



# Guía técnica para el manejo, caracterización y potencial aprovechamiento de equipos de refrigeración

ENERO 2026

**Publicado por:**

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 32 + 36  
53113 Bonn, Deutschland  
T +49 228 44 60-0  
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5  
65760 Eschborn, Deutschland  
T +49 61 96 79-0  
F +49 61 96 79-11 15

E [info@giz.de](mailto:info@giz.de)  
I [www.giz.de](http://www.giz.de)

**Programa NAMA PyME, PyMEs como contribución a una economía baja en carbono.**

**Guía técnica para el manejo, caracterización y potencial aprovechamiento de equipos de refrigeración.**

Agencia de la GIZ en México Torre Hemicor, PH  
Av. Insurgentes Sur No. 826 Col. Del Valle  
C.P. 03100, Ciudad de México.  
T +52 55 5536 2344  
F + 52 55 5536 2344  
E [giz-mexiko@giz.de](mailto:giz-mexiko@giz.de)  
I [www.giz.de/mexico](http://www.giz.de/mexico)

**Versión**

Enero de 2026

**Texto elaborado por SustainLuum®:**

Gloria Marina Godínez Ramírez  
Danae Michell Neri Ortega  
Berenice Hernández Rubio  
Ana Karina Torres Hernández

**Diseño por SustainLuum®:**

Miriam Báez Cervantes

**Coordinación y supervisión GIZ®:**

Jorge Edurardo Atala Palacios  
Ana Gabriela Herrera Alejandre

**La GIZ México es responsable del contenido de la presente publicación.**

Esta guía se desarrolló para el programa NAMA PyME implementado por la Cooperación Técnica Alemana (GIZ). Este programa cuenta con el apoyo técnico y financiero de Mitigation Action Facility por encargo del Ministerio Federal de Economía y Acción Climática de Alemania (BMWK), junto con la Iniciativa Internacional para el Clima (IKI), el Departamento de Seguridad Energética y Cero Neto del Reino Unido (DESNZ), el Ministerio de Clima, Energía y Servicios Públicos de Dinamarca (KEFM), el Ministerio de Asuntos Exteriores de Dinamarca (MFA), la Unión Europea y la Fundación del Fondo de Inversión para la Infancia (CIFF).

## Tabla de contenido

Lista de tablas.....	3
Lista de figuras.....	3
Glosario de términos.....	4
Acrónimos.....	6
Contexto.....	8
Objetivo.....	8
Introducción.....	9
Equipos de Refrigeración.....	10
Componentes.....	10
Tipos de equipo.....	14
Principales fallas de los equipos.....	15
Elementos de seguridad laboral para el manejo del equipo.....	15
Equipo de protección personal.....	15
Herramientas mecánicas para el desensamble de equipos.....	18
Prácticas de manejo.....	20
Desinstalación.....	20
Transporte.....	21
Requerimientos regulatorios y de buenas prácticas en unidades de transporte.....	22
Recepción del equipo.....	22
Almacenamiento.....	23
Requerimientos regulatorios y de buenas prácticas de instalaciones de almacenamiento.....	24
Desensamble de componentes.....	26
Inhabilitación.....	32
Recuperación de materiales valorizables.....	32
Reciclaje.....	32
Disposición Final.....	33
Sustancias Peligrosas y manejo adecuado.....	33
Identificación de las sustancias peligrosas.....	33
Etapas del manejo en las cuales se generan o se manipulan sustancias o residuos peligrosos.....	34
Manejo de los gases refrigerantes.....	34
Métodos de recuperación de gases refrigerantes:.....	35
Fichas técnicas de las sustancias y materiales peligrosos.....	37

Oportunidades de circularidad .....	37
Marco regulatorio.....	37
Marco legal general en materia de Residuos.....	38
Normatividad aplicable en materia de residuos – Normas Oficiales Mexicanas (NOM) .....	40
Anexos.....	42
Anexo 1. Check List - Criterios de recepción de equipos en GCdE.....	42
Anexo 2. Manifiesto entrega-recepción para equipos ineficientes/obsoletos.....	43
Anexo 3. Fichas técnicas de Sustancias peligrosas .....	46
Anexo 4. Gases refrigerantes libres de cloro .....	51
Referencias.....	52

