



**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
5038:2024**

**GASES REFRIGERANTES. USO
SEGURO DEL AMONÍACO.
REQUISITOS**



SENCAMER

Servicio Desconcentrado de Normalización,
Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos



Comisión Venezolana
de Normas Industriales

Prólogo

La presente Norma Venezolana COVENIN fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización **CT25 Gestión Ambiental**, cumpliendo los lineamientos del Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER) y aprobada por la Dirección General de SENCAMER en Punto de Cuenta N° DNO-2024-072 de fecha 30 de diciembre de 2024.

Participaron en la elaboración de esta norma las siguientes entidades: Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC), Fondo Venezolano de Reconversión Industrial y Tecnológica (FONDOIN), Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER) (Reglamentos Técnicos), Instituto de Tecnología Venezolana para el Petróleo (INTEVEP, S.A.), Universidad del Zulia, Asociación Venezolana de la Industria Química y Petroquímica (ASOQUIM), Héctor Rafael Hernández Mujica (Profesional Independiente), Juan Alfredo Hermann (Profesional Independiente), Raffaele Antonio Orlandi Laya (Profesional Independiente), Alexandra Sótera Mudarra (Profesional Independiente) y el Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER).

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Comité Técnico de Normalización: CT25 Gestión Ambiental

Presidenta: Suher Yabroudi

Vicepresidenta: Tamara Soto

Secretaria: Arianna Urrieta

INSTITUCIÓN REPRESENTADA

FONDOIN
MINEC
Universidad del Zulia
ASOQUIM

NOMBRE Y APELLIDO

Carmelina Flores
Daniela Hernández
Suher Yabroudi
Tamara Soto

Consulta Pública

Iniciada en fecha	15/11/2024
Concluida en fecha	29/12/2024

Comisión Venezolana
de Normas Industriales

ÍNDICE

	Pág. #
1. OBJETO	1
2. ALCANCE	1
3. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES	1
4.1. Carga de amoníaco	2
4.2. Cuarto de máquinas	2
4.3. Diagrama de flujo del sistema de refrigeración por amoníaco	2
4.4. Diagrama de flujo simplificado del sistema de refrigeración por amoníaco	2
4.5. Mantenimiento correctivo	2
4.6. Mantenimiento preventivo	2
4.7. Técnico de mantenimiento específico	2
4.8. Manual de operación del sistema de refrigeración por amoníaco	2
4.9. Planta de refrigeración	2
4.10. Plano de planta del sistema de refrigeración por amoníaco	3
4.11. Parámetros operacionales	3
4.12. Recarga de amoníaco	3
4.13. Recipiente de líquido	3
4.14. Refrigerante secundario	3
4.15. Sistema de refrigeración por compresión del gas amoníaco	3
4.16. Sistema de refrigeración	3
4.17. Variables operacionales	3
5. AMONÍACO: CARACTERÍSTICAS, PROPIEDADES Y CLASIFICACIÓN DE PELIGRO ...	3
5.1. Características	3
5.2. Propiedades	4
5.3. Clasificación de peligro	4
5.4. Concentraciones peligrosas en el aire y en el ambiente de trabajo	6
5.5. Compatibilidad	7
6. AMONIACO USO COMO REFRIGERANTE	8
6.1. Uso como refrigerante	8
6.2. Ventajas	8
6.3. Desventajas	8
6.4. Condiciones de pureza	8

7.	REQUISITOS PARA EL USO DE AMONÍACO EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN	9
7.1.	Diseño de sistemas de refrigeración que utilizan amoníaco	9
7.1.1.	Requisitos generales.....	9
7.1.2.	Requisitos específicos para la sala de máquinas.....	10
7.2.	Operación.....	12
7.2.1.	Ensayos, pruebas y revisiones previas a la puesta en servicio	12
7.2.2.	Inspecciones y actividades de seguimiento	12
7.3.	Mantenimiento	13
7.3.1.	Programa de mantenimiento.....	13
7.3.2.	Mantenimiento preventivo	14
7.3.3.	Mantenimiento correctivo	14
7.4.	Fin de la vida útil y desmantelamiento	14
7.4.1.	Determinación del fin de la vida útil	14
7.4.2.	Desmantelamiento y eliminación	16
8.	PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS	16
8.1.	Manejo seguro del amoníaco (generalidades)	16
8.2.	Principales causas de accidentes en un sistema de refrigeración con amoníaco y medidas de prevención y control.....	16
8.2.1.	Mantenimiento deficiente de las válvulas	16
8.2.2.	Purgas	17
8.2.3.	Trasvase de amoníaco	17
8.2.4.	Tuberías	17
8.2.5.	Mangueras.....	17
8.3.	Medidas preventivas antes de intervenir el sistema de amoníaco	18
8.4.	Medidas durante la operación y mantenimiento	19
8.5.	Formación y capacitación de los operarios o técnicos de mantenimiento.....	19
	BIBLIOGRAFÍA	21
	ANEXO A (Informativo)	22
	ANEXO B (Informativo)	24

NORMA VENEZOLANA
GASES REFRIGERANTES. USO SEGURO
DEL AMONÍACO. REQUISITOS

COVENIN
5038:2024

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos para el manejo seguro del amoníaco como refrigerante.

2. ALCANCE

Esta norma se aplica al uso de amoníaco como refrigerante, incluyendo el diseño, operación, mantenimiento, desmantelamiento y eliminación de equipos y sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado (RAC) que lo utilicen, independientemente de su capacidad, ubicación o uso. Esta norma no aplica a los sistemas de refrigeración por absorción de amoníaco-agua que no cuentan con compresor.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones generales utilizadas para la elaboración de la norma o que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta norma; las ediciones indicadas, estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente:

COVENIN 2226:1990		Guía para la elaboración de planes para el control de emergencias.
COVENIN 2237:1989		Ropa, equipos y dispositivos de protección personal. Selección de acuerdo al riesgo ocupacional.
COVENIN 2340-1:2001		Medidas de seguridad e higiene ocupacional en laboratorios. Parte 1: General. (1ra. Revisión).
COVENIN 3661:2001		Gestión de riesgos, emergencias y desastres. Definición de términos.
COVENIN 5014:2021		Detección y control de fugas de refrigerantes en sistemas de refrigeración y climatización, industriales o comerciales.
Naciones Unidas		Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA). Rev.10.
ST/SG/AC.10/30:2023		
Naciones Unidas		Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas.
ST/SG/AC.10/1:2023		Volumen 1-2. Rev.23. Ginebra. Disponible en: https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/unrec/rev21/ST-SG-AC10-1r21s_Vol1_WEB.pdf .
Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización:2016		Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración con Amoníaco. Documento N° 001-2013. Rev. 2.
Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G.:2012		Guía de uso y manejo de amoníaco en la refrigeración de frutas y hortalizas frescas: Plan de emergencias.
PNUMA, División de Tecnología, Industria y Economía; Acción por el Ozono:2015		Uso seguro de alternativas a los HCFC en la refrigeración y el aire acondicionado.

