

ITC MIE-APQ-4: «Almacenamiento de amoníaco anhidro»

REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. BOE núm. 112 de 10 de mayo de 2001

| |
|--|
| Departamento emisor: Ministerio de Ciencia y Tecnología. |
|--|

ÍNDICE

Capítulo I. Generalidades

Artículo 1. Objeto.

Artículo 2. Campo de aplicación.

Artículo 3. Definiciones.

Artículo 4. Tipos de almacenamiento.

Artículo 5. Inscripción.

Capítulo II. Emplazamiento y distancias

Artículo 6. Emplazamiento.

Artículo 7. Distancias.

Capítulo III Obra civil

Artículo 8. Cimentaciones.

Artículo 9. Cubetos.

Capítulo IV. Diseño, construcción, inspecciones y pruebas

Artículo 10. General.

Artículo 11. Diseño.

Artículo 12. Construcción.

Artículo 13. Inspecciones y pruebas.

Capítulo V. Medidas de seguridad

Artículo 14. Instalaciones de seguridad.

Artículo 15. Equipo de protección personal.

Artículo 16. Formación del personal.

Artículo 17. Plan de revisiones.

Artículo 18. Plan de emergencia.

Apéndice 1. Propiedades del amoníaco

Apéndice 2. Relación de normas UNE citadas

CAPÍTULO I. Generalidades

Artículo 1. Objeto.

La presente instrucción técnica complementaria establece las prescripciones a las que se ajustarán los almacenamientos de amoníaco anhidro.

Artículo 2. Campo de aplicación.

Esta instrucción técnica complementaria es de aplicación a los almacenamientos de amoníaco anhidro, con excepción de los siguientes:

1. Los integrados en procesos de fabricación.
2. Las cisternas de transporte y, en general, los almacenamientos en envases móviles.
3. Las grandes tuberías para transporte (amonoductos).

Artículo 3. Definiciones.

1. **Almacenamiento.**-Es el conjunto de recintos y recipientes de todo tipo que contengan o puedan contener amoníaco anhidro, incluyendo los recipientes propiamente dichos, sus cubetos de retención, las calles intermedias de circulación y separación, las tuberías de conexión y las zonas e instalaciones de carga, descarga y trasiego anejas y otras instalaciones necesarias para el almacenamiento, siempre que sean exclusivas del mismo.
2. **Amoníaco anhidro.**-Gas licuado de contenido en amoníaco superior a 99,5 por 100 en peso.
3. **Cubeto.**-Cavidad capaz de retener los productos contenidos en los elementos de almacenamiento en caso de vertido o fuga de los mismos.
4. **Recipiente.**-Toda cavidad con capacidad de almacenamiento. A efectos de esta ITC, las tuberías no se consideran como recipientes.
5. **Recipiente a presión.**-Recipiente diseñado para soportar una presión interna manométrica superior a 0,5 bar.

6. **Tanque.**-Recipiente cerrado diseñado para soportar una presión interna manométrica no superior a 0,5 bar, generalmente de forma cilíndrica de eje vertical.

Artículo 4. Tipos de almacenamiento.

1. **Almacenamiento refrigerado.**-Es aquél en el cual la temperatura del amoníaco anhidro es aproximadamente menos 33 °C, con presión prácticamente igual a la atmosférica.
2. **Almacenamiento semirrefrigerado.**-Es aquél en el cual la temperatura del amoníaco es sensiblemente superior a menos 33 °C, pero inferior a la temperatura ambiente, con presión superior a la atmosférica.
3. **Almacenamiento no refrigerado.**-Es aquél en el cual la temperatura máxima que puede alcanzar el amoníaco anhidro es igual a la máxima temperatura ambiente, con presión muy superior a la atmosférica.

Artículo 5. Inscripción.

El proyecto de la instalación de almacenamiento de amoníaco anhidro en edificios o establecimientos no industriales se desarrollará, bien como parte del proyecto

general del edificio o establecimiento, o bien en un proyecto específico. En este último caso será redactado y firmado por técnico titulado competente que, cuando fuera distinto del autor del proyecto general, deberá actuar coordinadamente con éste y ateniéndose a los aspectos básicos de la instalación reflejados en el proyecto general del edificio o establecimiento.

