

FOLLETO 5

Almacenaje a Granel de Cloro Líquido

Edición 9 – Enero, 2017

CHLORINE INSTITUTE PAMPHLET #

The Chlorine Institute 1300 Wilson Boulevard, Suite 525, Arlington, VA 22209

Tabla de Contenido

1	INTRODUCCION	1
1.1	ALCANCE	1
1.2	PROGRAMA DE GESTIÓN DEL INSTITUTO DEL CLORO	1
1.3	DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS	2
1.4	RENUNCIA DE RESPONSABILIDADES	3
1.5	REQUISITOS NORMATIVOS Y DE SEGURO	3
1.6	APROBACIÓN	3
1.7	REVISIONES	4
1.8	REPRODUCCIÓN	4
2	CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE CLORO	4
2.1	GENERALIDADES	4
2.2	CAPACIDAD DE ALMACENAJE	4
2.3	TAMAÑOS DE VAGONES Y CAMIONES CISTERNA	5
2.4	TAMAÑOS DE BARCAZAS DE CLORO	5
2.5	UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE TRANSPORTE PARA ALMACENAMIENTO FIJO	5
3	UBICACIÓN DEL TANQUE	6
3.1	CONSIDERACIONES SOBRE LA UBICACIÓN	6
4	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUES	6
4.1	CONSIDERACIONES SOBRE EL PROCESO	6
4.2	CONSIDERACIONES MECÁNICAS	7
4.3	CORROSIÓN EXTERIOR	8
4.4	SOPORTES	8
4.5	AISLAMICIÓN Y PINTURA	9
4.6	ABERTURAS DE TANQUE	9
5	ACCESORIOS DEL TANQUE	9
5.1	DISPOSITIVOS DE ALIVIO DE PRESIÓN	10
5.2	VÁLVULAS DE OPERACIÓN	13
5.3	DISPOSITIVOS DE CIERRE DE EMERGENCIA	13
5.4	MEDICIÓN DE INVENTARIO	14
5.5	MEDICIÓN DE PRESION	14

5.6	TUBERIAS.....	14
6	CONTENCIÓN DE DERRAMES	14
6.1	DISEÑO	14
6.2	HOUSEKEEPING	15
6.3	RESPUESTA A LA EMERGENCIA	15
7	TRANSFERENCIA DE CLORO.....	15
7.1	SELECCIÓN DEL MÉTODO DE TRANSFERENCIA	15
7.2	METODOS DE TRANSFERENCIA	16
7.3	TRANSFERENCIA UTILIZANDO LA PRESIÓN DE VAPOR	16
7.4	TRANSFERENCIA POR RELLENO CON OTROS GASES	16
7.5	TRANSFERENCIA POR BOMBEO	17
8	PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO	18
8.1	PRUEBA HIDROSTÁTICA INICIAL E INSPECCIÓN VISUAL.....	18
8.2	INSPECCION Y DOCUMENTACION.....	18
8.3	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y DE PRUEBA	19
8.4	PREPARACIÓN PARA EL SERVICIO	22
9	INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LOS ACCESORIOS.....	22
9.1	DISPOSITIVO DE ALIVIO DE PRESIÓN.....	22
9.2	VÁLVULAS Y TUBERÍAS INTERNAS.....	23
9.3	EQUIPOS DE MEDICIÓN DE INVENTARIO	23
9.4	SISTEMAS CRITICOS.....	23
10	ALMACENAMIENTO REFRIGERADO DE CLORO LIQUIDO	23
10.1	ELIGIENDO EL ALMACENAMIENTO REFRIGERADO	23
10.2	DIFERENCIAS ENTRE TANQUES REFRIGERADO Y NO RIGERADOS	24
11	REFERENCIAS	25
11.1	REFERENCIAS DEL INSTITUTO DEL CLORO	25
11.2	CODIGOS ASME	26
11.3	OTROS CODIGOS	27
11.4	OTRAS PUBLICACIONES DEL INSTITUTO DEL CLORO.....	27
11.5	OTRAS PUBLICACIONES.....	28
	APPENDICE A - CHECKLIST DEL FOLLETO 5.....	29

1 INTRODUCCION

1.1 ALCANCE

Este folleto tiene por objeto ayudar en el diseño, la construcción, la ubicación, la instalación y la inspección de los sistemas de almacenamiento de cloro líquido. Las recomendaciones se basan en el almacenamiento en tanques cilíndricos horizontales. Este folleto no se aplica a los equipos de presión en el proceso de fabricación (por ejemplo, intercambiadores de calor, vaporizadores). Algunas recomendaciones de este folleto pueden aplicarse a pequeños tanques de proceso, tanto horizontales como verticales. Es posible que haya que modificar las recomendaciones para cumplir con requisitos locales. Se puede encontrar más información básica sobre la manipulación segura del cloro en el folleto del CI 1 (11.1). Los futuros diseñadores y operadores de dichas instalaciones deben estar familiarizados con dicha información, y se refieren al proveedor de cloro y al material referenciado.

Se reconoce que las instalaciones de almacenamiento construidas antes de la publicación de esta edición de este folleto, pueden estar operando con éxito sin adherirse a todas las recomendaciones contenidas en el mismo. Los operadores de dichas instalaciones deben evaluar las discrepancias y validar que no suponen riesgos desproporcionados para la seguridad de la operación o el medio ambiente. El funcionamiento continuo sin respetar todos los aspectos de este folleto es generalmente aceptable siempre que:

- El éxito de las operaciones anteriores a largo plazo, junto con las evaluaciones periódicas de los peligros, demuestran que los riesgos para la seguridad de las operaciones y el medio ambiente son aceptables, según el análisis del rendimiento histórico y la evaluación de los peligros del proceso.
- El sistema no infringe los códigos o reglamentos aplicables.
- Se considera la posibilidad de modificar el sistema, para cumplir las recomendaciones contenidas en esta edición del folleto, cuando se planifiquen proyectos de rediseño o sustitución o de sustitución.

1.2 PROGRAMA DE GESTIÓN DEL INSTITUTO DEL CLORO

El Instituto del Cloro existe para apoyar a la industria del cloro-álcali en la promoción de una producción, distribución y uso seguros, compatibles con el medio ambiente y sostenibles de los productos químicos de su misión¹

Los miembros del Instituto se comprometen a adoptar las iniciativas de seguridad y gestión de Cl, incluidos los folletos, las listas de comprobación y el intercambio de incidentes, que ayudarán a los miembros a lograr una mejora cuantificable. Para obtener más información sobre el programa de gestión del Instituto, visite el sitio web del CI en www.chlorineinstitute.org

1.3 DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS

En este folleto, se aplican los siguientes significados, a menos que se indique lo contrario

ANSI	American National Standards Institute
API	American Petroleum Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	ASTM International, antes conocido como "The American Society for Testing & Materials".
CGA	Compressed Gas Association
Cloro	cloro seco (en forma de gas o líquido)
Código	véase los códigos ASME (11.2)
Presion de diseño	la condición más severa de presión y temperatura esperada en funcionamiento normal. Ver UG-21 del Código.
DOT	Department of Transportation (U.S.)
ERW	soldadura por resistencia eléctrica
Gas de compensación	adición de aire comprimido, nitrógeno o cloro limpios, secos y sin aceite para aumentar la presión del sistema. El aire o el nitrógeno deben secarse hasta un punto de rocío de -40 °F (-40 °C) o inferior medido a la presión de funcionamiento.
Gas de purga	uso de aire comprimido o nitrógeno limpio, seco y sin aceite para desplazar el cloro, la humedad u otros contaminantes de un tanque o sistema. El aire o el nitrógeno deben secarse hasta un punto de rocío de -40 °F (-40 °C) o inferior medido a la presión de funcionamiento.
Instituto	The Chlorine Institute (Instituto del Cloro)
kPa	kilopascales (lectura de manómetro)
MAWP	presión de trabajo máxima admisible en la parte superior del recipiente a la temperatura designada para esa presión. Ver UG-98 del Código.
NPSH	Altura de aspiración neta positiva
OSHA	Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, Departamento de Trabajo de los Estados Unidos)
psia	libra por pulgada cuadrada absoluta
psig	presión manométrica

PWHT	Tratamiento térmico post-soldadura
Presión indicada (set)	la presión medida en la entrada de la válvula, donde se establece un dispositivo de alivio de presión para el inicio de la descarga
Subenfriado	grado de enfriamiento de un líquido por debajo de su temperatura de inflamación a la presión aplicable
Tanques	contenedores fijos de almacenamiento de cloro
TC	Transporte de Canadá
ton (corta)	dos mil libras
Presión de vapor hermético	presión, medida en la entrada de una válvula cerrada o dispositivo de alivio de presión por debajo del cual no se detecta flujo de fluido aguas abajo del asiento

1.4 RENUNCIA DE RESPONSABILIDADES

La información en este manual proviene de fuentes que se consideran confiables. El Chlorine Institute y sus miembros, conjunta y solidariamente, no garantizan ni asumen ninguna responsabilidad en relación con esta información. Además, no se debe suponer que se incluyen todos los procedimientos aceptables, o que circunstancias especiales pueden no justificar procedimientos modificados o adicionales. El usuario debe tener en cuenta que los cambios en la tecnología o los reglamentos pueden requerir modificaciones en las recomendaciones contenidas en este documento. Se deben de tomar los pasos apropiados para garantizar que la información sea la más actualizada cuando esta se utilice. Estas recomendaciones no deben de confundirse con los requerimientos federales, estatales, municipales, o de seguros, ni con las normas de nacionales de seguridad.