## Lista de tablas

Tabla 1 Componentes principales de equipos de refrigeración.....	11
Tabla 2 Tipos de equipo de refrigeración.....	14
Tabla 3 Principales fallas de los equipos de refrigeración.....	15
Tabla 4 Equipo de Protección Personal (EPP) .....	15
Tabla 5 Herramientas mecánicas para el desensamble de equipos de refrigeración.....	18
Tabla 6 Categorización para el almacenamiento de equipos de refrigeración .....	23
Tabla 7 Pasos para el desensamble de componentes de un equipo de refrigeración.....	26
Tabla 8 Componentes, materiales y sustancias provenientes del desensamble de equipos de refrigeración.....	31
Tabla 9 Componentes de inhabilitación de los equipos de refrigeración .....	32
Tabla 10 Vías potenciales de aprovechamiento mediante reciclaje de los componentes y materiales.....	32
Tabla 11 Normatividad técnica aplicable relevante.....	40
Tabla 12 Ficha de seguridad: Gases refrigerantes .....	46
Tabla 13 Ficha de seguridad: Agentes espumantes.....	47
Tabla 14 Ficha de seguridad: Aceites lubricantes .....	48
Tabla 15 Ficha de seguridad: BPCs .....	50
Tabla 16 Gases refrigerantes libres de cloro .....	51

## Lista de figuras

Figura 1 Contenido Guía técnica .....	10
Figura 2 Proceso general del manejo de equipos que salen de operación.....	20
Figura 3 Descarga de los equipos ineficientes/obsoletos en el centro gestor de equipos.....	21
Figura 4 Equipo de protección personal para el transporte de los equipos .....	22
Figura 5 Buenas prácticas de manejo de los equipos de refrigeración .....	23
Figura 6 Malas prácticas de manejo de los equipos de refrigeración .....	24
Figura 7 Representación gráfica del almacén de equipos de refrigeración .....	25
Figura 8 Representación gráfica del almacén de residuos peligrosos .....	26
Figura 9 Referencia gráfica de un cuarto frío.....	31
Figura 10 Tanques de gas refrigerante almacenados en el centro gestor de equipos .....	34
Figura 11 Representación gráfica de los Componentes de un cilindro para recuperar refrigerante.....	35
Figura 12 Representación del sistema de extracción de gases refrigerantes- método de "Recuperación de vapores".....	35
Figura 13 Representación del sistema de extracción de gases refrigerantes- método de "Push/pull" .....	36
Figura 14 Oportunidades de circularidad .....	37
Figura 15 Criterios relevantes de circularidad de acuerdo con la LGEC .....	40

## Glosario de términos

**Bifenilos polibromados (BPB):** Sustancia empleada como retardante usada principalmente en carcasas de plásticos y tarjetas impresas de circuitos. Es considerada un contaminante orgánico persistente (COP) debido a los potenciales impactos en salud y el medio ambiente.

**Componentes:** Partes que constituyen un equipo, los cuales pueden ser empleadas en el reacondicionamiento o remanufactura de equipos.

**Desensamble:** Acción de separar o desarmar los equipos en componentes y piezas, con el objetivo de evaluar su posible reutilización.

**Destino final:** Última etapa de manejo de los residuos ya sea en instalaciones para su valorización o su disposición final.

**Disposición final:** Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

**Emplayar:** Envolver uno o varios equipos o componentes con una película plástica o con plástico burbuja de aire encapsulado (de polietileno) con el fin de proteger, facilitar y disminuir los riesgos en su manejo o traslado.

**Equipo ineficiente/obsoleto:** Son los equipos que dejan de tener un desempeño óptimo, y que con un mantenimiento y operación adecuada pueden ser reutilizados, reacondicionados o desensamblados para emplear sus componentes como refacciones.

**Fundición:** Refiere a la acción de fundir metales para ser empleados como materia prima en procesos subsecuentes.

**Gases de Efecto Invernadero:** Aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación infrarroja contribuyendo al efecto invernadero. Los gases de efecto invernadero artificiales, productos de la industria, contribuyen al aumento de temperatura (cambio climático). Los principales gases involucrados son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), no obstante, los equipos ineficientes/obsoletos de interés para el programa NAMA PyME contienen otros compuestos como los gases refrigerantes (usados en los equipos de refrigeración y climatización, principalmente) que se caracterizan por su elevado potencial de calentamiento global (PCG) que va desde los 150 a los 22,800.