El proyecto a que hace referencia el Reglamento de almacenamiento de productos químicos estará compuesto por los documentos siguientes:

1. Memoria técnica en la que consten, al menos, los siguientes apartados:
 - a. Almacenamiento y recipientes, describiendo sus capacidades, dimensiones y demás características, productos almacenados, presiones y temperaturas, tanto de servicio como máximas previstas, así como la norma o código de diseño utilizado.
 - b. Sistemas, equipos y medios de protección contra incendios, definiendo las normas de dimensionado que sean de aplicación en cada caso y efectuando los cálculos o determinaciones en ellas exigidas.
 - c. Otros elementos de seguridad, describiendo sus características y, en su caso, protecciones de los materiales contra la corrosión y/u otros efectos peligrosos.
 - d. Elementos de trasiego, sus características y dimensionado.
 - e. Aspectos geográficos y topográficos del entorno, con especial incidencia en aquellos accidentes naturales que puedan presentar riesgo de desprendimiento de tierras o arrastre de las aguas; se indicarán las medidas de protección previstas en tales casos.
 - f. Justificación del cumplimiento de esta Instrucción Técnica Complementaria o de las medidas sustitutorias previstas.

2. Planos, que incluirán, al menos, los siguientes:
 - a. Mapa geográfico (preferentemente escalas 1:25.000 ó 1:50.000), en el que se señalarán el almacenamiento y las vías de comunicación, núcleos urbanos y accidentes topográficos relevantes existentes dentro de un círculo de 10 km de radio con centro en dicho almacenamiento.
 - b. Plano general del conjunto, en el que se indicarán las distancias reglamentarias de seguridad.
 - c. Planos de las instalaciones en los que se señalen el trazado de la red contra incendios y la situación de todos los equipos fijos de lucha contra incendios y los sistemas de alarma, así como de otras instalaciones de seguridad.
 - d. Planos de detalle de cada tipo de recipiente y de todos los sistemas de seguridad anejos al mismo.
3. Presupuesto.
4. Instrucciones para el uso, conservación y seguridad de la instalación, en lo que respecta a las personas, los bienes y el medio ambiente.

Junto con el certificado final de obra, se presentará certificado de construcción de los recipientes extendido por el fabricante.

CAPÍTULO II. Emplazamiento y distancias

Artículo 6. Emplazamiento.

Si el almacenamiento está próximo a instalaciones con riesgo de explosión, se estudiarán las medidas necesarias para evitar que pueda verse afectado por cualquier impacto.

Se tendrá en cuenta la proximidad a vías de comunicación pública, construyéndose, en caso necesario, barreras de protección adecuadas para caso de salida de vehículos de la calzada o de la vía.

Los almacenamientos se situarán al aire libre y no en el interior de edificios. Los servicios móviles de seguridad deberán poder acceder al almacenamiento desde dos puntos opuestos, preferentemente según la dirección de los vientos predominantes. Habrá acceso y espacio suficiente para circulación y maniobra de la maquinaria de mantenimiento.

El área del almacenamiento y alrededores deben estar libre de materiales combustibles, tales como residuos, grasas o maleza.

Artículo 7. Distancias.

En el cuadro II-1 se señalan las distancias mínimas exigidas entre tanques o depósitos de amoníaco anhidro y los diferentes lugares e instalaciones que se indican. La distancia se medirá, en línea recta, entre los puntos más próximos de lugar o instalación considerada y la proyección vertical sobre el terreno del tanque o depósito más cercano.

Cualquier reducción de las distancias mínimas del cuadro II-1 requerirá la adopción de medidas de seguridad adicionales a las exigidas por esta Instrucción Técnica Complementaria. Dichas medidas adicionales deberán ser justificadas en el proyecto.

CUADRO II-1

Distancias mínimas a tanques o depósitos de amoníaco anhidro

Vía de comunicación pública de circulación rápida: 20 metros.

Vía de comunicación pública de tráfico denso y con posibilidad de retenciones: 75 metros.

Lugar de concentración de personal de la propia factoría (edificio administrativo, comedor, vestuario): 50 metros.

Lugar de concentración del personal de establecimiento industrial ajeno a la propia factoría: 100 metros.

Agrupamiento de viviendas: 200 metros.

Local de pública concurrencia: 500 metros.

Tanque o depósito de producto inflamable de las clases A o B, según MIE-APQ-1, de capacidad superior a 100 m³: Diámetro del tanque o depósito de producto inflamable (mínimo 25 metros).

Tanque de producto combustible de la clase C, según MIE-APQ-1, de capacidad superior a 100 m³: Radio del tanque de producto combustible (mínimo 10 metros).

Nota: Para el resto de distancias se aplicarán las establecidas en la ITC-MIE APQ-1, considerando al amoníaco como producto de clase D.

CAPÍTULO III. Obra civil

Artículo 8. Cimentaciones.

1. Condiciones del terreno:

- a. Antes de definir el emplazamiento exacto de tanques y depósitos se determinarán la naturaleza y características previsibles del terreno.
- b. La cimentación de depósitos esféricos y tanques requerirá el estudio geotécnico del terreno para determinar su resistencia, asentamiento general y diferencial previsibles y nivel freático.