ACLARACIÓN: La versión en español es una traducción de la versión original en inglés, esta traducción solo sirve con fines informativos. En caso de discrepancia prevalecerá la versión en inglés.

1.5 REQUISITOS NORMATIVOS Y DE SEGURO

La ubicación, la capacidad, el diseño, el mantenimiento y el funcionamiento de las instalaciones de almacenamiento de cloro pueden estar sujetos a normativa federal, estatal, provincial o local y a los requerimientos de las compañías de seguros. Los propietarios y diseñadores deben verificar que las instalaciones cumplirán plenamente con todos los requisitos aplicables.

1.6 APROBACIÓN

El equipo de asuntos de salud, medio ambiente, seguridad y protección del Instituto aprobó la edición 9 de este folleto el 26 de enero de 2017.

1.7 REVISIONES

Las sugerencias de revisión deben dirigirse al Secretariado del Instituto.

1.7.1 Revisiones importantes en la edición actual

Se ha añadido un lenguaje clarificador en todo el folleto. Se han añadido orientaciones adicionales sobre las CFATS (sección 3.1), aislamiento (sección 4.5), aperturas de los tanques (sección 4.6), dispositivos de alivio de presión (sección 5.1.1), gestión de inventarios (sección 5.4), gestión de la presión (sección 5.5), trasvase por bombeo (sección 7.5) y secado (sección 8.3.5).

1.8 REPRODUCCIÓN

El contenido de este folleto no debe ser copiado para su publicación, en todo o en parte, sin la autorización previa del Instituto.

2 **CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE CLORO**

2.1 GENERALIDADES

La capacidad de los tanques de almacenamiento de cloro líquido en los lugares de producción y de consumo debe mantenerse al mínimo. El número de tanques debe ser el mínimo

2.2 CAPACIDAD DE ALMACENAJE

El almacenamiento total de cloro líquido es la suma del inventario en el almacenamiento fijo y en los equipos de transporte. La capacidad total de almacenamiento de líquidos, así como el número y el tamaño de los tanques de almacenamiento, deben basarse en lo siguiente:

- La evaluación del riesgo local
- Las ventajas relativas del almacenamiento fijo frente al inventario en los equipos de transporte
- En el caso de las transferencias por lotes, la necesidad de dos tanques en el lugar de consumo para suministrar de forma continua
- La necesidad de una inspección periódica de los tanques fuera de servicio
- Las ventajas relativas del tamaño del tanque frente a la complejidad del sistema y el número de posibles puntos de fuga inherentes a los diseños de tanques múltiples o de transferencia múltiple
- La logística de transporte (camiones, vagones cisterna y barcazas)
- La normativa que puede influir en el tamaño y el número de tanques de almacenamiento (por ejemplo, la Guardia Costera exige que la carga de las barcazas de cloro se realice desde tanques de almacenamiento de cloro pesados en tierra. Lo ideal es que estos tanques sean lo suficientemente grandes como para manejar un tanque de barcaza. El objetivo es minimizar el número de transferencias por tanque de barcaza).

- El tamaño del contenedor de embarque (Si un tanque de almacenamiento va a recibir y mantener el contenido total de un contenedor de embarque, se debe considerar el dimensionamiento del tanque hasta al menos el 120 por ciento del tamaño del contenedor).
- Los métodos utilizados para cargar y descargar un tanque de almacenamiento (Si un tanque recibe y descarga cloro de forma semicontinua, el tamaño debe basarse en proporcionar un volumen adecuado para permitir que los controles mantengan el inventario del tanque dentro de los límites de diseño). límites de diseño).

2.3 TAMAÑOS DE VAGONES Y CAMIONES CISTERNA

La mayoría de los vagones cisterna tienen una capacidad de cloro de 90 toneladas (81.600 kg), aunque hay algunos vagones cisterna que tienen una capacidad de 55 toneladas (49.900 kg).

En Norteamérica, la mayoría de los camiones cisterna tienen una capacidad de 16 a 22 toneladas (14.500 kg a 20.000 kg) de cloro. Los folletos 66 y 49 de CI tratan sobre los vehículos cisterna de cloro y tanques de carga, respectivamente (11.1).

2.4 TAMAÑOS DE BARCAZAS DE CLORO

El principal estilo de barcaza que aún se utiliza en Norteamérica es la barcaza de servicio interior.

La mayoría de las barcasas de servicio interior de cloro son del tipo abierto con cuatro tanques de presión independientes, cilíndricos y no aislados, montados longitudinalmente. Las capacidades comunes de las barcasas son de 1.100 toneladas con cuatro tanques de 275 toneladas cada uno y de 1.200 toneladas con cuatro tanques de 300 toneladas cada uno.

2.5 UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE TRANSPORTE PARA ALMACENAMIENTO FIJO

Los vagones cisterna de cloro fabricados según las normas DOT no son recipientes ASME. No se recomienda la conversión de los vagones cisterna en contenedores de almacenamiento fijos. Las conversiones existentes deben ser revisadas para su sustitución.

Aunque no se recomienda la conversión a almacenamiento fijo, los vagones cisterna de cloro contruidos de acuerdo con la especificación DOT (o TC) 105J500W, 105J600W y 105J600I son aceptables y se utilizan habitualmente como almacenamiento en carretera.

No es aceptable la instalación permanente de contenedores de toneladas de cloro como tanques fijos porque no están equipados con válvulas de alivio de presión y no son recipientes ASME.

3 UBICACIÓN DEL TANQUE

3.1 CONSIDERACIONES SOBRE LA UBICACIÓN

Los tanques de almacenamiento de cloro deben estar ubicados en áreas apartadas y claramente definidas que puedan ser aisladas en caso de emergencia y que sean accesibles al personal de emergencia. La zona de almacenamiento de cloro debe estar protegida por barreras o separada de otros procesos o productos que puedan dañar los tanques de almacenamiento. Se recomienda una separación coherente con las prácticas aceptables de prevención de pérdidas. La ubicación debe elegirse de forma que se minimice la posibilidad de corrosión externa y la posibilidad de daños por vehículos, incendios o explosiones. Debe tenerse en cuenta la dirección de los vientos dominantes para minimizar el impacto de las fugas de cloro.

Para ayudar a prevenir daños en los tanques de almacenamiento de cloro, éstos deben estar ubicados lejos de los límites de la propiedad para que su visibilidad desde el exterior de la planta sea limitada. Las instalaciones deben tener un plan de seguridad para restringir el acceso no autorizado a los tanques de almacenamiento de cloro que cumpla con las normas de desempeño basadas en el riesgo de las Normas Antiterroristas para Instalaciones Químicas (CFATS), 6 CFR Parte 27. También deben considerarse las barreras alrededor de los tanques como medio para evitar daños en los tanques de almacenamiento.

Iluminación

Debe prestarse especial atención a la iluminación en la zona de los tanques de almacenamiento. Incluso si no se contemplan operaciones nocturnas, debe instalarse una iluminación eficaz como ayuda para hacer frente a posibles emergencias nocturnas. Debe haber iluminación de emergencia en caso de que se produzca un corte de electricidad.

4 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUES

4.1 CONSIDERACIONES SOBRE EL PROCESO

4.1.1 Volumen

Las consideraciones sobre la capacidad que se exponen en el apartado 2.0 se expresan en términos de toneladas (cortas) de cloro líquido. La densidad del cloro líquido disminuye considerablemente al aumentar la temperatura. Por lo tanto, el volumen del (de los) tanque(s) de almacenamiento debe proporcionar un espacio adecuado para la expansión.

El volumen del tanque de cloro deberá ser de al menos 192,2 galones americanos (727,6 litros) por cada tonelada de cloro almacenada, tal como se indica en el 49 CFR Parte 173. (Utilizando esta pauta, un tanque que está equipado con un dispositivo de alivio ajustado a 225 psig (1551 kPa) de manera que si se dejara calentar a una temperatura de 122°F (50°C)

no se aliviará y sólo estará lleno de líquido en un 95% aproximadamente). Un tanque nunca debe llenarse más allá de su tonelaje nominal.