**Generación:** Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o del desecho de equipos post-consumo.

**Generador:** Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o el desecho de equipos post-consumo.

**Gestor Circular de Equipos (residuos):** Persona física o moral autorizada para realizar el manejo circular de equipos residuos (o ineficientes u obsoletos), en una o varias etapas: transporte, acopio, almacenamiento, reacondicionamiento o reciclaje.

**Material:** Sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y constituye los productos de consumo, o sus envases, empaques, embalajes y los residuos que éstos generan.

**Material o espuma absorbente:** Material que tiene la capacidad de absorber fluidos (ej.: sustancias peligrosas, aceites, hidrocarburos, etc.) de derrames para posteriormente darle un manejo adecuado que evite daños a la salud y al ambiente.

**Policlorobifenilos o bifenilos policlorados (BPC):** Serie de compuestos organoclorados que constituyen una familia de 209 congéneres, los cuales se forman durante la cloración de diferentes posiciones del bifenilo, 10 en total. Son consideradas de las sustancias químicas orgánicas más estables y tóxicas que se conocen. Su constante dieléctrica baja y su punto de ebullición elevado los hacen ideales como fluidos refrigerantes en condensadores y transformadores eléctricos. Sin embargo, hoy en día las desventajas de los BPC se consideran significativas debido a que no son biodegradables, son persistentes en el ambiente, se acumulan en el tejido graso de seres vivos y son

conocidos cancerígenos. Para los equipos que emplean BPCs para su funcionamiento, se considerará "Equipo BPCs" a aquellos equipos eléctricos (capacitores, transformadores y balastros) que contienen BPCs en concentración igual o superior a 50 ppm.

**Reciclaje:** Proceso en el que los residuos son transformados en materia prima usable, a partir de un proceso industrial de transformación física. En este caso, los equipos se "destruyen" mediante procesos de desensamble de componentes, así como separación y trituración de los materiales para su reciclaje.

**Recolección:** Acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral.

**Recuperación:** Forma parte de las actividades cuyo objetivo es valorar los residuos a través de la reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado, entre otras.

**Refrigerante:** Es una sustancia que permite mover el calor dentro de un sistema de enfriamiento. Lo hace absorbiendo calor cuando está a baja temperatura y presión, y liberándolo cuando se encuentra a condiciones más altas. Generalmente, durante este proceso la sustancia cambia de estado físico.

**Residuos de Manejo Especial:** Son aquellos residuos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos (cantidad igual o mayor a 10 toneladas de residuos sólidos urbanos al año).

**Residuos Peligrosos:** Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como materiales envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados por estos residuos

**Reutilización:** El empleo de un material o residuo sin un proceso de transformación de por medio.

**Separación:** Etapa de manejo que se realiza con el objetivo de segregar los diferentes materiales provenientes en una corriente de residuos y/o los componentes o partes que conforman alguno de los equipos ineficientes u obsoletos y categorizarlos de acuerdo con sus características físicas y químicas. Como parte de estas actividades se realiza la segregación de diferentes residuos / materiales con o sin la necesidad de realizar desarmado o desensamble.

**Sustancias agotadoras de la capa de ozono:** Hidrocarburos clorados, fluorados o bromados con la capacidad de reaccionar en cadena con las moléculas de ozono estratosférico provocando la destrucción de la capa de ozono. La duración de vida destructiva de las sustancias agotadoras de la capa de ozono es de entre los 100 y 400 años. Algunos ejemplos son los clorofluorocarbonos (CFC), los hidrofluorocarbonos (HFC), los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) o los hidrobromofluorocarbonos (HBFC).

**Tarjetas/placas de circuitos impresos:** Término utilizado en la electrónica para definir a las placas encargadas de sostener y conectar eléctricamente los componentes electrónicos mediante materiales conductores.

**Tratamiento:** Procedimiento mecánico, físico, químico, biológico o térmico, mediante el cual se cambian las características de los residuos, con la posibilidad de reducir su volumen o peligrosidad.