Para fijar los asentamientos admisibles se considerará:

1. El tipo de tanque o depósito.
 2. El asentamiento relativo entre la cimentación y las tuberías conexas al tanque o depósito.
 3. La uniformidad del subsuelo con respecto al asentamiento diferencial.
- c. En lo posible se evitará la construcción de cimentaciones en:
1. Terrenos en los que una parte de la cimentación quedaría sobre roca o terreno natural y otra parte sobre relleno o con profundidades variables de relleno o donde haya sido preciso una preconsolidación del terreno.
 2. Terrenos pantanosos o con material inestable en el subsuelo.
 3. Terrenos de dudosa estabilidad por proximidad a cursos de agua, excavaciones profundas, grandes cargas o fuertes pendientes.
 4. Terrenos en que los tanques o depósitos quedarían expuestos a posibles inundaciones que pudiesen dar lugar a flotación, desplazamiento o socavado.

2. **Formas de cimentación:**

- a. Tanques: los tanques se cimentarán sobre un anillo de hormigón armado según el perímetro del tanque, con material de relleno compactado en el espacio interior. Cuando las condiciones del terreno no lo permitan, se construirá una losa de apoyo de hormigón armado soportada por pilotes.

Entre fondo y cimentación se dispondrá un aislamiento resistente a la compresión y con bajo coeficiente de fricción que permita los desplazamientos relativos del fondo.

Para evitar la formación de hielo se dispondrá un sistema de calefacción bajo el aislamiento del fondo. Este sistema no será afectado por los asentamientos y debe prever la retirada parcial de los calentadores para mantenimiento. La temperatura se controlará por termopares situados en la cimentación e instalados de forma que puedan reemplazarse en caso de avería. El nivel freático debe quedar siempre por debajo de los calentadores.

Las cimentaciones con losa de hormigón armado soportada por pilotes no necesitarán el sistema de calefacción si entre la superficie inferior de la losa y el terreno queda espacio suficiente para que haya circulación de aire.

- b. Recipientes a presión: para recipientes a presión se construirán cimentaciones de hormigón armado. Los recipientes a presión cilíndricos de eje horizontal se podrán cimentar sobre zapatas aisladas y los recipientes a presión esféricos sobre anillo rígido o zapatas aisladas rigidizadas entre sí. En este caso, los asentamientos diferenciales serán uniformes en el perímetro, tolerándose una variación de carga en las patas de apoyo si lo permiten las condiciones de diseño.

La nivelación de los depósitos esféricos se realizará con la máxima precisión para que el ecuador quede horizontal y se logre un reparto uniforme de las cargas en las patas de apoyo.

3. **Diseño.**-Las cimentaciones se diseñarán según la normativa vigente relativa a las condiciones de diseño y ejecución de obras metálicas y de hormigón. Los cálculos tendrán en cuenta las condiciones de servicio y de prueba. En la hipótesis de simultaneidad exigida para las normas, los cálculos considerarán el peso propio del tanque o depósito y del aislamiento, contenido con amoníaco y con agua, acciones térmicas sobre la cimentación y efectos de viento, nieve y movimiento sísmico.
4. **Control de asentamientos:**
 - a. Los asentamientos se controlarán durante la prueba inicial según el código de construcción. En su defecto, se seguirá el siguiente procedimiento:

Se iniciará el llenado del tanque o depósito con agua a temperatura ambiente, hasta una cuarta parte de la capacidad total, y se realizarán medidas de asentamiento en cuatro posiciones equidistantes hasta que se estabilicen. Seguidamente se continuará el llenado hasta la mitad de la capacidad y se efectuarán las mediciones en las mismas posiciones anteriores. Igual se hará con el tanque o depósito a las tres cuartas partes y totalmente lleno.

Cualquier asentamiento, diferencial o uniforme, de magnitud no prevista requerirá la interrupción inmediata de la prueba. El caudal de agua se regulará para que el incremento de nivel no supere 1 metro por hora.

- b. En los depósitos esféricos también se controlará durante la prueba hidráulica la inclinación de las patas, comprobando que no se supere la máxima deformación admisible establecida en diseño.

Artículo 9. Cubetos.

1. **General:**
 - a. En el mismo cubeto podrán situarse uno o varios tanques o depósitos de amoníaco anhidro, no admitiéndose almacenamiento de otros productos.
 - b. No podrán situarse en el mismo cubeto tanques y recipientes a presión.
 - c. Las paredes de los cubetos podrán ser de tierra, acero, hormigón u obra de fábrica, serán estancas y deberán resistir, como mínimo, la presión correspondiente a la altura de líquido. Las paredes de tierra de altura igual o superior a 1 metro deberán ser compactadas y tendrán en la parte más alta una anchura mínima de 50 cm. La pendiente de la pared de tierra será coincidente con el ángulo de reposo del material con que esté construida.

Los cubetos construidos con materiales porosos recibirán un tratamiento de impermeabilización.