4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

A los fines de este documento, se aplican los siguientes términos y definiciones:

4.1. Carga de amoníaco

Cantidad de refrigerante con que cuenta un sistema de refrigeración con amoníaco.

4.2. Cuarto de máquinas

Recinto donde está permanentemente instalado y operativo el sistema de refrigeración con amoníaco. Se excluye el espacio donde se localiza el evaporador con cajas refrigeradas o un espacio de aire frío.

4.3. Diagrama de flujo del sistema de refrigeración por amoniaco

Representación esquemática en forma de circuito, de un sistema de refrigeración por amoníaco, presentada en un plano y que contiene todos los componentes del sistema.

4.4. Diagrama de flujo simplificado del sistema de refrigeración por amoniaco

Es un diagrama en el cual se representan todas las tuberías, las válvulas por donde circula amoníaco y la instrumentación que eventualmente puede ser necesaria para operar ante una emergencia.

4.5. Mantenimiento correctivo

Conjunto de tareas técnicas destinadas a restablecer el funcionamiento eficaz y seguro de un sistema de refrigeración por amoníaco, ya sea de una parte específica del sistema o de un componente que se haya dejado de funcionar o quedado fuera de servicio por razones relacionadas con la integridad mecánica, eléctrica o de seguridad.

4.6. Mantenimiento preventivo

Conjunto de tareas técnicas destinadas para garantizar la funcionalidad y la operación continua y segura del sistema de refrigeración por amoníaco, evitando interrupciones inesperadas en su operación.

4.7. Técnico de mantenimiento específico

Técnico capacitado para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos en un sistema de refrigeración con amoníaco.

4.8. Manual de operación del sistema de refrigeración por amoniaco

Documento que detalla los procedimientos, instrucciones y responsabilidades necesarios para garantizar la correcta ejecución y operación de un sistema de refrigeración por amoniaco.

4.9. Planta de refrigeración

Conjunto de equipos de refrigeración, incluyendo contenedores a presión, sistemas de tuberías, mangueras y otros equipos, utilizados en conexión con el sistema de refrigeración por compresión de amoníaco.

4.10. Plano de planta del sistema de refrigeración por amoníaco

Plano que a escala delimita el área y muestra de manera detallada la ubicación de los diferentes componentes del sistema de refrigeración por amoníaco, representados de forma coherente con el diagrama de flujo respectivo.

4.11. Parámetros operacionales

Valores fijos utilizados como referencia para evaluar y analizar el rendimiento de un sistema de refrigeración.

4.12. Recarga de amoníaco

Amoníaco incorporado a un sistema de refrigeración luego de una ampliación del sistema, transformación o pérdida por fuga.

4.13. Recipiente de líquido

Contenedor diseñado para almacenar el amoníaco líquido, que está permanentemente conectado al sistema de refrigeración por tuberías de entrada y salida.

4.14. Refrigerante secundario

Sustancia que, en un sistema de refrigeración, absorbe calor de otra sustancia en el espacio a ser refrigerado y transfiere ese calor al evaporador del sistema de refrigeración por amoníaco.

4.15. Sistema de refrigeración por compresión del gas amoníaco

Sistema de refrigeración formado por un compresor, un condensador, un recipiente de líquido y un evaporador, interconectados por ductos por los cuales circula el amoníaco. El compresor aumenta la presión y la temperatura del amoníaco gaseoso, luego en el condensador cede calor y se licua, pasando al recipiente de líquido, de ahí al evaporador donde absorbe calor y regresa en forma de gas al compresor.

4.16. Sistema de refrigeración

Conjunto de componentes interconectados que forman un circuito cerrado por el cual circula refrigerante, con el propósito de absorber calor de los elementos que se quieren enfriar y expulsarlo al exterior del sistema.

4.17. Variables operacionales

Conjunto de datos o mediciones relevantes que describen el funcionamiento de un sistema de refrigeración y que son comparables con los parámetros operacionales establecidos para evaluar su desempeño.

5. AMONÍACO: CARACTERÍSTICAS, PROPIEDADES Y CLASIFICACIÓN DE PELIGRO

5.1. Características

5.1.1. El amoníaco es un gas incoloro compuesto por nitrógeno e hidrógeno, su fórmula química es NH_3 . Es más ligero que el aire, por lo tanto se desplaza hacia arriba pero cuando hay una fuga, los vapores

forman una neblina a ras del suelo; tiene olor característico y es muy soluble en agua. Sus soluciones acuosas son alcalinas y tienen un efecto corrosivo frente a metales y tejidos.

5.1.2. El amoníaco puede arder bajo ciertas concentraciones en fase de vapor y el riesgo de fuego aumenta en presencia de materiales combustibles. En caso de fuga o descompresión rápida del gas, existe el riesgo de congelamiento por contacto, debido a que el amoníaco que se almacena a presión en estado líquido y al salirse absorbe calor instantáneamente del medio que lo rodea.

5.1.3. Como refrigerante tiene una elevada eficiencia energética, no daña la capa de ozono y el potencial de calentamiento atmosférico es cero.

5.2. Propiedades

Las principales propiedades fisicoquímicas del amoníaco (ver tabla 1.).

TABLA 1. Propiedades fisicoquímicas del amoníaco

Propiedad	Valor
Masa molecular (g/mol)	17,03
Punto de ebullición (°C)	-33,40
Punto de fusión (°C)	-77,70
Solubilidad en agua (g/100 mL a 20 °C)	34,00
Densidad del gas (kg/m ³) a 1 atm, 15 °C	0,73
Densidad del líquido (kg/m ³) 1 atm en el punto de ebullición.	682,00
Entalpía de evaporación a 0 °C (kJ/kg)	1 262,00
Capacidad volumétrica de refrigeración (kJ/m ³)	3 800,00
Presión de vapor (kPa) a 0 °C	490
Presión de vapor (kPa) a 20 °C	870
Presión de vapor (kPa) a 50 °C	2070
Límite explosivo superior (%)	28,00
Límite explosivo inferior (%)	15,00

[FUENTE: Elaboración propia del Comité Técnico de Normalización CT25 Gestión Ambiental].

5.3. Clasificación de peligro

5.3.1. El amoníaco es un producto químico cuyas características constituyen un peligro potencial a la salud humana y al ambiente (ver tablas 2, 3 y 4).

TABLA 2. Peligros físicos

Clase	Categoría	Pictograma	Palabra de advertencia	Indicación de peligro	Consejo de precaución
Gas inflamable	1		Peligro	H220	P210; P377; P381; P403
Gases a presión	Gas licuado		Atención	H280	P410+P403

[FUENTE: Elaboración propia del Comité Técnico de Normalización CT25 Gestión Ambiental a partir del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, Naciones Unidas].