4.1.2 Presión

La presión de diseño del recipiente debe ser al menos el 120% de la presión máxima de funcionamiento prevista y, en cualquier caso, no inferior a 225 psig (1551 kPa). Si se contempla el relleno con aire o gas inerte, debe tenerse en cuenta el aumento de presión que puede producirse. En el caso de instalaciones pequeñas, o en cualquier lugar en el que un tanque vaya a permanecer aislado durante periodos prolongados, deberá considerarse una presión de diseño de 375 psig (2586 kPa). La presión de diseño más alta permitirá el aislamiento de un tanque lleno y acondicionado de acuerdo con las curvas de presión interna del carro tanque recomendadas en el Panfleto 66 de CI. (11.1).

Todas las cisternas deben estar clasificadas para el vacío total.

4.2 CONSIDERACIONES MECÁNICAS

4.2.1 Generalidades

Salvo que se indique específicamente, los depósitos deberán diseñarse, construirse, inspeccionarse, inspeccionarse y marcarse de acuerdo con las secciones UW y UCS del Código. La construcción deberá ser tal que la presión de trabajo máxima admisible esté limitada por el casco o la cabeza. Todas las costuras longitudinales y circunferenciales deberán estar situadas para dejar libres las aberturas y sus almohadillas de refuerzo.

Todos los tanques para el servicio de cloro se fabricarán con los productos adecuados de acuerdo con el Código. Con la excepción de la unión entre la boquilla y el recipiente, todas las uniones deben ser uniones a tope con soldadura doble (o equivalente) y deben radiografiarse al 100 % de acuerdo con la Sección V del Código (11.2.1). La junta de la soldadura que conecte las boquillas con el depósito deberá estar soldada a tope y extenderse por todo el espesor de la pared del depósito o de la boquilla. El cordón de soldadura de la tubería ERW, si se utiliza para las boquillas, se radiografiará completamente. A continuación, el recipiente se someterá a un tratamiento térmico como se indica en el apartado 4.2.4. A excepción de las soldaduras longitudinales, las boquillas de diámetro igual o inferior a diez pulgadas (25,4 cm) pueden ser sometidas a pruebas de ultrasonidos de acuerdo con la Sección V del Código en lugar de la radiografía.

4.2.2 Especificaciones de los materiales

Los nuevos tanques, incluidas las tapas de las bocas de acceso, se fabricarán con acero al carbono normalizado que cumpla con la edición actual de la especificación ASTM A516, grado 70. La especificación ASTM A612, grado B, es aceptable para temperaturas mínimas de diseño superiores a -40°F (-40°C). El producto de la placa del tanque y las muestras de la placa

soldada deberán cumplir los requisitos de la prueba Charpy V-Notch de la edición actual de ASTM A20 a una temperatura mínima de -40°F (-40°C).

4.2.3 Espesores

El espesor de la pared de los tanques debe ser por lo menos 1/8 de pulgada (3,18 mm) mayor que el requerido por la fórmula de diseño del Código, para permitir la corrosión.

4.2.4 Tratamiento térmico posterior a la soldadura (PWHT)

Los tanques fabricados deben recibir un tratamiento térmico posterior a la soldadura. El procedimiento deberá cumplir con los requisitos de la edición actual del Código, además, la temperatura máxima en el proceso PWHT no deberá exceder los 1250 °F (677 °C).

4.3 CORROSIÓN EXTERIOR

La corrosión exterior debido a la condensación de humedad puede ser un problema grave. El diseño del tanque debe ser tal que reduzca al mínimo la formación y acumulación de condensación. Se debe prestar especial atención al área alrededor de los soportes y las boquillas.

4.4 SOPORTES

La práctica industrial común es que los tanques horizontales estén sostenidos por dos monturas. Los diseños de soporte deben cumplir con los requisitos del Código ASME. Estas monturas deben diseñarse y espaciarse para evitar una tensión excesiva en la carcasa. Si las consideraciones sísmicas son una preocupación local, el diseño estructural del tanque, las boquillas, las monturas, los cimientos, las tuberías y los soportes asociados deben ser tales que se mantenga la ductilidad adecuada del sistema bajo fuerzas externas de diseño, evitando así fugas.

El diseño de los soportes debe minimizar la posibilidad de acumulación de humedad entre el tanque y las monturas. Deben tomarse medidas para permitir la contracción y expansión térmica del tanque. Deben proporcionarse restricciones adecuadas para minimizar el levantamiento y el movimiento lateral resultante de inundaciones, explosiones, terremotos, etc. Si se utilizan más de dos monturas, se debe prestar especial atención para evitar la desalineación, la expansión, el asentamiento diferencial y la acumulación de humedad.

Cuando el fallo de los elementos de pesaje o de las básculas instaladas bajo el depósito permita la caída del mismo, deberán preverse muelles de seguridad (apartado 5.6). Estos muelles de seguridad están diseñados para minimizar la caída del tanque a una fracción de pulgada. El diseño de los muelles de seguridad debe acomodar el movimiento normal del tanque durante las operaciones de transferencia del producto para no interferir con la función de las balanzas.

4.5 AISLAMICIÓN Y PINTURA

No se requiere la aislación térmica del tanque; sin embargo, puede ser útil para reducir los efectos de temperaturas ambientales extremadamente altas o bajas. Si se usa, el aislamiento del tanque debe ser resistente al cloro, resistente al fuego y debe proporcionar una barrera contra la humedad suficiente para evitar la corrosión debajo del aislamiento. Se debe utilizar un material aislante resistente al agua, como vidrio celular. Se pueden usar métodos de acceso diseñados que no comprometan la barrera contra la humedad del sistema para acomodar las pruebas de espesor o la inspección exterior. Para evitar la corrosión de la coraza, los tanques aislados deben tener un sistema de pintura exterior apropiado aplicado y mantenido debajo del aislamiento. El exterior del aislamiento debe sellarse e impermeabilizarse. Los tanques sin aislamiento deben tener un sistema de revestimiento de calidad aplicado para proteger el recipiente de la corrosión y mantenerse en buenas condiciones. La corrosión bajo aislamiento (CUI) es una preocupación seria para los recipientes de cloro debido al potencial de fallas y fugas. Un buen documento de referencia para diseñar y mantener recipientes de almacenamiento con potencial para CUI es API Practice 583 (11.5).

4.6 ABERTURAS DE TANQUE

En general, las aberturas deben estar en la parte superior del tanque y deben ser boquillas con bridas con una clasificación mínima de clase 300. El tamaño mínimo de la brida debe ser de una pulgada nominal. Las bridas deben ser de cara elevada o de estilo lengüeta y ranura. Deberán considerarse válvulas de cierre para todas las aberturas. Debe instalarse al menos una boca de acceso con un diámetro de 24 pulgadas (61 cm) para permitir las inspecciones internas. Se debe considerar la instalación de todas las boquillas en las bocas de acceso para limitar las penetraciones en las paredes del recipiente. En casos especiales, puede considerarse apropiado ubicar las boquillas del tanque en los lados o en el fondo del tanque de almacenamiento. En estas situaciones especiales, la posibilidad de que se produzcan derrames de cloro líquido debe tratarse durante el diseño y el funcionamiento del sistema. La utilización de dispositivos de protección para la boquilla específica en cuestión, las válvulas de cierre de funcionamiento remoto, las barreras de aislamiento de la zona de almacenamiento, los procedimientos de mantenimiento e inspección y los soportes especiales del tanque deben tenerse en cuenta si se van a utilizar aberturas en cualquier lugar que no sea la parte superior del tanque.

5 **ACCESORIOS DEL TANQUE**

5.1 DISPOSITIVOS DE ALIVIO DE PRESIÓN

5.1.1 Generalidades

Todos los tanques de almacenamiento dentro del alcance de este folleto deben estar protegidos contra sobrepresión de acuerdo con el Código. Para garantizar un funcionamiento continuo, todos los tanques de almacenamiento deben estar equipados con dos dispositivos de alivio. Cada uno de los dispositivos de alivio debe dimensionarse para proporcionar el requerimiento total de alivio. (Para tanques de almacenamiento atmosférico grandes, es posible que se requieran varios dispositivos de alivio para proporcionar un alivio adecuado). Las tuberías deben disponerse de modo que siempre haya uno de los dispositivos de alivio proporcionando protección para el tanque. Esto se puede lograr mediante el uso de una válvula de tres vías, un conjunto de válvulas unidas mecánicamente o sellos u otro dispositivo de bloqueo en las válvulas de aislamiento. Las válvulas instaladas entre el recipiente y los dispositivos de alivio de presión deberán tener un área de puerto que sea al menos igual al área de la boquilla de entrada del dispositivo de alivio.

La normativa local puede exigir que los dispositivos de alivio de presión estén certificados por la ASME. Véanse las recomendaciones sobre dispositivos de alivio contenidas en el folleto CI 6 (11.1). Si la entrada de la válvula de alivio seleccionada requiere protección mediante un montaje de pines de ruptura o un disco de ruptura, el espacio entre el pin o el disco y la válvula de alivio de presión deberá estar equipado con una indicación de presión o un dispositivo adecuado para indicar que el sello se mantiene. Esta disposición permite detectar el funcionamiento del pasador de rotura o la fuga del disco de ruptura.