- d. Se procurará disminuir en lo posible la superficie del cubeto al objeto de reducir la vaporización del amoníaco líquido en caso de derrame.
- e. Se dispondrán los medios necesarios para drenar el agua de lluvia que pueda quedar embalsada en el cubeto, la superficie tendrá una pendiente mínima del 1 por 100 hacia el pozo de drenaje.

El drenaje no se realizará directamente, sino mediante un dispositivo que impida el vertido del amoníaco anhidro en caso de derrame.

- f. Las tuberías del almacenamiento que discurran por el interior de los cubetos tendrán la menor longitud posible. No se permitirán tuberías enterradas ni tuberías ajenas al almacenamiento dentro de los cubetos.
- g. El cubeto dispondrá, como mínimo, de dos escaleras de peldaños estratégicamente situadas.
- h. Los cubetos estarán rodeados, en una cuarta parte de su perímetro, como mínimo, por vías de acceso que tendrán 2,5 metros de anchura mínima y la altura libre precisa para circulación y maniobra de la maquinaria de mantenimiento.

2. **Capacidad:**

- a. Almacenamientos refrigerados y semirrefrigerados: la capacidad del cubeto será suficiente para retener el líquido que se calcule en el proyecto que no se evaporará instantáneamente en caso de colapso del tanque o recipiente a presión de mayor capacidad.
- b. Almacenamientos no refrigerados: la capacidad del cubeto será suficiente para retener el 50 por 100 de la capacidad del recipiente mayor en él contenido.

CAPÍTULO IV. Diseño, construcción, inspecciones y pruebas

Artículo 10. General.

Las disposiciones de este capítulo se refieren exclusivamente a tanques y recipientes a presión. Los demás elementos, equipos, tuberías e instalaciones que componen el almacenamiento se diseñarán, construirán, inspeccionarán y probarán según sus respectivas normas y códigos de diseño y construcción y las reglamentaciones específicas que les afecten.

Artículo 11. Diseño.

- 1. Grado de llenado máximo:
 - a. La capacidad máxima de un tanque o recipiente a presión se determinará de forma que el amoníaco anhidro líquido no ocupe más del 95 por 100 del volumen total, tras dilatarse al incrementar su temperatura hasta la máxima que pueda alcanzar en servicio.
 - b. Los grados de llenado máximo de amoníaco anhidro para tanques y recipientes a presión de los distintos tipos de almacenamiento serán los siguientes, expresados en kilogramos de amoníaco anhidro por litro de volumen del tanque o recipiente a presión:
 - 1. Almacenamiento refrigerado: 0,64.
 - 2. Almacenamiento semi rrefrigerado con temperatura máxima en servicio inferior a 5 °C: 0,60.
 - 3. Almacenamiento no refrigerado: 0,53.

Estos valores máximos se han determinado según la relación:

Grado de llenado máximo igual a 0,95 multiplicado por peso específico del amoníaco anhidro líquido a la máxima temperatura de servicio.

- c. La capacidad máxima de un tanque o recipiente a presión se determinará por la siguiente fórmula:

Amoníaco anhidro (en kg) igual al volumen total (en l) multiplicado por el grado de llenado máximo (en kg/l) indicado en 11.1.b) según tipo de almacenamiento.

- d. El porcentaje de llenado máximo del volumen de un tanque o recipiente a presión, en función de la temperatura del amoníaco anhidro que contiene, será el siguiente:

$$V=100 \times (G / P)$$

siendo:

V = Volumen máximo admisible, en porcentaje.

G = Grado de llenado máximo indicado en 11.1.b) según el tipo de almacenamiento.

P = Peso específico del amoníaco anhidro líquido a la temperatura a que se encuentre en el tanque o recipiente a presión.

2. Datos de diseño:

- a. Los tanques y recipientes a presión se diseñarán de acuerdo con las presiones y temperaturas más desfavorables que puedan producirse en servicio y en prueba. La presión de diseño será siempre superior a la presión máxima de servicio. Para los recipientes no refrigerados la presión de diseño será, como mínimo, 22 bar.
- e. Se considerará, como mínimo, 1 milímetro de sobreespesor de corrosión para tanques y recipientes a presión, y 2 milímetros para tubuladuras de las conexiones.

3. Códigos de diseño:

- e. Los tanques y recipientes a presión se diseñarán de acuerdo con códigos de reconocida solvencia, tales como Api Standard 620 Appendix R o British Standard 4741, para almacenamientos refrigerados, y CODAP, Asme Section VIII, British Standard 5500 o AD Merkblatter, para almacenamientos semirrefrigerados y no refrigerados.
- f. Una vez elegido el código de diseño, se aplicará sin efectuar combinaciones de cálculos y criterios de diferentes códigos. Cuando, para un determinado cálculo, no haya herramientas de cálculo en el código elegido, se podrán usar otros códigos o procedimientos de cálculo.
- g. Los recipientes a presión cumplirán también lo establecido en el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión, y la normativa posterior que lo modifica.