**Valorización:** Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

## Acrónimos

<b>BPB</b>	Bifenilos polibromados
<b>BPC</b>	Bifenilos policlorados
<b>CFC</b>	Clorofluorocarbonos
<b>CGCdE</b>	Centro Gestor Circular de Equipos
<b>COP</b>	Contaminante Orgánico Persistente
<b>EE</b>	Eficiencia Energética
<b>EPP</b>	Equipo de Protección Personal
<b>GCdE</b>	Gestor Circular de Equipos Ineficientes/Obsoletos
<b>GdRP</b>	Gestor de Residuos Peligrosos
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GIZ</b>	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i> (Cooperación Técnica Alemana)
<b>HBFC</b>	Hidrobromofluorocarbonos
<b>HCFC</b>	Hidroclorofluorocarbonos
<b>HFC</b>	Hidrofluorocarbonos
<b>LED</b>	<i>Light Emitting Diode</i> (Diodo Emisor de Luz)
<b>LGEEPA</b>	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
<b>LPGGIR</b>	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
<b>NAMA</b>	<i>Nationally Appropriate Mitigation Actions</i> (Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación)
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>PBB</b>	<i>Polybrominated Biphenyls</i> (Bifenilos Polibromados)
<b>PBDE</b>	<i>Polybrominated Diphenyl Ethers</i> (Éteres de Bifenilos Polibromados)
<b>PCG</b>	Potencial de Calentamiento Global
<b>PET</b>	Polietilentereftalato
<b>PyME</b>	Pequeña y Mediana Empresa
<b>RLGPGIR</b>	Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
<b>RME</b>	Residuos de Manejo Especial
<b>RP</b>	Residuos Peligrosos
<b>SAO</b>	Sustancia Agotadora de la Capa de Ozono
<b>SCT</b>	Secretaría de Comunicaciones y Transportes

**SEMARNAT**            Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

**tCO<sub>2</sub>e**                Toneladas de dióxido de carbono equivalente

## Contexto

El proyecto *Pequeñas y medianas empresas (PyMEs) como contribución a una economía baja en carbono* (NAMA PyME) es una iniciativa conjunta de la Cooperación Técnica Alemana (GIZ), la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), Nacional Financiera (Nafin) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Su objetivo principal es promover el desarrollo de un mercado dinámico y robusto de eficiencia energética en México, facilitando el acceso a financiamiento para que las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) implementen proyectos de uso sustentable de la energía y contribuyan a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

El proyecto cuenta con el apoyo técnico y financiero de la *Mitigation Action Facility* (MAF), por encargo del Ministerio Federal de Economía y Acción Climática de Alemania (BMWK), así como de la Iniciativa Internacional para el Clima (IKI). Adicionalmente, recibe contribuciones del Departamento de Seguridad Energética y Cero Neto del Reino Unido (DESNZ), el Ministerio de Clima, Energía y Servicios Públicos de Dinamarca (KEFM), el Ministerio de Asuntos Exteriores de Dinamarca (MFA), la Unión Europea y la Fundación del Fondo de Inversión para la Infancia (CIFF).

En particular, el proyecto opera a través de dos componentes principales, una técnica y otra financiera, acompañadas por un eje transversal de género. Por un lado, la componente financiera busca garantizar el acceso a financiamiento a través del programa Eco Crédito Sustentable (ECS) basado en un fondo de garantía que crea un entorno atractivo para que instituciones financieras ofrezcan productos para proyectos de eficiencia energética en el segmento PyME bajo condiciones preferenciales y competitivas. Esta componente contempla incentivos orientados a la realización de diagnósticos energéticos, la implementación de protocolos de mitigación, la validación técnica de proyectos y la sustitución de equipos obsoletos mediante bonos de chatarrización.

Por otro lado, la componente técnica se centra en el fortalecimiento de la oferta y demanda de servicios técnicos vinculados al desarrollo de proyectos de eficiencia energética. En particular, aborda las brechas de información relacionadas con los beneficios de la eficiencia energética y la percepción de riesgo asociada a las tecnologías por medio de campañas de sensibilización dirigidas a PyMEs y a instituciones financieras. En ella se incluyen el desarrollo de protocolos operativos, la incorporación de nuevos enfoques estratégicos de implementación y acciones orientadas a mejorar la articulación entre actores clave del mercado.

De manera transversal, el proyecto opera a través de un Plan de Acción de Equidad de Género e Inclusión Social (GESI-AP, por sus siglas en inglés), el cual busca impulsar su involucramiento tanto como usuarias directas, tomadoras de decisiones y desarrolladoras de proyectos, con el objetivo de generar un cambio transformador que facilite la incorporación de tecnologías eficientes en el sector de las pequeñas y medianas empresas.

