos 41 a 46). Cuando las conexiones son conexiones roscadas, el obturador debe ser un anillo de junta interceptado

### **Mangueras flexibles**

37 Las mangueras flexibles, cuyo diseño debe acordarse con el abastecedor de cloro, exigen unas pruebas más frecuentes que los acoplamientos flexibles descritos en la sección anterior. Las mangueras flexibles duran menos que las tuberías flexibles de acero pero la colocación de las cisternas es más fácil. Se construyen normalmente conexiones de manguera flexible trenzada Monel de hasta 50 mm (2 pulgadas) de tamaño para la descarga de cloro líquido, y de 25 mm (1 pulgada) para la conexión con la cisterna del gas comprimido

38. Las instrucciones de funcionamiento referentes a la descarga deben prever la realización de una inspección visual y de unas pruebas para detectar escapes de las mangueras flexibles antes de introducir el cloro líquido.

### **Brazos articulados**

39 Los brazos articulados, con juntas giratorias, se utilizan en ocasiones en las instalaciones de fabricación con una alta producción que quedan fuera del alcance del presente trabajo.

### **Procedimientos de funcionamiento y mantenimiento**

40 Los procedimientos de descarga deben especificar la necesidad de inspección y pruebas de los acoplamientos antes de su uso, los procedimientos de mantenimiento deben indicar las exigencias de inspección y renovación técnicas. A continuación se resumen los detalles.

#### **a) Funcionamiento**

- 1) Inspección visual, antes del uso, con particular atención a las roscas,

- ii) utilización de nuevos obturadores cada vez que se efectúe una conexión con la cisterna. Los obturadores retirados se deben recoger y eliminar sin correr riesgos, teniendo en cuenta que contienen amianto,
- iii) puesta a prueba de la hermeticidad de la conexión antes de introducir el cloro líquido;
- iv) obturación de las tuberías después de su uso y protección de éstas para reducir la posibilidad de daños accidentales de las roscas y de la penetración de humedad.

Para un procedimiento habitual, remitirse al apéndice 4

#### **b) Mantenimiento**

- i) Se ha de efectuar una inspección técnica por lo menos una vez al año, o cada mil operaciones, se debe llevar un registro de estas inspecciones,
- ii) se han de efectuar recambios con intervalos regulares o siempre que la inspección técnica ponga de manifiesto su necesidad;
- iii) sustitución de las conexiones flexibles para que se sequen, después de la prueba, con aire seco hasta llegar al punto de condensación ( $-40^{\circ}\text{C}$ )

## **Tuberías para cloro líquido**

### **Tuberías permanentes en el punto de descarga**

- 41 Las tuberías permanentes en el punto de descarga comprenden
- a) Tuberías para presurización de la cisterna con aire seco, nitrógeno o cloro
  - b) Tubería para el transvase de cloro líquido al depósito.
  - c) Tubería para abastecer de aire comprimido, que funciona con válvulas de control remoto, si éstas se instalan en la cisterna

Las tuberías deben ajustarse al código de colores y/o etiquetarse, a continuación se describen los requisitos detallados del diseño para las tuberías y los accesorios. En los párrafos 134 a 156 se describe el sistema de descarga del cloro líquido

### **Tuberías para cloro líquido**

42 Las tuberías para cloro líquido deben normalmente tenderse por encima del suelo y garantizar al máximo la protección contra los daños mecánicos, la corrosión y el incendio. Se recomienda un diámetro mínimo de 20 mm (3/4 de pulgada) para garantizar una fuerza mecánica suficiente, y las tuberías deben estar claramente etiquetadas y pintadas de amarillo (véase, por ejemplo, 08E51-BS 4800).

### **Criterios de diseño para las tuberías que transfieren cloro líquido a cisternas de almacenamiento o de los depósitos de almacenamiento al punto de uso**

43 Las tuberías deben estar diseñadas, fabricadas, supervisadas y puestas a prueba de conformidad con un código reconocido, por ejemplo BS 3351 o ANSI B31.3 y con cualquier otro requisito adicional indicado en esta sección.

*Presión prevista.* Debe ajustarse a las especificaciones del diseño pero no ser inferior a 12 barg (174 psig), correspondientes a una temperatura prevista de +45 °C. Cualquier parte del sistema que pueda funcionar a una temperatura superior debe proyectarse para que soporte la presión de vapor correspondiente.

Las tuberías deben ser también lo suficientemente fuertes y robustas para cualquier condición de trabajo previsible.

*Temperatura prevista.* Debe ser inferior a la mínima a que se tiene intención que trabaje la tubería o la temperatura a que se enfriará si el cloro líquido hirviera a la presión atmosférica (-35 °C). El campo de temperaturas normal está comprendido entre los -35 °C y los +45 °C.

*Materiales de construcción.* Son preferibles las tuberías estradas de acero al carbono, pero las tuberías resistentes de soldadura continua soldadas y tratadas para rebajar esfuerzos automáticamente durante la fabricación son aceptables.