4. Materiales:

- . Los materiales a utilizar cumplirán los requisitos del código de diseño. Sus características deberán satisfacer las condiciones más desfavorables de presión y temperatura que puedan producirse durante el servicio y en la prueba, y se controlarán mediante los ensayos adecuados.
- a. El material de los componentes del tanque o recipiente a presión en contacto con amoníaco anhidro y de los demás componentes unidos directamente a los mismos, será acero de límite elástico inferior a 490 N/mm^2 (50 kg/mm^2) y buenas características de soldabilidad, ductilidad y tenacidad. Para recipientes a presión semi refrigerados y tanques el material de los mismos componentes tendrá también resistencia al impacto.

5. Elementos de seguridad:

- . General: los elementos de seguridad de tanques y recipientes a presión se diseñarán para las condiciones de presión y temperatura más desfavorables que puedan presentarse.

Se construirán de material adecuado para trabajar con amoníaco anhidro. No se utilizará cobre ni sus aleaciones, ni se usarán instrumentos que contengan mercurio.

- a. Conexiones: todas las conexiones de tanques y recipientes a presión, excepto las de válvulas de seguridad, tendrán válvulas de cierre instaladas lo más cerca posible del punto de conexión. Además, las conexiones utilizadas para trasiego de líquido situadas por debajo del máximo nivel de llenado dispondrán de válvulas de bloqueo con accionamiento a distancia o de retención en conexiones de llenado o de cierre por exceso de caudal.
- b. Válvulas de seguridad: cada tanque o recipiente a presión dispondrá, como mínimo, de dos válvulas de seguridad de presión, excepto los recipientes a presión de capacidad inferior a 100 m^3 que podrán tener una.

El número de válvulas de seguridad y su capacidad de descarga permitirá que puedan desmontarse individualmente sin que la protección disminuya, excepto para los recipientes a presión de capacidad inferior a 100 m^3 .

La presión de tarado de las válvulas de seguridad se determinará conforme a las prescripciones del código de diseño y construcción.

Los tanques dispondrán también, como mínimo, de dos válvulas de seguridad de vacío, pudiéndose utilizar el tipo de válvula doble de presión y vacío.

- c. Indicadores de nivel: cada tanque o recipiente a presión estará equipado con un indicador permanente que permita controlar el nivel del líquido contenido. Además, dispondrá, como mínimo, de un dispositivo de nivel máximo o de un segundo indicador de nivel independiente del anterior y de distinto tipo con señalización óptica y acústica.

- d. Alarmas de alta y baja presión: en los tanques se dispondrán alarmas independientes de alta y baja presión, con señalización óptica y acústica.
- e. Toma de tierra: los tanques y recipientes a presión tendrán, como mínimo, dos tomas de tierra, que se ajustarán a lo establecido en el Reglamento electrotécnico de baja tensión.

Artículo 12. Construcción.

- 1. **Soldadura.**-Los materiales de aportación y los procedimientos de soldadura cumplirán los requerimientos del código de diseño y construcción. No se utilizarán materiales de aportación al carbono molibdeno.
- 2. **Tratamiento térmico.**-Deberán someterse a tratamiento térmico de recocido las chapas componentes del tanque o recipiente a presión en contacto con amoníaco anhidro que tengan soldadas conexiones refuerzos, soportes o arranques de patas de apoyo. No será necesario la realización de este tratamiento cuando las características del material y del almacenamiento no lo hagan imprescindible, debiendo justificarse en el proyecto.
- 3. **Fijaciones provisionales:**
 - a. Se procurará disminuir en lo posible las fijaciones provisionales para construcción soldadas a la superficie exterior del tanque o recipiente a presión.
 - b. No se admitirán fijaciones provisionales sobre la superficie interna.
 - c. Las fijaciones provisionales externas se cortarán sin dañar el material base. Tras esmerilar la superficie, se inspeccionará la huella con líquidos penetrantes.
 - d. En las fijaciones provisionales externas que no se eliminen se inspeccionará la soldadura con líquidos penetrantes.

Artículo 13. Inspecciones y pruebas.

- 1. **General:**
 - a. a) Los tanques y recipientes a presión serán inspeccionados y probados antes de la puesta en servicio inicial. Posteriormente se inspeccionarán y probarán en forma periódica y cuando se efectúen reparaciones o modificaciones.
 - b. b) En los recipientes a presión, sometidos también al Reglamento de aparatos a presión, las inspecciones y pruebas idénticas exigidas por el citado Reglamento y esta instrucción técnica complementaria se efectuarán de manera única y común.
 - c. c) En casos especiales en que por causas técnicas justificadas se considere conveniente la exención, sustitución o variación en alcance o periodicidad de algunas de las inspecciones o pruebas, la parte interesada solicitará autorización al órgano competente de la Comunidad Autónoma.
 - d. d) Las inspecciones y pruebas, tanto inicial como periódicas, se llevarán a efecto por el órgano competente
 - e. de la Comunidad Autónoma o si éste lo estima oportuno, por un organismo de control autorizado para la aplicación de la reglamentación sobre almacenamiento de productos químicos.