TABLA 3. Peligros a la salud

Clase	Categoría	Pictograma	Palabra	Indicación de peligro	Consejo de precaución
Toxicidad aguda (Inhalación de gases)	4		Atención	H332	P304+P340, P261, P271, P312
Corrosión/irritación de la piel	1		Peligro	H314	P301+P330+P331, P303+P361+P353, P305+P351+P338, P304+P340, P260, P264, P280, P310, P321, P363, P405, P501
Lesiones oculares graves/irritación ocular	1		Peligro	H318	P305+P351+P338, P280, P310
Sensibilización respiratoria	1		Peligro	H334	P304+P341, P342+P311, P261, P285, P501

**TABLA 3. Peligros a la salud
(Continuación)**

Clase	Categoría	Pictograma	Palabra	Indicación de peligro	Consejo de precaución
Toxicidad específica en órganos diana, exposición única	1 (sistema nervioso central, órganos respiratorios)		Peligro	H370	P307+P311, P260, P264, P270, P321, P405, P501
Toxicidad específica en órganos diana, exposición repetida	2 (pulmón)		Atención	H373	P260, P314, P501

[FUENTE: Elaboración propia del Comité Técnico de Normalización CT25 Gestión Ambiental a partir del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, Naciones Unidas].

TABLA 4. Peligros al ambiente

Clase	Categoría	Pictograma	Palabra de advertencia	Indicación de peligro	Consejo de precaución
Peligro para el medio ambiente acuático (agudo)	1		Peligro	H400	P273; P391; P501
Peligro para el medio ambiente acuático (Crónico)	1		Peligro	H410	P273; P391; P501

[FUENTE: Elaboración propia del Comité Técnico de Normalización CT25 Gestión Ambiental a partir del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, Naciones Unidas].

NOTA. En la tabla A.1. del anexo A se muestra el significado de los códigos mostrados en la columna correspondiente a las indicaciones de peligro. Asimismo, la tabla A.2. muestra el significado de los códigos mostrados en la columna de consejos de prudencia.

5.3.2. El etiquetado debe cumplir con los requisitos y criterios establecidos en la normativa técnica vigente.

5.4. Concentraciones peligrosas en el aire y en el ambiente de trabajo

5.4.1. El amoníaco es peligroso para la salud. Su contacto directo con la piel puede causar quemaduras profundas, mientras que su inhalación puede ocasionar quemaduras en la boca, en la garganta y en el aparato respiratorio.

5.4.2. Las concentraciones peligrosas del amoníaco varían según las fuentes, pero generalmente se considera que una exposición superior a 300 partes por millón, representa un peligro para la vida y la salud. En altas concentraciones puede ser mortal.

5.4.3. Las principales rutas de exposición son: inhalación (gas), ingestión (solución), contacto con la piel o los ojos (solución).

5.4.4. Diferentes concentraciones y sus posibles consecuencias (ver tabla 5).

TABLA 5. Concentraciones y consecuencias

Respuesta del Organismo	Concentración de amoníaco (partes por millón)
Olor mínimo perceptible.	5
Olor fácilmente detectable.	20 - 50
No molesta o daña la salud por exposición prolongada.	50 - 100
Molestia General y lagrimeo de ojos. Efectos no perdurables en exposiciones cortas.	150 - 200
Severa irritación de ojos, nariz y garganta. Efectos perdurables en cortas exposiciones.	400 - 700
Fuerte tos y espasmos bronquiales. Peligro, menos de media hora de exposición.	1700
Puede ser fatal.	2000 - 3000
Serios edemas, estrangulamiento, asfixia y muerte rápida.	5000 - 10000
Muerte inmediata.	Sobre 10000

[FUENTE: Guía de Uso y Manejo de Amoníaco en la Refrigeración de Frutas y Hortalizas Frescas: Plan de Emergencias, 2012, pág. 9].

5.5. Compatibilidad

5.5.1. El amoníaco es estable a una temperatura de 25 °C, pero a partir de los 450 °C se descompone en N₂ y H₂, y en presencia de algunos metales como el hierro, níquel, bronce, zinc se descompone a partir de 350 °C.

5.5.2. Reacciona violentamente con los ácidos y oxidantes fuertes; así como con los peróxidos y compuestos halogenados, lo que puede ocasionar explosiones.

5.5.3. El amoníaco en presencia de humedad, ataca rápidamente al cobre, la plata, el zinc y el aluminio y sus aleaciones. Puede formar compuestos explosivos con el óxido de plata, el mercurio y el oro. También puede reaccionar con riesgo de explosión con el acetaldehído, acroleína, bromo, cloro, sales de cloro, dicloroetileno, trióxido de fósforo y potasio en presencia de monóxido de carbono, azufre y tricloromelamina.

5.5.4. El amoníaco no debe mezclarse con lubricantes.

5.5.5. Los materiales compatibles con el amoníaco son: el acero, el plomo, el hierro, acero al cromo, níquel y sus aleaciones, sílica fundida y los plásticos fluorados.

6. AMONIACO USO COMO REFRIGERANTE

6.1. Uso como refrigerante

6.1.1. El uso del amoníaco como refrigerante se debe a sus propiedades fisicoquímicas, entre ellas su capacidad de absorber el calor. El amoníaco trabaja en el rango de temperatura desde +/- 10 °C hasta los -50 °C o -70 °C.

6.1.2. El amoníaco o R-717 (Código ASHRAE) puede sustituir al HCFC-22 y al R-502, pero por lo general acompañado de un refrigerante secundario.

NOTA. Código ASHRAE - Código de la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.

6.1.3. El sistema de refrigeración es un circuito cerrado donde el refrigerante (amoníaco) se evapora absorbiendo calor para luego ser comprimido. El amoníaco gaseoso se condensa para iniciar el ciclo nuevamente.

6.1.4. Es apropiado para almacenes refrigerados de bienes perecederos, plantas de fabricación de hielo, plantas de procesamiento de productos cárnicos (pescado, aves y res), plantas de lácteos y helados, fábricas de jugos de fruta y otras bebidas no alcohólicas, plantas de manufactura de productos químicos. No es apropiado para sistemas de refrigeración de embarcaciones, aviones ni vehículos terrestres.

6.2. Ventajas

- a) No daña la capa de ozono, ni contribuye al cambio climático global.
- b) Tiene alta eficiencia termodinámica y alta eficiencia energética, COP > 5.
- c) Bajos costos, en comparación con los refrigerantes sintéticos.
- d) Posee un fuerte olor, lo que permite detectar rápidamente una posible fuga.
- e) Los compresores generalmente utilizados son del tipo abierto recíprocante por transmisión de poleas y bandas o compresores de tipo tornillo con transmisión por acople directo.
- f) Utiliza válvulas de expansión manual o de tipo electrónico.
- g) Utiliza soldadura eléctrica de arco o soldadura de argón.