Se debe considerar la posibilidad de recoger las descargas de los dispositivos de alivio.

- Algunas cuestiones relacionadas con la recogida son las siguientes:
 - Los dispositivos de alivio de presión no venteados a la atmósfera deben ser diseñados para asegurar que el sistema de venteo no impida el flujo de venteo.
 - Debe tenerse en cuenta el potencial de corrosión en el lado de descarga de los dispositivos de alivio de presión no venteados a la atmósfera.
 - La disposición de las tuberías de los dispositivos de descarga de presión y la posibilidad de descargas simultáneas en un único sistema de captación.
- Si las descargas no se captan, deben tomarse las medidas de seguridad adecuadas para minimizar la posibilidad de que un dispositivo de descarga de presión se ventee a la atmósfera. Dichas salvaguardias deben incluir:
 - evaluación de la probabilidad de que la presión se acerque al ajuste del dispositivo de descarga de presión.
 - Sistemas diseñados para evitar el sobrellenado y para controlar la presión.

- Un medio para reducir automáticamente la presión mediante un vaciado no atmosférico. atmosférico.

5.1.2 Capacidad de flujo

Para determinar la capacidad de caudal mínima requerida del dispositivo de alivio, se deben considerar varios factores en el diseño. Se debe considerar el escenario más conservador y técnicamente factible para el tanque al determinar los criterios de tamaño para la válvula. Los escenarios de dimensionamiento y los factores a considerar incluyen:

- índices de llenado volumétrico, incluido el llenado accidental creado por flujos inversos
- aislamiento del tanque
- proximidad del tanque a fuentes de fuego y efecto del fuego externo
- fuentes de calor internas y externas (por ejemplo, trazado, aislamiento)
- reacciones químicas
- requisitos de la compañía de seguros
- requisitos reglamentarios o específicos del emplazamiento
- expansión térmica del líquido
- reducción del flujo de salida del tanque
- cambio de composición

El diseño debe tener en cuenta todos los aspectos y utilizar las buenas prácticas de ingeniería para seleccionar un escenario para el adecuado cálculo de capacidad de flujo. En el caso de que no se pueda descartar razonablemente un incendio, se debe considerar el escenario de incendio. Para el escenario de dimensionamiento de incendios, se debe tener en cuenta lo siguiente:

Para el escenario de dimensionamiento de incendios, se han tomado de la CGA las siguientes fórmulas de caudal mínimo Folleto S-1.3, Part 3 (11.5)

- Tanque sin aislamiento

La capacidad de flujo mínima requerida del dispositivo o dispositivos de alivio de presión debe ser calculado mediante la fórmula:

$$Q_a = 0.3 G_u A^{0.82}$$

- Los símbolos de arriba se definen como sigue:

Q_a = capacidad de flujo requerida en pies cúbicos por minuto de aire en condiciones estándar (60°F (15,6°C) y una atmósfera)

G_u = factor de gas para el contenedor no aislado, véase más abajo

A = superficie exterior total del contenedor en pies cuadrados

El factor 0,3 o 30% de la fórmula anterior supone que el tanque de almacenamiento de cloro está convenientemente aislado de la posible intervención de un incendio o está equipado con un sistema adecuado de pulverización de agua o de extinción de incendios. o un sistema de extinción de incendios adecuado.

- Tanque aislado

Cuando se pueda demostrar que todo el sistema de aislamiento es eficaz a 648,9°C (1200°F), la capacidad de flujo mínima requerida del (de los) dispositivo(s) de alivio de presión debe calcularse mediante la fórmula:

$$Q_a = G_i U A^{0.82}$$

- Los símbolos de arriba se definen como sigue:

G_i = factor para el contenedor aislado, véase más abajo

A = superficie exterior total del contenedor (pies cuadrados)

U = conductancia térmica total del producto aislante del contenedor a 1200°F, Btu/hr-ft²-F.

conductancia térmica = conductividad térmica en Btu-in/hr-ft²-F dividida por espesor del aislamiento en pulgadas

- Valores de G_u y G_i

Para el cloro a la presión de diseño de 225 psig (1551 kPa), con una presión nominal de flujo correspondiente de la válvula de 270 psig (1862 kPa), el valor de G_i es 6,7 y el valor de G_u es 54,3 (*Tabla 1 de 11.5*).

Cuando se utilizan presiones nominales de flujo inferiores a 270 psig (1862 kPa), los valores de G_i y G_u están en el lado seguro y pueden utilizarse como se muestra o calcularse como se indica a continuación. Para presiones nominales más altas que las mostradas, los valores de G_i y G_u deben calcularse a partir de las siguientes fórmulas:

$$G_u = \frac{633,000}{LC} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

$$G_i = \frac{73.4(1200 - t)}{LC} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

- Los símbolos anteriores se definen como sigue:

L = calor latente en condiciones de flujo en Btu por libra

C = constante para el gas o vapor relacionada con la relación de calores específicos ($k = C_p/C_v$) a 60°F (15,6°C) y 14,7 psia (101,4 kPa) (Tabla 4 de 11.5)

Z = factor de compresibilidad en condiciones de flujo

T = temperatura en °R (Rankine) del gas a la presión en condiciones de flujo ($t + 460$)

M = peso molecular del gas

t = temperatura en °F del gas a la presión en condiciones de flujo

Cuando no se conoce el factor de compresibilidad "Z", 1.0 es un valor seguro de "Z" a utilizar.

Si no se conoce la constante del gas "C", un valor seguro de "C" es 315.

5.2 VÁLVULAS DE OPERACIÓN

Las válvulas deben ser adecuadas para el servicio de cloro en la combinación más severa de temperaturas y presiones previstas. Las válvulas montadas directamente en las boquillas de los tanques deben tener una construcción de cuerpo embridado con una clasificación mínima de clase 300 ANSI (véase el folleto CI 6 (11.1)).

5.3 DISPOSITIVOS DE CIERRE DE EMERGENCIA

Para evitar la pérdida del contenido en caso de rotura de la línea, debe considerarse la instalación de dispositivos de cierre de emergencia en las líneas de líquido.

5.4 MEDICIÓN DE INVENTARIO

El sobrellenado puede provocar una presión hidrostática excesiva y la consiguiente pérdida de cloro a través del dispositivo o dispositivos de descarga de presión. Deben proporcionarse medios fiables para determinar la cantidad de cloro en un depósito en todo momento. Se prefieren los dispositivos de medición del peso en cuatro puntos con indicación en una sala de control para este fin porque son fiables, no se ven afectados por los cambios de densidad y no requieren una abertura adicional en el tanque. Los dispositivos de medición de peso pueden ser exigidos por la normativa gubernamental. Si se utilizan dispositivos de indicación de nivel, se requiere redundancia para garantizar la fiabilidad. No deben utilizarse cristales de medición. Los dispositivos de inventario deben estar equipados con alarmas y debe haber procedimientos definidos sobre cómo responder.

5.5 MEDICIÓN DE PRESION

En cada tanque de almacenamiento debe instalarse un dispositivo de detección de la presión con indicación en la sala de control, que pueda aislarse del tanque mediante una válvula de cierre. La presión debe tener una alarma y debe haber procedimientos definidos sobre cómo responder.

5.6 TUBERIAS

Para las recomendaciones generales sobre tuberías, véase el folleto del CI 6 (11.1). Las tuberías desde los soportes estacionarios hasta los tanques de almacenamiento de cloro, deben estar diseñadas para proporcionar suficiente flexibilidad para permitir la operación efectiva de los dispositivos de pesaje y para evitar la ruptura de la tubería en caso de que el tanque caiga desde su soporte primario, hasta el muelle de seguridad mencionado en la Sección 4.4. Deberán tenerse en cuenta fuerzas como la dilatación térmica, el impacto, la sismicidad y la hidráulica.

6 **CONTENCIÓN DE DERRAMES**

6.1 DISEÑO

Todos los nuevos tanques estacionarios de almacenamiento de cloro, deben instalarse en una zona con diques. La zona con dique debe tener un suelo inclinado que desemboque en un sumidero. Deberán establecerse procedimientos específicos para vaciar el agua de lluvia de la zona del dique. La zona de dique, incluido el sumidero, debe estar diseñada para contener el contenido del 110% del tanque de almacenamiento más grande, pero el dique por sí solo no proporciona una contención total, debido a la alta presión de vapor del cloro. Deben desarrollarse procedimientos de emergencia para la eliminación o recuperación del cloro derramado.

En muchas de las instalaciones de tanques de almacenaje ya existentes, no se han previsto zonas con diques en base a los datos históricos que validan la fiabilidad de los tanques de almacenaje de cloro. Se debe considerar la posibilidad de reequipar estas instalaciones en base al análisis de riesgos y a la logística. Si la adaptación no es práctica, la mitigación de derrames debe abordarse en los planes de emergencia de la planta.