- f. e) La certificación de inspecciones y pruebas por el organismo de control se efectuará por triplicado, destinando un ejemplar para el titular del almacenamiento y otro para el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

2. **Inspecciones y pruebas iniciales:**

- a. Los tanques y recipientes a presión se someterán, durante su construcción y previamente a su puesta en servicio, a las siguientes inspecciones y pruebas iniciales para comprobación de las características y valores requeridos en sus respectivos códigos de diseño y construcción.
 1. Análisis químico, carga de rotura, límite elástico, alargamiento, plegado, control dimensional y ultrasónico del material de los componentes del tanque o recipiente a presión en contacto con amoníaco anhidro y de los demás componentes unidos directamente a ellos, como conexiones, refuerzos, soportes o arranques de patas de apoyo. Además, en recipientes refrigerados y semirrefrigerados, micrografía de tamaño de grano y ensayo de resiliencia de los mismos componentes. Las chapas se inspeccionarán con ultrasonidos en cuadrícula de 200 mm.
 2. Análisis químico y características mecánicas del material de aportación para soldaduras.
 3. Inspección por partículas magnéticas, líquidos penetrantes y radiografiado de soldaduras de acuerdo con los requisitos y el alcance que especifique el código de diseño y construcción.
 4. Prueba neumática de refuerzos de conexiones.
 5. En tanques, pruebas con caja de vacío de las soldaduras del fondo y con caja de vacío o con aceite penetrante de las soldaduras entre fondo y pared.
 6. En tanques, prueba de llenado con agua y presurización con aire, y en recipientes a presión, prueba hidráulica de presión.
 7. Tarado, en las válvulas de seguridad y, en su caso, de las de vacío.

Igualmente, se comprobara documentalmente que los procedimientos de soldadura están homologados y los soldadores cualificados para dichos procedimientos, según UNE-EN 287 (partes 1 y 2) y UNE-EN 288 (partes 1 a 4), o según otra norma de reconocido prestigio.

- b. Los recipientes a presión contruidos en taller requerirán certificado del fabricante, en el que hará constar que cumple la Reglamentación en vigor, el código y normas utilizadas en la fabricación, pruebas a que ha sido sometido y resultado de las mismas, incluyendo una copia del acta correspondiente a la prueba hidráulica.

Si se tratase de un recipiente a presión de tipo serie, se hará constar que coincide plenamente con el modelo para el que se extendió la certificación de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Aparatos a Presión.

- c. Los tanques o recipientes a presión contruidos en el emplazamiento requerirán certificado del constructor, en el que hará constar que cumple

la reglamentación en vigor, el código y normas utilizados en la construcción, pruebas a que han sido sometidos y resultado de las mismas, incluyendo una copia del acta correspondiente a la prueba hidráulica.

3. **Inspecciones y prueba de reparaciones o modificaciones.**-Para realizar cualquier reparación o modificación de tanques o recipientes a presión que afecte a los componentes en contacto con amoníaco anhidro será necesario:
 - a. Cumplir con los requerimientos e inspecciones exigidos por el código de diseño y construcción para la reparación o modificación de que se trate.
 - b. Efectuar en el tanque o recipiente a presión reparado o modificado una prueba de valor y condiciones iguales a las de la prueba inicial, apartado 2.a) de este artículo, aplicables al caso.
4. **Inspecciones y pruebas periódicas:**
 - a. Las inspecciones y pruebas periódicas a las que deberán someterse los tanques y recipientes a presión son las siguientes:
 1. Inspección exterior: consiste en la inspección visual del estado de las superficies exteriores, aislamiento, pintura, conexiones, tornillería, tomas de tierra, escaleras, soportes, columnas, anclajes, cimentaciones y, en general, de todos los elementos que se puedan revisar sin necesidad de poner fuera de servicio el tanque o recipiente a presión.
 2. Inspección interior: tiene por objeto conocer la situación del tanque o recipiente a presión, en cuanto a corrosión, agrietamientos y estado de las soldaduras. Consistirá, como mínimo, en la medición de espesores de paredes, fondos y techo; inspección visual de las superficies internas y detección de grietas mediante partículas magnéticas húmedas en las soldaduras de todas las conexiones y en el 50 por 100 de los cruces de soldaduras de paredes y fondos. La inspección se realizará en una longitud mínima de 200 mm de cada soldadura concurrente y comprenderá la propia soldadura y una superficie de 50 mm de ancho a cada lado de la misma. La presencia de grietas implicará extender la inspección a toda la longitud de la soldadura defectuosa.
 3. Prueba: será de valor y condiciones iguales a las de la prueba inicial, según puntos 2.a).4), 2.a).5), 2.a).6) y 2.a).7) de este artículo.
5. **Periodicidad.**-Las inspecciones y pruebas citadas en el apartado 4 de este artículo se efectuarán, a partir de la fecha de puesta en servicio, con la periodicidad siguiente:
 - a. Inspección exterior: cada cinco años, como máximo.
 - b. Inspección interior: cada diez años, como máximo.