NOTA. COP - Coeficiente de operación o coeficiente de rendimiento. El COP es la relación entre la potencia (kW) que se extrae de la bomba de calor como refrigeración o calor, y la potencia (kW) que se suministra al compresor.

6.3. Desventajas

- a) Alta inversión en equipo e instalación, se emplea mayormente en instalaciones grandes.
- b) Es tóxico e inflamable.

6.4. Condiciones de pureza

El amoníaco para ser utilizado como refrigerante debe estar libre de impurezas y de agua. En el sector de refrigeración es necesario emplear un amoníaco (anhidro) con un nivel de pureza de 99 %.

6.4.1. NH₃ puro al 99,1 % < en peso (amoníaco anhidro).

6.4.2. Contenido de agua 0,1 % en peso.

6.4.3. Residuos de ignición < 0,0001.

6.4.4. Contenido de aceite < 0,0005.

6.4.5. Contenido de cloro < 0,0001.

6.4.6. Contenido de azufre < 0,0001.

6.4.7. Contenido de hierro < 0,0001.

6.4.8. Gases inertes < 0,05.

7. REQUISITOS PARA EL USO DE AMONÍACO EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

Este capítulo contiene los requisitos para el diseño, la operación, mantenimiento, desmantelamiento y eliminación de equipos de refrigeración y aires acondicionados que utilicen amoníaco como refrigerante.

7.1. Diseño de sistemas de refrigeración que utilizan amoníaco

7.1.1. Requisitos generales

El uso de amoníaco en sistemas de refrigeración debe cumplir con requerimientos de diseño que son específicos para los refrigerantes altamente tóxicos y que están por encima de lo que normalmente se requiere para los refrigerantes ordinarios. Los sistemas de refrigeración que utilizan amoníaco deben cumplir con los siguientes requisitos:

7.1.1.1. Constituir un circuito cerrado, con un alto nivel de hermeticidad.

7.1.1.2. Limitar la cantidad de refrigerante del sistema y sus componentes a cargas bajas, volúmenes en los que sea poco probable que se presente riesgo de toxicidad (es decir, limitar la carga de refrigerante). No exceder el 85 % de la capacidad del tanque.

7.1.1.3. Ubicarse en espacios donde se minimicen las condiciones que lo hagan vulnerable.

EJEMPLO:

Lugares donde haya grupos grandes de ocupantes que no están controlados.

7.1.1.4. Emplear condensadores evaporativos y tubo con agua (debido a que la temperatura de condensación del amoníaco se encuentra entre -35 °C y 38 °C, es complejo condensar el amoníaco en climas tropicales, por lo que se requiere emplear estos equipos).

7.1.1.5. Evitar el empleo de cobre y aleaciones con un alto porcentaje de cobre, a no ser que su compatibilidad con el uso de amoníaco haya sido previamente probada.

7.1.1.6. Evitar el uso de zinc en contacto con el amoníaco refrigerante; solo podrá utilizarse en el galvanizado exterior y el electrozincado de componentes.

7.1.1.7. Evitar el uso de soldadura fuerte (incluido material de aporte y fundente) en el caso de tuberías de amoníaco, a menos que haya sido probado que el material es compatible.

7.1.1.8. Contar con sistemas de detección de gas y sistemas de ventilación que ayuden a dispersar cualquier escape de refrigerante.

7.1.1.9. Contar con las advertencias necesarias a las partes accesibles del sistema para asegurar que los técnicos identifiquen claramente el riesgo.

EJEMPLO:

Señales de advertencia cerca de los puntos de carga.

7.1.1.10. Señalizar claramente las salas de máquinas y evitar el paso de personal no autorizado.

7.1.1.11. Incluir la información necesaria en relación con las presiones de operación en la documentación de instalación y operación.

7.1.1.12. Incluir la provisión de Equipos de Protección Personal (EPP) tales como respiradores, prendas apropiadas e instalaciones para lavarse.

7.1.1.13. Aparte del amoníaco contenido en el sistema y en los tanques conectados al mismo, en la instalación no debe haber almacén de amoníaco por medidas de seguridad.

7.1.2. Requisitos específicos para la sala de máquinas

7.1.2.1. Debido a la alta capacidad del agua para absorber los vapores de amoníaco, en cada sala de máquinas específica se debe prever una toma de suministro de agua para que, en caso de ser necesario, sea utilizada debidamente pulverizada sobre la zona afectada.

7.1.2.2. El diseño del equipo debe garantizar que la conexión de suministro de agua se realice de tal modo que el agua contaminada no retorne a la red (dispositivo de retención o similar). Así mismo, deben adoptarse medidas para asegurar que el agua contaminada se recupere en recipientes adecuados y se elimine conforme a la reglamentación técnica que rige la materia.

7.1.2.3. Todos los sistemas de refrigeración que utilicen amoníaco deben contemplar facilidades para evitar la contaminación de las aguas residuales en el caso de escape de NH_3 líquido por accidente, reduciendo también en lo posible su incidencia en el aire ambiental. Con este fin el diseño debe contemplar:

7.1.2.3.1. Construir el suelo de la sala de máquinas en forma de cubeta de hormigón que permita el drenaje hacia un foso o depósito a nivel inferior, ubicado dentro o fuera de la propia sala. El volumen neto útil de la suma de la cubeta y del foso o depósito será, como mínimo, un 50 % superior a la máxima cantidad de NH_3 líquido que pueda salirse del circuito frigorífico en caso de accidente.

7.1.2.3.2. El foso o depósito puede utilizarse también para recoger otros residuos procedentes de la limpieza o fugas de aceite de la sala de máquinas. En este caso, el volumen estimado para esta última finalidad tendrá que sumarse al calculado para el derrame de NH_3 líquido y disponer en el foso o depósito de un control de nivel que avise al personal de mantenimiento cuando se haya alcanzado el nivel máximo acumulable de los otros residuos citados, para que procedan a su vaciado.

7.1.2.3.3. El diseño contempla la manera de recoger el NH_3 líquido del foso o depósito y cargarlo en algún medio para su traslado al lugar de tratamiento o destrucción (bomba, conexión para cisternas

autoaspirantes, etc., todas específicas para amoníaco), garantizando que el NH₃ no llegue a la red de alcantarillado público.

7.1.2.3.4. Se deben aplicar todas las medidas y requisitos como se especifica en la COVENIN 5014 para los casos de fugas de refrigerante.

7.1.2.3.5. Opcionalmente se podrá instalar un detector de NH₃ en el circuito de desagüe (la colocación obligatoria de detectores de NH₃ en circuitos secundarios es solo aplicable para sistemas indirectos de refrigeración con carga de NH₃ superior a 500 kg, como se especifica en el apartado 7.1.2.4.).