La gravedad de una fuga/derrame se disminuye reduciendo la presión del sistema. Es importante tener un lugar para ventilar la presión del gas del recipiente, como un sistema de lavado según el folleto CI 89 (11.1), proceso/usuario de cloro gaseoso o tanque de baja presión. Algunas operaciones tienen un tanque de baja presión para la transferencia de emergencia y la reducción de la presión de los recipientes.

6.2 HOUSEKEEPING

El área alrededor de los tanques de almacenamiento de cloro líquido y de las contenciones debe estar diseñada para que haya espacios libres de emergencia adecuados y un estado de limpieza y orden. El área debajo y alrededor de los tanques de almacenamiento debe mantenerse libre de desechos, otros materiales y vegetación.

6.3 RESPUESTA A LA EMERGENCIA

Los operadores de instalaciones de almacenamiento de cloro deben establecer un plan de emergencia para responder a un fallo del tanque de almacenamiento. Se hace referencia al folleto CI 64 (11.1).

7 **TRANSFERENCIA DE CLORO**

7.1 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE TRANSFERENCIA

La selección del método adecuado de transferencia de cloro líquido desde los tanques de almacenamiento debe tener en cuenta los aspectos de seguridad, proceso y medio ambiente durante las circunstancias normales, de puesta en marcha/parada y de emergencia. Una revisión de estas consideraciones suele determinar la selección final o la combinación de métodos de transferencia.

Además del método de trasvase primario, se debe considerar la instalación de un medio de reserva para eliminar el líquido, como una tubería de inmersión de repuesto.

PRECAUCIÓN: El vaciado de un tanque por vaporización del líquido a bajas temperaturas puede concentrar el NCl_3 a niveles peligrosos. Véase el folleto 152 del CI para más información (11.1).

7.2 METODOS DE TRANSFERENCIA

Los métodos generalmente implican uno o una combinación de los siguientes:

- uso de la presión del vapor de cloro en el tanque de almacenamiento para descargar el líquido a través de un tubo de inmersión
- rellenar el tanque de almacenamiento de cloro con un gas seco y comprimido (por ejemplo, aire, nitrógeno o cloro)
- transferencia del cloro líquido a un tanque separado; y a continuación, transferencia de nuevo mediante una bomba especialmente diseñada para el cloro líquido
- un caso especial de aspiración inferior o lateral a una bomba externa especialmente diseñada para el cloro líquido (apartado 4.6)
- utilización de una bomba de cloro líquido sumergida, especialmente diseñada, instalada en el interior (a través de la abertura superior) del depósito de almacenamiento de cloro líquido

7.3 TRANSFERENCIA UTILIZANDO LA PRESIÓN DE VAPOR

Para algunas aplicaciones, la presión de vapor del cloro líquido en un tanque de almacenamiento será suficiente para transferir el cloro líquido a través de una tubería de inmersión a los puntos de entrega.

En los meses de invierno puede surgir un problema con este método, causado por una presión de vapor insuficiente debido a la baja temperatura en las instalaciones situadas en el exterior (véase el folleto CI 1 (11.1)). Las ventajas de este método de transferencia son que los procesos que no toleran el aire o el nitrógeno no corren el riesgo de contaminarse y el vapor puede recuperarse como líquido o gas.

7.4 TRANSFERENCIA POR RELLENO CON OTROS GASES

El relleno con gas en los tanques de almacenamiento de cloro para extraer el cloro líquido a través de una tubería de inmersión es uno de los métodos de transferencia más utilizados. El gas utilizado debe ser seco, sin aceite y no reactivo con el cloro. Normalmente se utiliza aire seco comprimido, nitrógeno o cloro para este método. Hay que tener en cuenta la solubilidad del gas de presurización en el cloro y el flujo del gas de presurización a los procesos donde se consume el cloro.

El nitrógeno comprimido puede producirse a partir de una unidad de evaporación de nitrógeno líquido diseñada comercialmente. El aire se suele suministrar instalando un sistema de compresión y secado que proporcione un volumen adecuado a una presión superior a la del tanque de cloro. Debe considerarse un sistema de aire/nitrógeno separado e independiente para la presurización. Esto minimizará la posibilidad de que el cloro regrese a los sistemas de aire o nitrógeno (especialmente a los sistemas de aire para instrumentos).

Cuando los sistemas de presurización no son independientes, deben utilizarse sistemas automáticos de prevención de reflujo, válvulas de retención y alarmas de alta/baja presión para evitar el reflujo de cloro. Los materiales de construcción utilizados en el sistema de suministro de gas de transferencia, deben revisarse para evaluar su compatibilidad con el cloro. Se puede encontrar más información sobre los sistemas de gas de relleno en el folleto 66 de Cl (11.1).

El gas cloro se utiliza a veces en los tanques de almacenamiento con el gas de transferencia. El cloro gaseoso se suministra por recompresión de los vapores de cloro de otros tanques de almacenamiento, o por vaporización del cloro líquido. Cuando se utiliza la recompresión de gas cloro, hay que tener cuidado de que los gases de ventilación que puedan contener contaminantes (hidrógeno, humedad u orgánicos) no se acumulen en el sistema de almacenamiento. Se debe tener cuidado al especificar el sistema de compresión de cloro para este método. Debe tenerse en cuenta que la adición de vapor de cloro a un tanque que contiene cloro frío podría causar la condensación parcial del vapor. Deben tomarse precauciones adicionales para evitar el sobrellenado del tanque debido a la condensación del gas.

7.5 TRANSFERENCIA POR BOMBEO

Tanto si se opta por utilizar bombas verticales internas como externas, hay que tener en cuenta tener en cuenta lo siguiente:

- Los requisitos mínimos de caudal de la bomba se obtendrán mediante el reciclaje.
- La disponibilidad de NPSH (altura de aspiración neta positiva) debe superar los requisitos de NPSH para todas las condiciones de funcionamiento.
- El sistema de bombeo debe incluir alarmas de alto y bajo stock en el tanque de suministro y una alarma de baja presión en la descarga de la bomba.
- La bomba debe tener un enclavamiento para pararse en caso de bajo nivel de suministro o baja presión de descarga.
- Los materiales de construcción de la bomba deben ser compatibles con el cloro líquido seco a todas las temperaturas previstas.
- Si el NPSH se proporciona mediante subenfriamiento, los depósitos deben estar aislados.
- En una instalación de bomba sumergida, el gas de sellado debe ser seco, sin aceite e inerte con el cloro. Como mínimo, la cámara de sellado debe ser del tipo de doble empaquetado con una presión de gas de sellado de al menos 10 psig (69 kPa) por encima de la presión del tanque. Se debe considerar un sistema de gas de sellado de reserva en caso de que falle la fuente principal.
- Debe prestarse especial atención al conjunto de la bomba, su construcción y la posibilidad de que se obstruya.
- Deben preverse medios alternativos para vaciar el depósito para el mantenimiento rutinario o la parada de emergencia.

- Se debe considerar la posibilidad de instalar dispositivos de bloqueo para detener las bombas en caso de alta temperatura y/o vibración.
- En el caso de las bombas sin sello, se debe considerar cuidadosamente la selección de los cojinetes y el flujo interno. El cloro tiene unas propiedades de lubricación mínimas y no es deseable que se produzcan destellos internos en el sistema de refrigeración del conductor.
- Debe prestarse especial atención a la selección del material de construcción en los puntos potenciales de desgaste o donde puedan producirse temperaturas excesivas.
- Medios para aislar el espacio anular del eje en caso de que no se pueda mantener la estanqueidad.

8 PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO

8.1 PRUEBA HIDROSTÁTICA INICIAL E INSPECCIÓN VISUAL

Para las nuevas instalaciones, las pruebas deberán cumplir con los códigos nacionales y locales. Se requiere la prueba hidrostática del código. Se deben extraer las costras del recipiente, limpiarla, desengrasarla y secarla. En el sitio, el interior y el exterior del recipiente deben ser inspeccionados para asegurar que no se ha producido corrosión o daño físico durante el transporte. Se debe considerar la posibilidad de realizar pruebas de presión adicionales en el terreno según la experiencia del propietario. Deben seguirse los procedimientos de mantenimiento y secado de la sección 8.3.

8.2 INSPECCION Y DOCUMENTACION

El almacenamiento seguro del cloro requiere una inspección, documentación y mantenimiento sistemáticos para poder detectar y corregir los defectos antes de que puedan provocar una situación de emergencia. Además del cumplimiento de todos los requisitos aplicables de los gobiernos municipales, estatales o federales y de las compañías de seguros, se recomiendan como mínimo las prácticas de inspección y mantenimiento que se exponen a continuación.

Si los registros de funcionamiento indican que se ha producido alguna vez una alteración que podría haber permitido la entrada de humedad excesiva en el tanque, éste debe vaciarse y realizarse una inspección interna. El folleto 100 del Instituto del Cloro (11.1) contiene directrices para determinar los niveles de humedad excesivos.