NAMA PyME estará vigente hasta marzo de 2026, en el marco de la cooperación entre la GIZ y las contrapartes mexicanas. Posteriormente, el programa Eco Crédito Sustentable continuará operando bajo la responsabilidad de Nafin, con el fin de dar continuidad al fortalecimiento del mercado de eficiencia energética y al acceso al financiamiento para PyMEs en el país.

## Objetivo

La presente Guía Técnica se encuentra dirigida a los Gestores Circulares de Equipos, de forma que cuenten con las herramientas técnicas y recomendaciones operativas para realizar una gestión óptima de los equipos de refrigeración una vez que sean recibidos por los procesos operativos del Programa Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) como contribución a una economía baja en carbono (NAMA PyME), para favorecer la recuperación circular de materiales.

## Introducción

El uso eficiente de la energía integra diversos beneficios asociados, el principal vinculado al presente proyecto, la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Considerando lo anterior, es que se genera un flujo de equipos utilizados en las PyME que son ineficientes/obsoletos, por lo cual deben ser gestionados de forma adecuada para evitar que generen impactos ambientales y sociales negativos.

Entre los equipos de prioridad de este Programa se encuentran los **equipos de refrigeración**, que de acuerdo con estudios realizados en el programa se identifica que son equipos de elevada generación en los sectores industriales y de comercio, y de uso de sustancias de alto impacto ambiental como gases refrigerantes y aceites.

En este instrumento encontrará como sección principal las buenas prácticas de manejo, incluyendo elementos de seguridad laboral, y recomendaciones en las actividades de manejo del equipo, incluyendo en su transporte, almacenamiento, recuperación de materiales valorizables y disposición final, acompañado del manejo adecuado que deben tener las sustancias y residuos peligrosos que contienen los equipos para su funcionamiento.

Así mismo, encontrará de forma detallada información relevante en términos del marco regulatorio que rige a los equipos de refrigeración, con el objetivo de plantear criterios que pueden ser útiles en la gestión de los equipos y la prevención de impactos ambientales y de gestión de residuos.

A través de la gestión circular de los equipos ineficientes/obsoletos que salen de operación de las PyME, se logrará la mitigación de gases de efecto invernadero que propician al cambio climático al reciclar materias primas con lo que se evita la extracción y procesamiento de nuevos materiales como acero, aluminio o cobre. Asimismo, se logrará el tratamiento y disposición adecuada de sustancias peligrosas contenidas en los equipos para evitar generar impactos ambientales y de forma prioritaria fomentará la generación de nuevos empleos y desarrollo de capacidades en la ejecución de prácticas circulares sustentables.

El contenido de la guía técnica se detalla en la siguiente figura:

Figura 1 Contenido Guía técnica



## Equipos de Refrigeración

Como parte del programa NAMA PyME se considera a los equipos de refrigeración con elevada prioridad para ser sustituidos dentro de las PyME, debido a su amplio potencial de reducción de consumo energético por la sustitución de equipos ineficientes/obsoletos antiguos por otros eficientes.

## Componentes

Los equipos de refrigeración de forma general tienen como componentes el compresor, la unidad de condensador-evaporador, el ventilador, la válvula de expansión y el serpentín, termostato, puertas y carcasa. En la siguiente tabla se identifican los materiales de los cuales generalmente están fabricados cada uno de los componentes.