Los tubos acodados y en forma de T y los reductores deben estar forjados o moldeados en caliente sin reducción del espesor de la pared.

*Sobrespesor para tener en cuenta la corrosión.* 1 mm

*Radio de la curvatura de cualquier tubo curvado conformado.* Triplicado del diámetro mínimo de la tubería (deben utilizarse codos soldados cuando se requieren tubos curvados más rígidos)

*Material para pernos.* Debe ajustarse a los requisitos de BS 4882.

*Aletas.* El número de aletas debe limitarse lo más posible y las utilizadas deben ajustarse a los requisitos de un código de diseño reconocido, como el BS 1560 o ANSI B16-5. El acero empleado para la fabricación de aletas o de conexiones soldadas a la tubería debe ser compatible con el de la propia tubería.

*Obturadores.* Los obturadores deben ser de fibra de amianto comprimido y ajustarse a los requisitos de BS 2815 categoría A, y deben tener adherido un indicador para su fácil identificación en las instalaciones donde se emplean diversos materiales de conexión.

El empleo de materiales incorrectos para los obturadores puede resultar peligroso. La industria debe seguir buscando un material de conexión satisfactorio que no contenga amianto.

44 Durante la construcción se deben realizar los controles siguientes:

*Atenuación de la tensión.* Todos los artículos fabricados y las soldaduras a tope deben estar sometidos a un procedimiento de atenuación de la tensión antes de la inspección y puesta a prueba finales.

*Inspección y puesta a prueba de la presión.* Todas las soldaduras a tope deben examinarse radiográfica o ultrasónicamente a fondo.

Todas las tuberías deben someterse a pruebas de presión de acuerdo con la especificación del diseño. Cuando se efectúan pruebas hidrostáticas es esencial que toda la red de tuberías se limpie y seque totalmente antes de introducir el cloro.

Se deben eliminar todos los aceites, grasas, salpicaduras de metal fundido, cascarillas y demás materia extraña. Si se efectúa un ensayo hidrostático después de la instalación, será necesario cambiar todos los obturadores para garantizar la sequedad. A continuación será preciso efectuar pruebas apropiadas para detectar escapes con el fin de verificar las juntas recién instaladas.

*Modificaciones.* Cualquier ampliación, modificación o reparación de las tuberías debe efectuarse siguiendo una norma por lo menos equivalente a la de las especificaciones originales del diseño y la construcción, con inclusión de la atenuación de la tensión, la inspección y los ensayos.

## Protección de la tubería

**Nota:** El importante tema de la protección contra la presión excesiva se examina en los párrafos 47 a 53

45. Las roturas de la tubería pueden deberse a:
- choques,
  - incendios (resultantes de una reacción entre el acero y el cloro),
  - una fuerte corrosión interna o externa.
46. Las tuberías que transportan cloro deben instalarse de manera que
- estén a salvo de los choques de vehículos, ya sea por la distancia o gracias a barreras,
  - estén protegidas de objetos que caigan (por ejemplo, no debe haber elevadores ni techos contruidos con materiales de poco peso),
  - estén separadas de tuberías que transporten materiales corrosivos o inflamables u otras fuentes de calor. La separación dependerá de la naturaleza del otro material y de un cálculo del riesgo:
  - tengan unos soportes adecuados;
  - sean accesibles para el mantenimiento y la inspección,
  - de preferencia no estén revestidas y se sometan con regularidad a la inspección bajo cualquier revestimiento con el fin de detectar la corrosión debida a un fallo de la hermeticidad

## Protección de las tuberías de cloro líquido contra la presión excesiva

47. La posibilidad de un aumento de la presión en la red de tuberías para el transporte de cloro líquido debido a la expansión térmica del cloro líquido debe tomarse en consideración en todos los casos en que pueda quedar retenido entre válvulas cerradas. Los procedimientos de funcionamiento deben prever esa posibilidad y conviene dar instrucciones adecuadas para reducir al mínimo los riesgos.

48. El riesgo de que el cloro líquido quede retenido entre válvulas cerradas aumenta por causa de los factores siguientes:

- El control por diferentes operarios de las válvulas de aislamiento. Esto puede entrañar un riesgo especial cuando existen tuberías largas o tuberías complejas entre las unidades.
- El cierre simultáneo de tuberías de control remoto instaladas para aislar la planta. Conviene que no

haya demasiadas válvulas automáticas que puedan producir la retención. Es preferible utilizar válvulas de control remoto accionadas inicialmente a mano.

La retención de cloro líquido debido a un aumento de la temperatura aumenta el peligro de la presión excesiva. Incluso un pequeño aumento de la temperatura puede ocasionar una presión hidráulica muy elevada debido al alto coeficiente de expansión del cloro líquido.

**Figura 1. Sistema de reducción de la presión para las tuberías de cloro (párrafo 52)**