7.1.2.4. Los sistemas indirectos de refrigeración que contengan una carga de amoníaco de más de 500 kg, deben contar con un detector específico para alertar la presencia del refrigerante en cada uno de los circuitos secundarios que contengan agua u otros fluidos. Dicho instrumento debe basarse en métodos que garanticen la detección rápida del amoníaco en el fluido secundario.

7.1.2.5. Las instalaciones eléctricas de las salas de máquinas deben cumplir con los siguientes requisitos:

7.1.2.5.1. Los detectores de fugas de dos niveles de alarma en salas de máquinas específicas se deben alimentar eléctricamente con un circuito de emergencia independiente. Cuando se active el primer nivel de alarma el detector conectará el sistema de ventilación. Con el segundo nivel de alarma se desconecta la alimentación general a la instalación de refrigeración y el alumbrado normal, y se conecta automáticamente el alumbrado de emergencia. Si el detector no es antideflagrante, una vez se haya activado la segunda alarma se debe desconectar automáticamente, de manera que en la sala de máquinas solo queden bajo tensión los equipos con protección antideflagrante.

7.1.2.5.2. El aparellaje eléctrico en salas donde esté instalado un sistema o equipos de refrigeración con amoníaco no necesitarán satisfacer los requisitos de zonas con riesgo de atmósfera explosiva ni antideflagrante.

7.1.2.5.3. Los sistemas eléctricos de las salas de máquinas específicas con cargas de refrigerante superiores a 10 kg de amoníaco (R-717) deben cumplir con los siguientes requisitos:

7.1.2.5.3.1. Se deben prever interruptores para desconectar la alimentación de todos los circuitos eléctricos que acceden a la sala de máquinas (excepto los circuitos de alarma de tensión igual o inferior a 24 V y a los circuitos antideflagrantes para ventilación e iluminación de emergencia).

7.1.2.5.3.2. Los interruptores deben localizarse fuera de la sala de máquinas específica, tienen que ser automáticos, en caso de activación del segundo nivel de la alarma del detector se desconectará automáticamente.

7.1.2.5.3.3. Las salas de máquinas específicas deben estar equipadas con un sistema de ventilación mecánica de uso exclusivo para dicha sala.

7.1.2.5.3.4. El caudal de aire mínimo para la ventilación forzada debe estar determinado por la siguiente ecuación:

$$V = \frac{14 \times m^2}{3}$$

dónde:

V es el caudal, expresado en L/s.

m es la carga de amoníaco, expresado en kg.

14 es un factor de conversión.

7.1.2.5.3.5. El caudal de aire máximo puede llegar a 15 renovaciones por hora, pero nunca a menos de 6 renovaciones por hora.

7.1.2.5.3.6. El sistema de ventilación se debe accionar con un detector de amoníaco.

7.1.2.5.3.7. El motor del ventilador, los equipos y accesorios correspondientes deben ser de tipo antideflagrante o situarse fuera de la sala de máquinas específica y de la corriente de aire de ventilación.

7.1.2.5.3.8. En caso de fallo del sistema de ventilación mecánica se debe activar una alarma en un centro de vigilancia permanente con el fin de que se puedan tomar las medidas de seguridad pertinentes.

7.2. Operación

7.2.1. Ensayos, pruebas y revisiones previas a la puesta en servicio

7.2.1.1. La presión de vacío en el sistema con amoníaco debe ser inferior a 675 Pa absolutos antes de cargar el refrigerante.

7.2.1.2. El tiempo durante el cual debe mantenerse el vacío dependerá del tamaño y la complejidad del sistema, el mínimo es de 2 h.

7.2.1.3. A los sistemas de amoníaco que utilizan lubricantes miscibles se les debe aplicar un tratamiento especial que incluya la instalación de filtros deshidratadores.

7.2.2. Inspecciones y actividades de seguimiento

Durante la fase de operación los operarios deben realizar inspecciones y actividades de seguimiento al funcionamiento adecuado del sistema de refrigeración. A tales efectos, se deben llevar los siguientes registros:

7.2.2.1. Libro de operación diaria o bitácora de la sala de máquina

7.2.2.1.1. Los operarios o técnicos de mantenimiento deben llevar un libro de operación diaria o bitácora de la sala de máquinas, para el registro de los parámetros de operación relevantes.

7.2.2.1.2. El libro debe tener la lista de los parámetros operacionales con los valores normales y los valores críticos de cada uno, para poder evaluar el funcionamiento del sistema.

7.2.2.1.3. Los parámetros mínimos que se deben monitorear y estar en el libro de operación diaria son:

7.2.2.1.3.1. Presiones de succión de los compresores.

7.2.2.1.3.2. Presiones de descarga de los compresores.

7.2.2.1.3.3. Presiones de aceite de los compresores.

7.2.2.1.3.4. Temperaturas de succión de los compresores.

7.2.2.1.3.5. Nivel de aceite de los compresores.

7.2.2.1.3.6. Nivel de líquido en el tanque recibidor.

7.2.2.1.3.7. Temperatura del medio a enfriar.

7.2.2.1.3.8. Temperatura de los recintos refrigerados.

7.2.2.1.3.9. Horómetro.

7.2.2.1.3.10. Niveles en otros tanques de líquido.

7.2.2.1.3.11. Presión en la bomba de refrigerante.

7.2.2.1.3.12. Tensión de fuerza y control.

7.2.2.1.3.13. Amperaje por fase en el tablero general frigorífico.

7.2.2.2. Libro de novedades

Los operarios o técnicos de mantenimiento deben llevar también un libro de novedades foliado, para anotar todas las novedades que ocurran durante cada turno de guardia, indicando fecha, hora, duración y descripción del suceso. Si no ha ocurrido nada, también debe anotarse y firmarse.

7.2.2.3. Cambios de turno

En cada cambio de turno el personal que sale entregará los libros de operación y de novedades a personal entrante.

7.3. Mantenimiento

7.3.1. Programa de mantenimiento

El programa de mantenimiento integral del sistema debe ser manejado a través de su vida de servicio. Dicho programa debe incorporar los procedimientos de prevención, detección y mitigación del deterioro del equipo, que comprenda:

7.3.1.1. Identificación del peligro y riesgo para reconocer los daños que pueden impactar al equipo y donde puede ocurrir el deterioro.

7.3.1.2. Planificar el mantenimiento requerido y su frecuencia para prevenir el deterioro.

7.3.1.3. Planificar las pruebas y calibración de la seguridad eléctrica, control, instrumentación y sistemas mecánicos.

7.3.1.4. Planificar y asignar los recursos para el mantenimiento, reparación, reemplazo y retiro de los equipos que llegan al fin de su vida útil.

7.3.2. Mantenimiento preventivo

7.3.2.1. Se debe contar con un plan de mantenimiento preventivo basado en las especificaciones de los fabricantes de cada uno de los equipos del sistema (ver tabla 6).