Además, los recipientes a presión, excepcionalmente, a los cinco años de la citada fecha de puesta en servicio, se someterán a inspección interior según apartado 4 de este artículo.

- c. Prueba: cada diez años, como máximo.

Se mantendrá un registro de todas las inspecciones realizadas.

CAPÍTULO V. Medidas de seguridad

Artículo 14. Instalaciones de seguridad.

1. **Vallas.**-Cuando el almacenamiento esté fuera del recinto de una factoría se cercará con una valla resistente de 2,5 metros de altura mínima y dos puertas practicables en caso de emergencia, situadas en lados opuestos.
2. **Señalización.**-En el almacenamiento y alrededores se colocarán estratégicamente rótulos normalizados anunciadores del peligro existente y de la prohibición de fumar y encender fuego.
3. **Protección contra derrames.**-Alrededor del almacenamiento se instalará una red de agua con hidrantes, de forma que pueda utilizarse con independencia de la dirección del viento. La presión, caudal y equipo disponible será suficiente para controlar las emergencias que puedan producirse. La red de agua no debe ser susceptible de congelación durante la época invernal, tomándose al efecto las medidas necesarias.
4. **Protección contra incendios.**-Los tanques y recipientes a presión de amoniaco anhidro, situados a menos de 30 metros de tanques o recipientes a presión de productos inflamables o combustibles de capacidad superior a 100 m³, dispondrán de sistemas fijos de agua pulverizada, según norma UNE 23.501, alimentados por la red de agua. La válvula de paso al sistema, claramente señalizada, se situará en lugar fácilmente accesible. La protección contra incendios consistirá en la refrigeración uniforme, con un caudal de agua de tres litros por metro cuadrado y minuto, de las superficies siguientes:
 - a. Tanques: superficie lateral. No es necesario refrigerar la tercera parte de esta superficie opuesta al riesgo.
 - b. Recipientes a presión esféricos: superficie del hemisferio superior. No es necesario refrigerar la tercera parte de esta superficie opuesta al riesgo.
 - c. Recipientes a presión cilíndricos horizontales: superficie de la mitad superior. Cuando se trate solamente de uno o dos recipientes a presión situados en el mismo cubeto, la refrigeración se podrá hacer por mangueras o monitores en lugar de por dispositivos fijos.
5. **Iluminación.**-El almacenamiento estará convenientemente iluminado durante la noche.
6. **Indicadores de la dirección y sentido del viento.**-Se instalarán, en uno o varios lugares, indicadores de la dirección y sentido del viento que estarán iluminados por la noche.
7. **Antorcha.**-Los almacenamientos refrigerados o semi rrefrigerados cuya instalación frigorífica no disponga de suministro eléctrico de dos procedencias distintas o de grupo electrógeno de reserva o de procedimiento de absorción del gas que se produzca en caso de fallo de energía eléctrica, dispondrán de un antorcha capaz de quemar de manera controlada y segura el amoniaco anhidro gasificado.
8. **Barreras parachoque.**-Se pondrán barreras parachoques para protección de tuberías y equipos en los lugares en que puedan ser dañados por circulación o maniobra de maquinaria y vehículos.
9. **Duchas y lavaojos.**-Se instalarán duchas y lavaojos en las inmediaciones de los lugares de trabajo, fundamentalmente en áreas de carga y descarga, bombas y compresores y punto de toma de muestras.

Artículo 15. Equipo de protección personal.

1. En operación:
 - a. El personal del almacenamiento dispondrá de:
 1. Guantes de goma o de similar resistencia al amoniaco anhidro.
 2. Gafas de seguridad con ajuste a la cara.
 3. Equipos de protección respiratoria.
 - b. Durante trabajos de conexión o desconexión de tuberías y mangueras de carga y descarga, y siempre que exista riesgo de contacto con amoniaco anhidro líquido o gaseoso, el personal del almacenamiento llevará puesto:
 1. Guantes de goma o de similar resistencia al amoniaco anhidro.
 2. Traje o mandil impermeable de plástico o similar.
 3. Botas resistentes al amoniaco anhidro.
 4. Equipo respiratorio con adaptador facial que cubra toda la cara, de tipo autónomo o de cartucho.
2. En emergencia.-Para entrar en atmósfera concentrada de amoniaco anhidro se dispondrá, en lugares cercanos y accesibles durante la emergencia, de:
 - a. Trajes herméticos.
 - b. Equipos respiratorios autónomos.
 - c. Cuerdas salvavidas.
 - d. Cinturones de seguridad.