8.2.1 Inspección Visual Exterior

El tanque debe someterse a una inspección visual exterior en busca de corrosión o signos de fugas cada dos años. Se debe prestar especial atención a las soldaduras de las boquillas(niples). Se sugiere extraer el aislamiento por puntos en las zonas vulnerables, como las boquillas y el fondo del tanque.

8.2.2 Inspección Externa en Servicio

El grosor de la pared del depósito debe comprobarse en las zonas designadas previamente y registrarse cada dos años.

8.2.3 Inspección Fuera de Servicio (parado)

A intervalos regulares, que no excedan de seis años, los tanques deben ser inspeccionados visualmente en su interior. Es necesario llevar un registro detallado, que puede incluir fotografías, de la inspección. La revisión y el análisis de los registros pueden determinar que se ajuste la frecuencia de las inspecciones. El grosor de las paredes deberá ser comprobado y registrado. El depósito será inspeccionado por un inspector de recipientes a presión certificado.

El interior del tanque deberá ser inspeccionado para detectar suciedad, corrosión, grietas o picaduras, especialmente en las soldaduras. Las irregularidades de la superficie se verán más claramente si se dirige el haz de luz de una linterna en paralelo a la superficie que se está inspeccionando. Si se encuentra que las picaduras o la corrosión se extienden más profundamente en la pared del tanque que lo permitido por la corrosión del tanque, se deben hacer reparaciones y evaluar antes de que el recipiente vuelva a estar en servicio.

La política de la empresa puede exigir una prueba hidrostática como parte de las inspecciones fuera de servicio.

8.3 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y DE PRUEBA

El propietario deberá preparar procedimientos detallados por escrito para todas las fases de limpieza, lavado, pruebas, reparaciones, secado y nueva puesta en servicio del tanque. Las siguientes secciones están diseñadas como ayuda para preparar esos procedimientos. El propietario también debe conocer y seguir la normativa gubernamental aplicable en materia de seguridad de los trabajadores y medio ambiente. de los trabajadores y del medio ambiente.

8.3.1 Preparación para el lavado con agua o la prueba hidrostática

Todo el cloro líquido debe ser transferido del tanque al proceso o a otro almacenamiento adecuado. Instalar una purga de gas seco en el tanque a través de una de las conexiones de las tuberías, y permitir que el gas efluente pase a un sistema de absorción o recuperación de gases residuales. Conecte la corriente de purga y el venteo a una configuración adecuada para permitir el barrido de todo el depósito. Como alternativa, se puede utilizar un ciclo de presión. El procedimiento debe garantizar que todas las tuberías y válvulas de conexión que se incluirán en el mantenimiento también se limpien. Periódicamente, monitoree la corriente de venteo para comprobar cuándo está libre de cloro. Cierre la purga de gas y deje que el tanque alcance la presión atmosférica.

Si el depósito está montado sobre un dispositivo de pesaje, será conveniente calibrar el dispositivo mientras el depósito está completamente vacío.

Deben desarrollarse y aplicarse procedimientos de seguridad adecuados antes de desconectar tuberías o instrumentos que tengan o puedan contener cloro. Véase el apartado 8.3.3 para las directrices de entrada en el depósito.

Si el recipiente va a ser sometido a pruebas hidrostáticas, extraer la purga de gas y conectar una línea de agua a una o más aberturas del tanque. Conecte una línea de desbordamiento temporal en la parte superior del recipiente. La línea de desbordamiento debe incluir una válvula. Dirija la línea de desbordamiento temporal a un proceso de neutralización de residuos. Puede ser necesario disponer de una solución cáustica, contenedores y equipo de prueba para neutralizar adecuadamente el efluente líquido para su eliminación. El desbordamiento temporal debe conectarse al proceso de neutralización para que el gas que es desplazado por el agua sea lavado de cualquier cloro residual. Si el recipiente está equipado con una boquilla de fondo, conecte una válvula y una línea temporal desde esta abertura también y diríjala al proceso de neutralización de residuos.

Debe instalarse un manómetro calibrado adecuado para la prueba. Todas las demás tuberías e instrumentos deben extraerse del recipiente e instalarse bridas ciegas. Las tuberías, válvulas e instrumentos que se extraigan del recipiente deben protegerse de la atmósfera para que no absorban humedad.

Llene el depósito con agua lo más rápidamente posible. No interrumpa el proceso de llenado ni deje el tanque parcialmente lleno, ya que se producirá una corrosión selectiva en la interfaz del líquido. Deje que el agua rebose durante un tiempo en el proceso de neutralización para asegurarse de que todo el gas sale del recipiente y que el efluente del agua está libre de cloro. Si el recipiente está extremadamente sucio y se sospecha que tiene residuos, puede ser ventajoso inducir una solución cáustica débil en la inyección de agua que va al tanque.

Si el tanque va a ser lavado, pero no sometido a pruebas hidrostáticas, es posible utilizar corta flujos deslizantes en lugar de extraer las tuberías y la instrumentación.

Esto suele requerir menos mano de obra y es menos probable que las tuberías y las válvulas queden expuestas a la atmósfera.

8.3.2 Procedimiento para el Test Hidrostático

Cuando el recipiente esté lleno de agua y sin gas, cierre el flujo de agua al recipiente y cierre la válvula de la línea de rebose. Desconecte la línea de agua e instale una bomba de prueba. Aplique la presión hidrostática a la máxima presión de trabajo permitida estampada en el tanque. En ciertas situaciones, según lo requiera la política de la empresa o los códigos de reparación, se puede aplicar 1,5 veces la presión de trabajo máxima permitida. Cierre todas las válvulas y deje que el tanque se pare. La caída de presión indicada en el manómetro debe ser insignificante después de 30 minutos, ya que cualquier caída de presión significativa indicaría la debilidad del tanque o la presencia de fugas.

Si el depósito está montado en un dispositivo de pesaje, será conveniente calibrar el dispositivo mientras el depósito está lleno de agua.

8.3.3 Entrada al Recipiente

En ocasiones puede ser necesario entrar en el depósito para realizar una inspección o un mantenimiento. Hay que extremar las precauciones. Debe desarrollarse un procedimiento de entrada al depósito de acuerdo con la última revisión de los requisitos de la OSHA para la entrada en espacios confinados. para la entrada en espacios confinados.

8.3.4 Reparaciones

Las reparaciones de las soldaduras se harán según las directrices y requisitos presentados en los códigos de reparación reconocidos a nivel nacional y las ordenanzas locales (por ejemplo, el Código de Inspección de la Junta Nacional (11.3.1) y el API-510 (11.3.2)). Puede ser necesaria una prueba hidrostática para cumplir con las reparaciones del código o la política de la empresa. Las reparaciones deben estar bien documentadas. Debe realizarse una investigación de seguimiento para determinar la necesidad de la reparación y los ajustes operativos o físicos realizados para minimizar la necesidad de futuras reparaciones. Si se ha extraído la aislación, no vuelva a instalarla hasta que se haya inspeccionado el recipiente y se haya comprobado que no hay fugas.

8.3.5 Secado

Antes de que el recipiente pueda volver al servicio normal con cloro, debe secarse completamente. Debe buscarse un medio para asegurar que toda el agua acumulada o estancada sea extraída del tanque. Se debe utilizar un gas de purga seco para el secado. El gas debe tener un punto de rocío de -40°F (-40°C) o menos al salir del tanque, medido a la presión de operación. Para lograr el punto de rocío de salida deseado, el gas de purga seco de entrada debe ser inferior a -40°F (-40°C). Para que el gas de secado seque adecuadamente todo el interior del tanque, el gas debe barrer toda la superficie del tanque, incluyendo las boquillas. Como alternativa, se puede utilizar un ciclo de presión despresurización. Debe desarrollarse un medio para garantizar que todas las boquillas se sequen adecuadamente. Hay diferentes métodos para hacerlo. Un método consiste en instalar conexiones de acoplamiento en las bridas ciegas utilizadas en las boquillas. Se puede instalar temporalmente una válvula de purga en el acoplamiento para permitir el paso del gas de purga. Como alternativa, se puede instalar una junta dividida entre la boquilla del depósito y la brida. Se puede hacer una junta dividida con un producto barato cortando una parte de la junta para que haya un camino de fuga a través de la cara de la brida. Calentar el gas de purga ayudará considerablemente en el proceso de secado. La temperatura debe limitarse en base al equipo y al tipo de aislamiento, pero 200°F (93°C) es normalmente una temperatura aceptable. El flujo de gas de purga debe iniciarse con velocidades altas para barrer la humedad del tanque y luego reducirse justo antes de la medición del punto de rocío. El recipiente debe secarse hasta que las corrientes de gas que salen de todos los puntos de venteo tengan un punto de rocío dentro de los 2°F (1°C) del punto de rocío del gas de purga entrante. Las velocidades del

gas de purga deben haber estado en el mínimo de dos o más horas cuando se tome el punto de rocío.