TABLA 6. Revisiones y frecuencia

Revisión	Frecuencia
Escapes en tuberías, válvulas, sellos, bridas, etc.	semestral
Estado externo general de los componentes	anual
Estado y vida útil de las válvulas de seguridad	semestral
Válvulas reguladoras de presión o de alivio	anual
Estado de aislantes térmicos	anual
Estado de protección de corrosión	anual
Detectores de amoníaco	anual o cuando indique el fabricante
Mangueras de trasvase	anual o según la fecha de caducidad
Calidad del agua de condensación	mensual
Contaminación en amoníaco	anual
Estado de señalización	anual
Estado de las duchas y lava ojos	mensual

[FUENTE: Tomada del Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración con Amoníaco, 2016, pág. IV.- 7].

7.3.2.2. Los operarios o técnicos deben verificar el sistema diariamente en busca de posibles anomalías.

7.3.2.3. Cada vez que se efectúe el mantenimiento preventivo debe quedar registrado en el libro de operaciones y en el historial de la instalación.

7.3.3. Mantenimiento correctivo

7.3.3.1. El mantenimiento correctivo, que lleva implícito una reparación de algún equipo, debe procurar que el sistema recupere su condición original.

7.3.3.2. Todo mantenimiento correctivo debe quedar registrado en el libro de operaciones y en el historial de la instalación.

7.3.3.3. En caso de sismos, incendios u otro evento externo que pueda haber afectado a la planta, debe hacerse una revisión integral de todos los componentes con amoníaco.

7.4. Fin de la vida útil y desmantelamiento

7.4.1. Determinación del fin de la vida útil

7.4.1.1. El fin de la vida útil de un sistema de refrigeración con amoníaco, no se relaciona solamente con la edad cronológica del equipamiento y el diseño de la vida del equipo. El factor principal para determinar el fin de la vida útil es su condición y la forma como ha cambiado esa condición. Esencialmente está determinada por la velocidad con que el equipamiento se deteriora.

7.4.1.2. El deterioro puede deberse a daños mecánicos como la corrosión, fatiga y desgaste de los materiales.

7.4.1.3. Un buen plan de mantenimiento puede lograr que un sistema en uso dure más que uno nuevo, que no cuente con la vigilancia y el mantenimiento adecuado.

7.4.1.4. Signos y situaciones que deben ser tomados en cuenta en la determinación del deterioro y del final de la vida útil de un sistema de refrigeración con amoníaco:

7.4.1.4.1. Frecuencia de defectos recurrentes en el equipamiento.

7.4.1.4.2. Aumento en la necesidad de mantenimiento no planificado, debido a roturas.

7.4.1.4.3. Aumento de la frecuencia de inspecciones, reparaciones, mantenimiento y procedimientos de rutina para monitorear signos de deterioro, preservar la funcionalidad y confiabilidad de la planta, debido a que el equipamiento se acerca al límite de operación segura.

7.4.1.4.4. Mayor frecuencia o fallas recurrentes en los controles del equipo.

7.4.1.4.5. Aumento de la frecuencia de calibración de instrumentos de control y de alarmas para poder mantener su funcionalidad.

7.4.1.4.6. Deterioro acelerado y acumulación de daños para conservar la presión del equipo más allá de los límites de diseño para operar con seguridad el equipo.

7.4.1.4.7. Necesidad de hacer grandes reparaciones y reconstrucciones para que el equipo se mantenga en servicio.

7.4.1.4.8. Costos de inspección, mantenimiento y reparación iguales o que exceden el costo del reemplazo y desincorporación del equipo.

7.4.1.5. Indicadores del final de la vida útil de un sistema de refrigeración con amoníaco:

7.4.1.5.1. Existe evidencia o probabilidad de deterioro significativo del equipamiento, con alto riesgo de fallas y el deterioro no puede ser reparado o reemplazado para que el sistema pueda permanecer apto para el servicio.

7.4.1.5.2. Existe poca información con la cual evaluar el impacto del deterioro potencial del equipo y se determina que el sistema no es apto para ponerlo en servicio.

7.4.1.5.3. Se produce la obsolescencia del equipamiento en el rendimiento del sistema, es inseguro para operarlo y no es técnicamente o financieramente práctico recuperarlo para que la operación sea segura.

7.4.1.5.4. Se produce un cambio en el propósito o utilización del sistema de refrigeración que lo vuelve inseguro para operarlo, mientras que un cambio en el diseño para mejorar la seguridad no resulta técnicamente o financieramente práctico.

7.4.1.6. Evaluaciones requeridas para decidir el final de la vida útil:

7.4.1.6.1. La determinación definitiva del fin de la vida útil del sistema de refrigeración que use amoníaco necesita recurrir a ensayos no destructivos para evaluar adecuadamente su deterioro.

7.4.1.6.2. Cuando se detecta la presencia de indicadores de fin de la vida útil del sistema, se debe proceder a realizar una evaluación de ingeniería y aptitud para determinar si el equipo puede seguir en funcionamiento o en todo caso, el remanente de vida de servicio.

7.4.2. Desmantelamiento y eliminación

Si el equipo llega al final de su vida útil, hay que extraer el amoníaco y colocarlo en un envase protegido de la corrosión y después se procede a retirar el equipo para el destino final, según lo dispuesto en las regulaciones ambientales vigentes.

8. PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

El amoníaco es una sustancia peligrosa y su uso como refrigerante requiere la aplicación de medidas de seguridad adecuadas para prevenir la exposición de las personas, instalaciones, el ambiente y reducir los riesgos.

8.1. Manejo seguro del amoníaco (generalidades)

8.1.1. El amoníaco es una sustancia peligrosa (ver apartado 5.4.), por tal motivo debe manejarse de acuerdo con las regulaciones que rigen la materia y cumplir con las medidas establecidas en la Ficha de Datos de Seguridad (FDS).

8.1.2. El amoníaco se presenta envasado en forma líquida, en contenedores de acero de varios tamaños dependiendo del uso.

8.1.3. Su almacenamiento al aire libre debe ser protegido del sol y del exceso de calor. Si se almacena dentro de una edificación, debe ser un lugar fresco, bien ventilado, seco, construido de materiales no combustibles y alejado de fuentes de combustibles y de cualquier otro producto químico.

8.1.4. El transporte debe realizarse según las recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas de las Naciones Unidas bajo el número ONU 1005, que tiene clase de peligro 2: gases, división 2.3: gases tóxicos, peligro secundario 8: sustancias corrosivas.

8.1.5. Todo material de desecho que haya contenido amoníaco se considera un desecho peligroso y debe disponerse de conformidad con las regulaciones para desechos peligrosos.