Artículo 16. Formación del personal.

El personal del almacenamiento, en su plan de formación, recibirá instrucciones específicas del titular del almacenamiento sobre:

1. Las propiedades del amoniaco anhidro y su comportamiento en estado líquido y gaseoso.
2. La función y uso correcto de los elementos e instalaciones de seguridad y del equipo de protección personal.
3. Las consecuencias de un incorrecto funcionamiento o uso de los elementos e instalaciones de seguridad y del equipo de protección personal.
4. El peligro que puede derivarse de un derrame o fuga de amoniaco anhidro en estado líquido o gaseoso.
5. Las acciones que deben efectuar en caso de derrame o fuga de amoniaco anhidro en estado líquido o gaseoso.

Artículo 17. Plan de revisiones.

Cada almacenamiento tendrá un plan de revisiones propias para comprobar la disponibilidad y buen estado de los elementos e instalaciones de seguridad y equipo de protección personal. El plan comprenderá la revisión periódica de:

1. Válvulas de seguridad.
2. Válvulas de cierre.
3. Indicadores y alarmas.
4. Aislamiento.
5. Tomas de tierra.

6. Antorchas.
7. Red de agua e hidrantes.
8. Protección contra incendios.
9. Duchas y lavaojos.
10. Equipo de protección personal.

Artículo 18. Plan de emergencia.

Cada almacenamiento tendrá su plan de emergencia. El plan considerará las emergencias que puedan producirse, la forma de controlarlas por el personal del almacenamiento y la posible actuación de servicios externos.

El personal del almacenamiento realizará periódicamente ejercicios prácticos de emergencia.

APÉNDICE 1. Propiedades del amoníaco

Nombre químico: Amoníaco.

Nombre común: Amoníaco anhidro.

Fórmula: NH_3 .

Peso molecular: 17,03.

Calidad comercial: 99,5 por 100 de NH_3 .

Calidad para refrigeración: 99,95 por 100 de NH_3 .

| Estado físico | Líquido | Gas |
|--|------------------|----------------------|
| Límites de explosividad (porcentaje en volumen en aire) LEL/HEL. | - | 16/25 |
| Temperatura de autoignición. | - | 651 °C (1.204 °F) |
| Punto de fusión. | -77,75 °C | - |
| Punto de ebullición. | -33,35 °C | - |
| Densidad (kg/l a 15,6 °C). | 0,61 7 | |
| Densidad (kg/l a -33,35 °C y 1 Atm). | 0,6819 | |
| Densidad de vapor (aire= 1). | | 0,597 (0 °C y 1 Atm) |
| | 4,4 bar a 0°C | |
| Presión de vapor absoluta. | 8,7 bar a 20°C | |
| | 20,7 bar a 50 °C | |
| Calor de vaporización. | 327 kcal/kg | - |

| | | |
|------------------------|--|----------|
| Olor. | Pungente | Pungente |
| Color. | Incoloro | Incoloro |
| Sensibilidad a la luz. | No | No |
| Afinidad por el agua. | Sí | Sí |
| Corrosividad | Corrosivo para el cobre y sus aleaciones y superficies galvanizadas. | |

APÉNDICE 2. Relación de normas UNE citadas

| | |
|---------------------------|---|
| UNE 23.501-88 | Sistemas fijos de agua pulverizada. Generalidades. |
| UNE-EN 287-1:1992 | Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros. |
| UNE-EN 287-1/A1:1997 | Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros. |
| UNE-EN 287-2:1993 | Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 2: Aluminio y aleaciones de aluminio. |
| UNE-EN 287-2/A1:1997 | Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 2: Aluminio y aleaciones de aluminio. |
| UNE-EN 288-1:1993 | Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Parte 1: Reglas generales para el soldeo por fusión. |
| UNE-EN 288-1/A1:1997 | Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Parte 1: Reglas generales para el soldeo por fusión. |
| UNE-EN 288-2:1993 | Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Parte 2: Especificación del procedimiento de soldeo por arco. |
| UNE-EN 288-2/A1:1997 | Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Parte 2: Especificación del procedimiento de soldeo por arco. |
| UNE-EN 288-3:1993 | Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Parte 3: Cualificación del procedimiento para el soldeo por arco de aceros. |
| UNE-EN 288-3:1994 ERRATUM | Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para materiales metálicos. Parte 3: Cualificación del procedimiento para el soldeo por arco de aceros. |