Después de secar el tanque, será ventajoso dejar una pequeña purga de aire seco en el recipiente mientras se extraen las placas ciegas o figuras de bloqueo deslizantes y se reinstalan las tuberías con nuevas juntas. Esta purga evitará que el aire atmosférico húmedo vuelva a entrar en el recipiente. Esto debe hacerse con aire seco. Instale todos los accesorios probados e inspeccionados y vuelva a conectar la tubería. Será necesario volver a secar el recipiente cuando se haya instalado la tubería final. Si se ha extraído el aislamiento en las conexiones de las tuberías, del tanque o de los instrumentos, no vuelva a instalar el aislamiento hasta que el recipiente y las tuberías hayan sido sometidos a una prueba de estanqueidad.

8.4 PREPARACIÓN PARA EL SERVICIO

Después del secado final, utilizando aire seco o nitrógeno, aumente la presión del ancla hasta la presión de funcionamiento o 100 psig (689,5 kPa), lo que sea menor. Compruebe todas las conexiones con una solución de agua y jabón para ver si hay fugas. Despresurice el recipiente y luego introduzca gas de cloro para lograr una mezcla de cloro y aire. Compruebe todas las conexiones con una solución de agua amoniacal para ver si hay fugas. Todos los tanques, tuberías, válvulas e instrumentos deben ser revisados para detectar fugas. Véase el folleto del CI 6 para los detalles del procedimiento de comprobación de fugas (11.1). Si es posible, deje el depósito sin aislar hasta que esté completamente en servicio para poder realizar una comprobación de fugas adicional. El aislamiento sólo debe instalarse en este momento si las instalaciones desnudas se congelan debido a las condiciones de funcionamiento o a las temperaturas ambientales extremas. El recipiente está ahora listo para ser puesto en servicio. A medida que el recipiente se pone en servicio, continúe realizando comprobaciones de fugas hasta que el recipiente alcance su presión y temperatura de funcionamiento normales. y temperaturas normales.

9 **INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LOS ACCESORIOS**

9.1 DISPOSITIVO DE ALIVIO DE PRESIÓN

Todos los dispositivos de alivio de presión deben ser inspeccionados, limpiados y probados a intervalos regulares, de acuerdo con un programa de mantenimiento establecido. La frecuencia de estos procedimientos depende de varios factores, pero el objetivo principal es la seguridad. Inmediatamente después de extraerlo del tanque, cada dispositivo de alivio de presión debe ser probado para comprobar la estanqueidad del vapor y la presión de ajuste. Esto debe hacerse antes de que el dispositivo sea limpiado, desmontado o reelaborado. Si el dispositivo de descarga de presión no se somete a una prueba adecuada, deberá realizarse

una investigación detallada. La investigación debe incluir el diseño de la válvula, la calibración, las prácticas de mantenimiento y la frecuencia de inspección.

El proveedor de la válvula de alivio de presión debe ser consultado cuando sea necesario para asegurar que los procedimientos de mantenimiento se mantengan actualizados.

9.2 VÁLVULAS Y TUBERÍAS INTERNAS

Las tuberías internas deben examinarse durante la inspección programada del tanque (Sección 8.2). Este podría ser un momento conveniente para inspeccionar otras tuberías y válvulas del sistema del tanque, siempre que se tenga precaución para evitar que la humedad entre en otras secciones del sistema.

9.3 EQUIPOS DE MEDICIÓN DE INVENTARIO

Es muy importante garantizar la precisión continua de los dispositivos de medición de inventario. Todos los dispositivos, incluidos los redundantes, deben ser revisados siguiendo estrictamente la normativa aplicable, los procedimientos del propietario y las recomendaciones del fabricante.

9.4 SISTEMAS CRITICOS

Todos los instrumentos críticos, las alarmas y los dispositivos de seguridad deben formar parte de un programa de pruebas de fiabilidad. Un programa de pruebas de fiabilidad requiere una inspección periódica para garantizar que todos los dispositivos críticos funcionen cuando sea necesario e identificar los componentes que ya no funcionan. La frecuencia de la inspección depende de muchos factores. La premisa básica es que la frecuencia de inspección sea superior a la frecuencia de fallo esperada del dispositivo. El aumento de la fiabilidad de los sistemas se consigue mediante la revisión de los registros de pruebas para mejorar los dispositivos (diseño, productos, etc.) y ajustar el calendario de frecuencias.

10 **ALMACENAMIENTO REFRIGERADO DE CLORO LIQUIDO**

10.1 ELIGIENDO EL ALMACENAMIENTO REFRIGERADO

Los sistemas de almacenamiento refrigerado no se utilizan habitualmente en América del Norte debido a su complejidad y gasto. Estos sistemas sólo deberían ser considerados por los grandes productores de cloro con la experiencia y los recursos necesarios para mantenerlos y operarlos.

Algunas de las razones por las que un productor de cloro puede elegir el almacenamiento refrigerado son:

Se pueden utilizar tanques de almacenamiento esféricos mucho más grandes debido al diseño del tanque.

La presión de vapor del cloro refrigerado se reduce. Esto limita el flasheo inicial del cloro en caso de que el recipiente falle catastróficamente.

Los requisitos de ventilación se reducen significativamente debido a las presiones más bajas.

10.2 DIFERENCIAS ENTRE TANQUES REFRIGERADO Y NO RIGERADOS

A continuación, se enumeran algunas de las principales diferencias de diseño entre los sistemas de almacenamiento refrigerado y los sistemas de almacenamiento no refrigerado. Esta lista no contiene todas las diferencias posibles y sólo pretende ayudar al usuario en las consideraciones iniciales de diseño.

Debido a la disminución de las presiones de vapor de cloro a temperaturas reducidas, el cloro se mantiene normalmente cerca de la presión atmosférica. Esto permite reducir la presión de diseño de los recipientes.

Para mantener el cloro cerca de la presión atmosférica, es necesario controlar la presión y/o la temperatura. Deben instalarse sistemas independientes para controlar y/o aliviar la presión para contener el cloro.

Debido a la disminución de las presiones, normalmente no se puede utilizar la presurización con otro gas para transferir el cloro. Debido a los límites de NPSH, a veces se utilizan válvulas de salida de fondo para permitir el bombeo. Se pueden utilizar bombas verticales, pero resultan poco prácticas en las esferas de almacenamiento grandes debido a los requisitos de eje largo.

Debido a la disminución de la temperatura en el almacenamiento refrigerado, el requisito de volumen para el cloro líquido disminuye. El volumen del tanque de cloro deberá ser de al menos 168,7 galones americanos (638,6 litros) por cada tonelada de cloro almacenada. (Utilizando esta pauta, un tanque que esté equipado con un dispositivo de alivio ajustado a 172,4 kPa (25 psig) y que se deje calentar hasta una temperatura de 9,4°C (15°F) no se aliviará y sólo estará lleno de líquido en un 95% aproximadamente). Los tanques nunca deben llenarse por encima de su tonelaje nominal.

Al dimensionar los dispositivos de alivio, deben considerarse versiones modificadas de las ecuaciones del apartado 5.1.2 que tienen en cuenta el hecho de que los grandes tanques de almacenamiento no pueden quedar completamente envueltos en un incendio.

Al diseñar los sistemas de refrigeración, deben tenerse en cuenta las reacciones entre el cloro y los refrigerantes. El diseño del equipo y las operaciones del proceso deben minimizar la posibilidad de que se produzcan eventos catastróficos.

Cuando se utilicen recipientes de doble pared, debe vigilarse y mantenerse el espacio entre las paredes para evitar la corrosión y las fugas.

El material de construcción de los recipientes es acero de baja temperatura.

Se requiere recubrimiento y una aislación adecuados.

11 REFERENCIAS

En el folleto 5 del CI se hace referencia específicamente a las siguientes publicaciones. Las últimas ediciones de las publicaciones del CI pueden obtenerse en <http://www.chlorineinstitute.org>

11.1 REFERENCIAS DEL INSTITUTO DEL CLORO

<u>Folleto/ Dibujo #</u>	<u>Título</u>
1	<i>Chlorine Basics</i> , ed. 8; Pamphlet 1; The Chlorine Institute: Arlington, VA, 2014 . <i>Cloro Básico</i> , ed. 8 Folleto 1; Instituto del Cloro: Arlington, VA, 2014
6	<i>Piping Systems for Dry Chlorine</i> , ed. 16; Pamphlet 6; The Chlorine Institute: Arlington, VA, 2013 . <i>Sistema de Tuberías para Cloro Seco</i> , ed. 8; Folleto 6, Instituto del Cloro: Arlington, VA, 2013
49	<i>Recommended Practices for Handling Chlorine Bulk Highway Transports</i> , ed. 9; Pamphlet 49; The Chlorine Institute: Arlington, VA 2009 . <i>Prácticas Recomendadas para la Manipulación del Cloro a Granel en el Transporte por Carretera</i> , ed. 9; Folleto 49; Instituto del Cloro: Arlington, VA 2009
64	<i>Emergency Response Plans for Chlor-Alkali, Sodium Hypochlorite, and Hydrogen Chloride Facilities</i> , ed. 7; Pamphlet 64; The Chlorine Institute: Arlington, VA, 2014. <i>Planes de Respuesta a Emergencias para Instalaciones de Cloro-álcali, Hipoclorito de Sodio y Cloruro de Hidrógeno</i> , ed. 7; Folleto 64; Instituto del Cloro: Arlington, VA 2009
66	<i>Recommended Practices for Handling Chlorine Tank Cars</i> , ed. 5; Pamphlet 66; The Chlorine Institute: Arlington, VA 2015 . <i>Prácticas Recomendadas para el Manejo del Cloro en Camiones Cisternas</i> , ed. 5; Folleto 66; Instituto del Cloro: Arlington, VA 2015