Tabla 1 Componentes principales de equipos de refrigeración

Componente	Descripción	Materiales comunes de composición
<p data-bbox="264 555 384 584"><b>Compresor</b></p>	<p data-bbox="469 322 1034 479">Su función es la de circular el gas refrigerante por todo el sistema y añadir presión a la parte calefaccionada del circuito para calentar el refrigerante. Situado de forma interna en el equipo de refrigeración comercial.</p> 	<p data-bbox="1086 555 1334 584">Aluminio, acero, cobre</p>
<p data-bbox="252 1003 397 1032"><b>Condensador</b></p>	<p data-bbox="469 826 1034 887">En su interior, el refrigerante se enfría y se condensa, volviéndose líquido.</p> 	<p data-bbox="1139 1003 1281 1032">Acero, cobre</p>
<p data-bbox="264 1429 384 1458"><b>Evaporador</b></p>	<p data-bbox="469 1218 1034 1339">El evaporador se sitúa dentro del refrigerador, el cual a medida que el refrigerante pasa de estado líquido a gaseoso a través de la evaporación, enfría el área circundante.</p> 	<p data-bbox="1126 1429 1297 1458">Acero, aluminio</p>
<p data-bbox="268 1771 381 1800"><b>Ventilador</b></p>	<p data-bbox="469 1677 1034 1890">La función del motor del ventilador del evaporador en el refrigerador es mejorar la circulación de aire frío dentro del gabinete para mantener una temperatura uniforme. Dependiendo del tipo de equipo de refrigeración es que este se encontrará accesible para retirarlo o necesitará el desmantelamiento del equipo.</p>	<p data-bbox="1139 1771 1281 1800">Acero, cobre</p>

		
<p><b>Válvula de expansión</b></p>	<p>La válvula de expansión controla la caída de presión para lograr la evaporación del refrigerante y generar condiciones frigoríficas, controla el caudal del líquido en el evaporador y permite controlar adecuadamente la temperatura de salida en el evaporador.</p> 	<p>Acero</p>
<p><b>Serpentín</b></p>	<p>Componente formado por tubos de diversos materiales por los cuales pasa un fluido, mientras que por fuera tienen contacto con el aire o un gas, lo que permite un intercambio de calor.</p> 	<p>Cobre, acero</p>
<p><b>Termostato</b></p>	<p>El termostato controla el proceso de refrigeración mediante la supervisión de la temperatura y a continuación, encendiendo y apagando el compresor. Cuando el sensor detecta que hace suficiente frío dentro del refrigerador, apaga el compresor. Por el contrario, si detecta demasiado calor, enciende el compresor y vuelve a iniciar el proceso de refrigeración.</p>	<p>Acero, cobre</p>


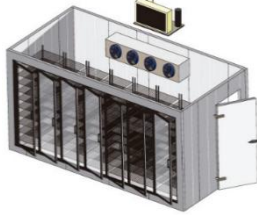
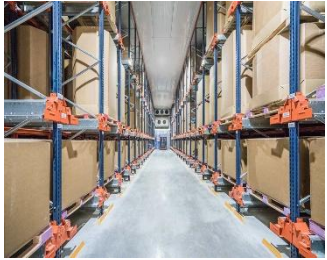
		
<b>Carcasa</b>	Estructura de protección y soporte para los componentes del equipo.	Acero, plástico
<b>Puertas</b>	Elemento de refrigeradores comerciales y cámaras de refrigeración que permite acceder al interior del equipo, ya sea para retirar o ingresar elementos a ser enfriados.	Vidrio, plástico, acero

A continuación, se describen algunos de los tipos de equipos de refrigeración que ejemplifican su operación y la composición de materiales que se pueden obtener por la sustitución de equipos ineficientes instalados en diferentes tipos de empresas que corresponde a las PyME, los porcentajes de composición por materiales indicados se plantean como una referencia general planteada en los acercamientos con gestores, la cual puede variar entre cada equipo, su capacidad y modelo considerado.

## Tipos de equipo

Existe una amplia diversidad de equipos de refrigeración que se localizan en diferentes tipos de PyME, dependiendo el tipo de servicio o actividad que se desarrolle en sus instalaciones. En la siguiente tabla se muestra un listado de los equipos más comunes que normalmente se pueden encontrar las empresas o inmuebles:

Tabla 2 Tipos de equipo de refrigeración

Tipo de equipo	Descripción	Uso común	Componentes principales	Composición de materiales	Imagen
<b>Refrigerador comercial</b>	Equipos dirigidos a exhibir productos en comercios se pueden encontrar en distintos tipos desde tipo frigobar de 1 puerta y 3 parrillas hasta refrigeradores de 3 puertas con 9 parrillas.	Comercial	Evaporador Compresor Bobina de condensación	Acero en 60% Plástico en 10% Vidrio en 15% Otros materiales (cobre, aluminio, refrigerantes) en 15%	
<b>Cámaras de refrigeración</b>	Las cámaras de refrigeración mantienen los productos a temperaturas entre 2 y 4 °C.	Comercial e industrial	Unidades condensadoras y de evaporación Compresores Paneles aislados Puertas de acceso para carga y servicio.	Acero en 52% Materiales no ferrosos como aluminio y cobre n 25%, Aceites en 10% Otros materiales (gases refrigerantes, plástico y otros) en 15%	
<b>Cámaras de congelación</b>	Las cámaras de refrigeración mantienen los productos a temperaturas por debajo de los 0°C	Comercial e industrial	Unidades condensadoras y de evaporación Compresores Paneles aislados Puertas de acceso para carga y servicio.	Acero en 52% Materiales no ferrosos como aluminio y cobre n 25%, Aceites en 10% Otros materiales (gases refrigerantes, plástico y otros) en 15%	