8.2. Principales causas de accidentes en un sistema de refrigeración con amoníaco y medidas de prevención y control

8.2.1. Mantenimiento deficiente de las válvulas

8.2.1.1. Descripción

La mayoría de las fugas de amoníaco se presentan en el cuarto de máquinas donde están los compresores, principalmente por el desgaste de las válvulas Schrader, los sellos de roscas y las juntas de neopreno.

8.2.1.2. Medida

Se debe hacer la calibración y el mantenimiento anual de las válvulas de seguridad de alivio de presión (ver tabla 5), por un técnico calificado y especializado en la materia.

8.2.2. Purgas

8.2.2.1. Descripción

Fugas en proceso de purgas. En las instalaciones de amoníaco su olor característico advierte inmediatamente de un mal funcionamiento del sistema de purgas.

8.2.2.2. Medidas

8.2.2.2.1. Los purgadores de aire en las instalaciones que trabajen con amoníaco R717 deben ser automáticos, a diferencia de los sistemas que utilizan refrigerantes fluorados, donde en principio no es aconsejable utilizar purgadores de aire automáticos.

8.2.2.2.2. Hay que reducir por tanto la fuga continua que significaría el purgador automático y hacer que esta operación la lleve a cabo un operario calificado, quien la iniciará cuando sea imprescindible y la cortará tan pronto se hayan alcanzado los parámetros de funcionamiento correctos.

8.2.2.2.3. Para realizar las purgas de aceite o de refrigerante del sistema se deben utilizar válvulas de corte rápido.

8.2.3. Trasvase de amoníaco

8.2.3.1. Descripción

Fugas en el trasvase de amoníaco o recarga del sistema.

8.2.3.2. Medidas

Hay que utilizar mangueras especiales para amoníaco y purgar los vapores remanentes en un recipiente con agua y restringir el acceso de personas ajenas al proceso.

8.2.4. Tuberías

8.2.4.1. Descripción

Roturas o filtraciones en las tuberías.

8.2.4.2. Medidas

Para reducir el riesgo de roturas o filtraciones se debe incluir en el plan preventivo la medición planificada de espesores y la verificación permanentemente de su estado, efectuando pruebas de presión a cargo de un personal técnico especializado, esta prueba es adicional a las medidas indicadas en la tabla 5.

8.2.5. Mangueras

8.2.5.1. Descripción

Roturas o filtraciones en las mangueras.

8.2.5.2. Medidas

8.2.5.2.1. Usar solo mangueras específicas para amoníaco; descarte las mangueras vencidas.

8.2.5.2.2. Las mangueras deben reemplazarse a los cinco años o inmediatamente que se detecte cualquier defecto, daño mecánico, desgaste del material o fallas en las conexiones.

8.2.5.2.3. Se deben utilizar mangueras que estén hechas para usar con amoníaco.

8.2.5.2.4. Las mangueras para amoníaco tienen fecha de vencimiento y tiene que tenerse presente en el programa de mantenimiento preventivo.

8.3. Medidas preventivas antes de intervenir el sistema de amoníaco

8.3.1. Usar ropa, equipos y dispositivos de protección personal como se especifica en la COVENIN 2237.

8.3.2. Proteger los tanques de amoníaco.

8.3.3. Mantener el sistema de refrigeración en buen estado.

8.3.4. Cumplir con las regulaciones vigentes.

8.3.5. El operador o técnico de mantenimiento debe tener a mano la siguiente información:

8.3.5.1. Plano de planta con el trazado de la red de los sistemas con amoníaco.

8.3.5.2. Diagrama de flujo de los sistemas y sus instalaciones.

8.3.5.3. Diagrama de flujo simplificado para emergencias.

8.3.5.4. Diagrama lineal del proyecto eléctrico de fuerza y control.

8.3.5.5. Plano de la canalización eléctrica a todos los componentes del sistema.

8.3.5.6. Manual de operación y mantenimiento de los equipos que componen el sistema.

8.3.5.7. Certificados de válvulas, tanques y otros equipos que lo requieran.

8.3.5.8. Catastro de las válvulas de seguridad, indicando su ubicación, presión de activación, marca, modelo, año de instalación y última calibración.

8.3.5.9. Archivo con el historial de la instalación, con los planes de mantenimiento preventivo de cada año.

8.3.5.10. Mantenimientos correctivos, reparaciones mayores y modificaciones o ampliaciones de la planta.

8.3.5.11. Archivo con los registros de operación de la planta en planillas diarias.

8.3.5.12. Descripción de los parámetros operacionales en condiciones de trabajo.

8.3.5.13. Descripción de los parámetros en condiciones de paro prolongado.

8.3.5.14. Planillas de control y de bitácora o libro de diario de la planta.

8.3.5.15. Plan de emergencia (ver la COVENIN 2226).

8.3.5.16. Diagrama de flujo actualizado y a la vista de la sala de máquina.

8.4. Medidas durante la operación y mantenimiento

8.4.1. Usar ropa, equipos y dispositivos de protección personal como se especifica en la COVENIN 2237.

8.4.2. Se debe contar con la presencia de un operador de manera constante cuando el sistema se encuentre en funcionamiento.

8.4.3. Los operadores deben mantener el sistema de refrigeración con amoníaco totalmente hermético e investigar y reportar inmediatamente cualquier escape de amoníaco que se presente.

8.4.4. Toda fuga debe ser reparada de inmediato por el personal calificado para eso.

8.4.5. El evento debe quedar registrado en el diario o bitácora y explicado detalladamente en el informe, aclarando las causas y las medidas adoptadas para evitar nuevas incidencias.

8.4.6. Los operadores y técnicos de mantenimiento deben registrar en un formato toda reparación realizada al sistema, indicando si se trata de mantenimiento preventivo o correctivo y si está dentro del programa anual de mantenimiento preventivo, y todos los repuestos utilizados.

8.4.7. Se debe contar con estaciones de lavado en caso de contacto con la piel y ojos.

8.5. Formación y capacitación de los operarios o técnicos de mantenimiento

Los operarios o técnicos de mantenimiento de sistemas de refrigeración que utilicen amoníaco R-717, deben:

8.5.1. Estar debidamente capacitado en el manejo de esta sustancia del R-717 (amoníaco refrigerante), conocer y manejar la información de la FDS del Amoníaco.

8.5.2. Conocer las condiciones de diseño y funcionamiento del sistema instalado, así como la información del sistema de refrigeración tanto en la planta como en los planos, especificaciones y manuales.

8.5.3. Conocer los procedimientos para un adecuado mantenimiento preventivo y correctivo.

8.5.4. Conocer los riesgos asociados con la operación y mantenimiento del sistema.

8.5.5. Tener buenos hábitos de trabajo.

8.5.6. Conocer y saber utilizar los elementos de protección personal y de seguridad (ver la COVENIN 2237).

8.5.7. Identificar los parámetros operacionales normales y críticos del equipo y llevar el registro de los mismos para evaluar el funcionamiento del sistema.