-
- 89 *Chlorine Scrubbing Systems*, ed. 4; Pamphlet 89; The Chlorine Institute: Arlington, VA **2016**.
Sistemas de Lavado del Cloro, ed. 4; Folleto 89; Instituto del Cloro: Arlington, VA **2016**
- 100 *Dry Chlorine: Behaviors of Moisture in Chlorine and Analytical Issues*, ed. 4; Pamphlet 100; The Chlorine Institute: Arlington, VA **2011**.
Cloro Seco: Comportamiento de la humedad en el cloro y cuestiones analíticas, ed. 4; Folleto 100; Instituto del Cloro: Arlington, VA **2011**.
- 152 *Safe Handling of Chlorine Containing Nitrogen Trichloride*, ed. 3; Pamphlet 152; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2011**.
Manipulación segura del cloro que contiene tricloruro de nitrógeno, ed. 3; Folleto 152; Instituto del Cloro: Arlington, VA, **2011**.

11.2 CODIGOS ASME

- 11.2.1 Nondestructive Examination, Section V, ASME Boiler and Pressure Vessel Code; ANSI/ASME BPV-V; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 2015
Examen no destructivo, Sección V, Código ASME de calderas y recipientes a presión; ANSI/ASME BPV-V; The American Society of Mechanical Engineers: Nueva York, NY, 2015
- 11.2.2 Rules for Construction of Pressure Vessels, Section VIII - Division 1, ASME Boiler and Pressure Vessel Code; ANSI/ASME BPV-VIII-I; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 2015.
Reglas para la construcción de recipientes a presión, Sección VIII - División 1, Código ASME de calderas y recipientes a presión; ANSI/ASME BPV-VIII-I; The American Society of Mechanical Engineers: Nueva York, NY, 2015.

- 11.2.3 Welding and Brazing Qualifications, Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code; ANSI/ASME BPV-IX; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 2015.
Calificación de soldaduras, Sección IX, ASME Código de calderas y recipientes a presión; ANSI/ASME BPV-IX; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 2015.
- 11.2.4 Process Piping; ASME B31.3; an ANSI standard, The American Society of Mechanical Engineers: Nueva York, NY, 2014.
Tuberías de Proceso; ASME B31.3; an ANSI standard, The American Society of Mechanical Engineers: Nueva York, NY, 2014.

11.3 OTROS CÓDIGOS

- 11.3.1 National Board Inspection Code (NBIC), Manual for Boiler and Pressure Vessel Inspectors; ANSI/NB-23; National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors: Columbus, OH, 2012.
Código de Inspección de la Junta Nacional (NBIC), Manual para Inspectores de Calderas y Recipientes a Presión; ANSI/NB-23; Junta Nacional de Inspectores de Calderas y Recipientes a Presión: Columbus, OH, 2012.
- 11.3.2 Pressure Vessel Inspection Code: In-Service Inspection, Rating, Repair and Alteration; API 510; American Petroleum Institute: Washington, DC, 2014.
Código para Inspección de Tanques a Presión: Inspección en Servicio, Reparaciones y Alteraciones; API 510; American Petroleum Institute: Washington, DC, 2014

11.4 OTRAS PUBLICACIONES DEL INSTITUTO DEL CLORO

<u>Folleto #</u>	<u>Título</u>
73	Atmospheric Monitoring Equipment for Chlorine, ed. 8; Pamphlet 73; The Chlorine Institute: Arlington, VA, 2016 . <i>Equipo de control atmosférico del cloro, ed. 8; folleto 73; The Chlorine Institute: Arlington, VA, 2016.</i>
74	Guidance on Estimating the Area Affected by a Chlorine Release, ed. 6; Pamphlet 74; The Chlorine Institute: Arlington, VA, 2015 . <i>Guía para estimar el área afectada por una fuga de cloro, ed. 6; Pamphlet 74; The Chlorine Institute: Arlington, VA, 2015.</i>
86	Recommendations to Chlor-Alkali Manufacturing Facilities for the Prevention of Chlorine Releases, ed. 6; Pamphlet 86; The Chlorine Institute: Arlington, VA, 2016 . <i>Recomendaciones a las instalaciones de fabricación de cloro-álcali para la prevención de escapes de cloro, ed. 6; Pamphlet 86; The Chlorine Institute: Arlington, VA, 2016.</i>

11.5 OTRAS PUBLICACIONES

- Pressure Relief Device Standards - Part 3 -Stationary Storage Containers for Compressed Gases; Pamphlet CGA S-1.3; Compressed Gas Association: Arlington, VA, **2008**.

Normas sobre dispositivos de alivio de presión - Parte 3 - Contenedores de almacenamiento estacionario para gases comprimidos; folleto CGA S-1.3; Asociación de Gases Comprimidos: Arlington, VA, 2008.

- Corrosion Under Insulation and Fireproofing, First Edition; API Recommended Practice 583; American Petroleum Institute: Washington, DC, **2014**.

Corrosion Under Insulation and Fireproofing, First Edition; API Recommended Practice 583; American Petroleum Institute: Washington, DC, 2014.

APÉNDICE A - CHECKLIST DEL FOLLETO 5

Esta lista de comprobación (checklist) está diseñada para hacer hincapié en los temas principales para alguien que ya ha leído y comprendido el folleto. Tomar las recomendaciones de esta lista sin entender los temas relacionados puede llevar a conclusiones inapropiadas.

Marque con una tilde (✓) la casilla correspondiente:

Si	No	N/A		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Se minimiza el inventario de cloro y se reduce la complejidad del sistema	{2}
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Almacenamiento ubicado en un área separada, protegida y claramente definida a la que pueda acceder el personal de personal de emergencia.	{3}
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Los volúmenes de los tanques son lo suficientemente grandes como para permitir la expansión del líquido.	{4.1.1}
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. La presión de diseño del tanque es al menos el 120% de la presión de funcionamiento máxima prevista y no inferior a 225 psig (1551 kPa).	{4.1.2}
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. El tanque está diseñado, construido, inspeccionado, probado y marcado de acuerdo con las secciones UW y UCS del Código	{4.2.1}
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Los materiales de los depósitos son adecuados para las temperaturas previstas	{4.2.3}
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. El espesor del tanque incluye al menos un margen de corrosión de 1/8 de pulgada por corrosión.	{4.2.3}
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. La corrosión exterior ha sido tratada con un sistema de revestimiento adecuado.	{4.3}

-
- | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|-------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 9. Los soportes son adecuados para la expansión térmica, las fuerzas externas y las condiciones sísmicas locales. | {4.4} |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 10. El tanque está protegido contra la sobrepresión con dispositivos dobles de alivio dimensionados para el escenario más conservador y técnicamente factible. técnicamente posible. | {5.1} |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 11. Las descargas de los venteos de los dispositivos de alivio están debidamente protegidas. Se ha prestado la debida atención a la captación de las purgas de los dispositivos de socorro. | {5.1} |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 12. El stock del tanque puede ser medido para evitar el sobrellenado. | {5.4} |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 13. Los procedimientos de emergencia y la contención de derrames se han formulado para para reducir el impacto del cloro derramado. | {6} |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 14. Se han seleccionado los métodos de transferencia adecuados seleccionados. | {7} |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 15. Se ha reconocido el potencial de la concentración de NCl_3 | {7} |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 16. Existe un procedimiento para mantener adecuadamente el sistema y para documentar y corregir los defectos antes de que puedan provocar una situación de emergencia. | {8} |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 17. El tanque ha sido limpiado, secado y preparado para recibir cloro | {8} |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 18. Los dispositivos de alivio de presión se inspeccionan, limpian y se comprueban a intervalos regulares. | {9} |

-
19. Para el almacenamiento de cloro líquido refrigerado, el personal que diseña, instala y mantiene el sistema comprende las complejidades y diferencias con respecto al almacenamiento presurizado. {10.1}
20. Para el almacenamiento de cloro líquido refrigerado, existen controles para mantener la temperatura/presión del sistema y sistemas de respaldo en caso de fallas del sistema de refrigeración principal o del control. {10.2}

RECORDATORIO:

Los usuarios de esta lista de comprobación deben documentar las excepciones a las recomendaciones contenidas en este folleto.