## Principales fallas de los equipos

Se identifican como principales fallas del equipo de refrigeración las que se describen en la tabla 3. En esta tabla se indican los componentes clave de los equipos de refrigeración, así como las principales fallas que puede presentar el componente con la intención de que los gestores puedan brindar especial atención a estos e identificar si pueden recuperarlos o serán dirigidos a actividades de reciclaje.

Tabla 3 Principales fallas de los equipos de refrigeración

Componentes principales del equipo	Principales causas de fallas del componente
Termostato	El sensor de temperatura no funciona por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción en ductos</li> <li>• Presencia de fugas de gas refrigerante</li> </ul>
Compresor	Bobinas del compresor dañadas Fuga de gas refrigerante
Condensador	Fugas en el condensador Obstrucción de la circulación
Válvula de expansión	La válvula de expansión está obstruida/bloqueada provoca las siguientes fallas en el equipo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de refrigerante en el sistema</li> <li>• Aumento de presión en el sistema</li> <li>• Sobre calentamiento del compresor</li> </ul>
Evaporador	Corrosión del núcleo de funcionamiento por exceso de humedad Fugas en los tubos del intercambiador de calor
Ventilador	La caja de circuitos se ha botado La caja de fusibles se encuentra dañada El motor del ventilador se encuentra dañada


## Elementos de seguridad laboral para el manejo del equipo

El manejo de los equipos de refrigeración ineficientes/obsoletos requieren del uso adecuado de elementos de protección personal ya que se componen por materiales eléctricos, punzocortantes y tóxicos, así como requieren del uso de las herramientas adecuadas que optimicen el proceso de manejo.

A partir de lo anterior, se establecen los elementos que a continuación se describen:

### Equipo de protección personal

Tabla 4 Equipo de Protección Personal (EPP)

Equipo de protección personal (EPP)	Uso que se le da al EPP	Imagen alusiva
Casco de seguridad	Se emplea durante todo el proceso de manejo y desensamble de los equipos para amortiguar impactos por la caída de equipos pesados	

<p><b>Gafas de protección</b></p>	<p>Se emplea durante todo el proceso de manejo y desensamble de los equipos para proteger los ojos contra polvo, chispas o sustancias irritantes</p>	
<p><b>Tapones auditivos</b></p>	<p>Se emplea durante el proceso desensamble de los equipos para reducir las molestias del ruido provocado por el manejo de las herramientas mecánicas</p>	
<p><b>Cubre bocas/mascarilla antipolvo</b></p>	<p>Se emplea durante todo el proceso de manejo y desensamble de los equipos para evitar la inhalación de polvo y partículas dañinas para la salud</p>	
<p><b>Respirador contra gases y vapores</b></p>	<p>Se emplea durante el desensamble de los equipos en el proceso de extracción de gases refrigerantes para evitar la inhalación y contacto ocular con gases y vapores peligrosos/tóxicos</p>	
<p><b>Guantes de protección (de nitrilo, látex, guantes de hilaza, entre otros)</b></p>	<p>Se emplea durante el desensamble de los equipos en el proceso de extracción de gases refrigerantes y aceites lubricantes para evitar el contacto físico con sustancias.</p>	