8.5.8. Conocer el peligro de las fugas de amoníaco.

8.5.9. Conocer y entender el plan de emergencia de la instalación como se especifica en la COVENIN 2226.



**Comisión Venezolana
de Normas Industriales**

BIBLIOGRAFÍA

LINDBORG, Anders. 2017. *Training course ammonia refrigeration*. R717/NH₃.

AUSTRALIA. 2010. *Victorian code of practice: Ammonia refrigeration*.

TECHNICAL SAFETY BC. 2019. *Guidelines for ammonia refrigeration plant Equipment integrity programs*. Final Draft.

ESTADOS UNIDOS, Environmental Protection Agency, Region 7. 2015. *Accident prevention and response manual for anhydrous ammonia refrigeration systems operators*. 4 ed. EPA-907-B-1-9001. Disponible en: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-05/documents/accident_prevention_ammonia_refrigeration_5-20-15.pdf.

BOTTA, Nestor. 2002. *Seguridad en el uso del Amoníaco*. Red Proteger. Disponible en: https://www.redproteger.com.ar/editorialredproteger/Material%20Viejo/51_Seguridad_Uso_Amoníaco_octubre2002.pdf.

ESTADOS UNIDOS, New Jersey Department of Health. 2016. *Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. Amoníaco. Derecho a Saber*. Disponible en: <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0084sp.pdf>.

WAGNER, Dave. 2021. *Los peligros del amoníaco en las empresas de alimentos y bebidas*. Industrial Scientific. Disponible en: <https://www.indsci.com/es/blog/los-peligros-del-amon%C3%ADaco-en-las-empresas-de-alimentos-y-bebidas>.

ESPAÑA, Boletín Oficial del Estado. 2019. *Reglamento de Seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias*. Real Decreto 552/2019. BOE-A-2019-15228. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2019/BOE-A-2019-15228-consolidado.pdf>.

ESPAÑA, Boletín Oficial del Estado. 2001. *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 BOE núm. 112 del 10 de mayo de 2001. ITC MIE-APQ- 4.

Comisión Venezolana
de Normas Industriales

ANEXO A (Informativo)
Código

TABLA A.1. Indicaciones de peligro

Código	Indicación de peligro
H220	Gas extremadamente inflamable.
H280	Contiene gas a presión puede explotar si se calienta.
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares.
H318	Provoca lesiones oculares graves.
H332	Nocivo si se inhala.
H334	Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación.
H370	Provoca daños en los órganos (sistema respiratorio).
H400	Muy tóxico para los organismos acuáticos.
H410	Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

[FUENTE: Elaboración propia del Comité Técnico de Normalización CT25 Gestión Ambiental a partir del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, Naciones Unidas].

TABLA A.2. Consejos de prudencia

Código	Consejos de prudencia
P210	Mantener alejado del calor/chispas/llamas abiertas/superficies calientes. - No fumar.
P260	No respirar el gas.
P261	Evitar respirar el gas.
P264	Lavar...a fondo después de la manipulación.
P270	No comer, beber ni fumar mientras se utiliza este producto.
P271	Usar solo al aire libre o en un área bien ventilada.
P273	Evitar su liberación al ambiente.
P280	Llevar guantes de protección/ropa/gafas/máscara de protección.
P285	En caso de ventilación inadecuada, usar protección respiratoria.
P301+P330+P331	En caso de ingestión: enjuagar la boca. No induzca el vómito.
P303+P361+P353	En caso de contacto con la piel: quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuague la piel con agua.
P304+P340	En caso de Inhalación: trasladar a la víctima al aire libre y mantenerla en reposo en una posición cómoda para respirar.
P304+P341	En caso de inhalación: Si respira con dificultad, trasladar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición cómoda para respirar.
P305+P351+P338	En caso de contacto con los ojos: enjuagar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quítese los lentes de contacto, si tiene y es fácil hacerlo. Continúe enjuagando.
P307+P311	En caso de exposición: llamar a un centro de información toxicológico o a un médico.
P310	Llamar inmediatamente a un centro de información toxicológica o a un médico
P312	Llamar a un centro de información toxicológica o a un médico si no se encuentra bien.
P314	Obtenga consejo/atención médica si no se siente bien.
P321	Tratamiento específico (ver...etiqueta).

**TABLA A.2. Consejos de prudencia
(Continuación)**

Código	Consejos de prudencia
P342+P311	Si experimenta síntomas respiratorios: llamar a un centro de información toxicológica o a un médico.
P363	Lavar la ropa contaminada antes de volver a usarla.
P377	Incendio con fuga de gas. No extinguir, a menos que la fuga pueda detenerse de forma segura.
P381	Eliminar todas las fuentes de ignición si es seguro hacerlo.
P391	Recoger derrames.
P403	Almacenar en un lugar bien ventilado.
P405	Tienda cerrada con llave.
P410+P403	Proteger de la luz solar. Almacenar en un lugar bien ventilado.
P501	Eliminar el contenido/el recipiente en...

[FUENTE: Elaboración propia del Comité Técnico de Normalización CT25 Gestión Ambiental a partir del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, Naciones Unidas].



**Comisión Venezolana
de Normas Industriales**

ANEXO B (Informativo)
Propiedades fisicoquímicas de diferentes refrigerantes

TABLA B. Propiedades fisicoquímicas del amoníaco comparadas con otros refrigerantes naturales

Refrigerante	Código ASHRAE	PCG	PAO	Punto ebullición (°C)	Temperatura crítica (°C)	Presión crítica (kPa)	Clase de seguridad	Peso molecular
NH ₃	R-717	0	0	-33,3	132,4	11420	B2L	17,0
CO ₂	R-744	1	0	-78,0	31,4	7380	A1	44,0
Propano	R-290	3,3	0	-42,1	96,7	4250	A3	44,1
Isobutano	R-600a	4	0	-11,8	134,7	3650	A3	58,1
Propileno	R-1270	1,8	0	-48,0	91,0	4610	A3	42,0
Agua	R-718	0	0	100,0	373,9	21770	A1	18,0
Aire	R-729	0	0	-193,0	140,7	3770	A1	28,9

[FUENTE: Elaboración propia del Comité Técnico de Normalización CT25 Gestión Ambiental a partir del Uso Seguro de Alternativas a los HCFC en la Refrigeración y el Aire Acondicionado, 2015].



**Comisión Venezolana
de Normas Industriales**

COVENIN
5038:2024



SENCAMER

Servicio Desconcentrado de Normalización,
Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

**Av. Libertador, Centro Comercial Los Cedros, Nivel PH,
Urbanización La Florida – Caracas – Distrito Capital**

**Publicada en: Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 43.088 de
fecha 17 de marzo de 2025**

I.S.B.N: 978-980-445-086-0

N° DE DEPÓSITO LEGAL: DC2024002287

I.C.S: 13.060.99