<p><b>Guantes de carnaza</b></p>	<p>Se emplea durante el proceso desensamble de los equipos para prevenir cortaduras y descargas eléctricas en el desensamble de equipos y separación selectiva de materiales</p>	
<p><b>Delantal de carnaza</b></p>	<p>Se emplea durante el proceso de manejo y desensamble de los equipos para evitar el contacto con sustancias o materiales</p>	
<p><b>Overol</b></p>	<p>Se emplea durante el proceso de manejo y desensamble de los equipos para evitar el contacto con sustancias o materiales</p>	
<p><b>Calzado de protección (con casquillo de protección, antiderrapante y dieléctrico)</b></p>	<p>Se emplea durante el proceso de manejo y desensamble de los equipos para proteger los pies contra golpes por caída de objetos pesados, así como evitar resbalones y descargas eléctricas.</p>	
<p><b>Pulsera antiestática</b></p>	<p>Se emplea durante el proceso de manejo y desensamble de los equipos para protección contra el riesgo de descarga eléctrica por piezas no descargadas</p>	

## Herramientas mecánicas para el desensamble de equipos

Tabla 5 Herramientas mecánicas para el desensamble de equipos de refrigeración

Herramienta	Uso principal	Imagen alusiva
<b>Herramientas Manuales</b>		
<b>Destornillador (plano, cruz, diversas puntas)</b>	Herramienta empleada en el proceso de desmontaje de paneles exteriores del equipo, placas de circuito, compresor, ventilador y motor eléctrico del equipo	
<b>Pinzas (de punta, corte, electricista, mecánica, etc.)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De punta: utilizadas para sujetar piezas muy pequeñas por sus mordazas puntiagudas</li> <li>• De electricista: diseñadas para manipular (cortar, doblar y pelar) cables eléctricos</li> <li>• De mecánico: utilizadas para sujetar cualquier tipo de material</li> <li>• De corte: utilizadas para cortar alambres y materiales delgados</li> </ul>	
<b>Martillo</b>	Herramienta empleada para facilitar el desmontaje de paneles exteriores del equipo, compresor, ventilador y motor eléctrico del equipo	
<b>Mazo</b>	Herramienta empleada para facilitar el desmontaje de paneles exteriores del equipo, compresor, ventilador y motor eléctrico del equipo. Se puede emplear previo al almacenamiento de los equipos para modificar la forma de los componentes metálicos o plásticos.	
<b>Segueta</b>	Herramienta empleada para cortar o separar láminas las carcasas metálicas de los equipos u otros en el proceso de desmontaje de paneles exteriores del equipo y la de la unidad condensadora/ evaporadora	
<b>Herramientas Semiautomáticas</b>		

<p><b>Amoladora angular</b></p>	<p>Herramienta empleada en el proceso de desmontaje de paneles exteriores del equipo y la de la unidad condensadora/ evaporadora.</p>	
<p><b>Taladro</b></p>	<p>Herramienta empleada en el proceso de desmontaje de la de la unidad condensadora/ evaporadora y en el proceso de vaciado de aceites del compresor (para hacer el orificio en la parte superior)</p>	
<p><b>Destornillador eléctrico</b></p>	<p>Herramienta empleada en el proceso de desmontaje de paneles exteriores del equipo, placas de circuito, compresor, ventilador y motor eléctrico del equipo</p>	
<p><b>Bomba de vacío</b></p>	<p>Herramienta empleada en el proceso de extracción de gases refrigerantes</p>	
<p><b>Tanque de recuperación</b></p>	<p>Cilindros utilizados para la recuperación de gases refrigerantes. Se les reconoce porque los de tamaño pequeño (13.6 Kg. Y 22 Kg) vienen pintados en el área del hombro del tanque y el resto es de color gris. Este tanque consta de una válvula “Y”, que dispone de dos mangueras, una roja para refrigerante líquido y una azul que es para el gaseoso.</p>	
<p><b>Recuperadora</b></p>	<p>Es una máquina que se conecta al sistema de refrigeración o aire acondicionado y al cilindro de recuperar gas. Esta máquina extraerá el refrigerante tanto líquido como gaseoso de un sistema, para dejarlo libre y susceptible a ser cargado o recargado nuevamente.</p>	
<p><b>Detectores de fuga</b></p>	<p>Los detectores de fugas son instrumentos que permiten localizar la fuente de emisiones de gas refrigerante dentro de un sistema de refrigeración o aire acondicionado.</p>	

<p><b>Válvula Extractora de Pivotes</b></p>	<p>Herramienta de utilidad en el manejo de pivotes en el caso de recuperar gas refrigerante.</p>	
---	--	---

**Nota:** En el manejo de equipos ineficientes/obsoletos de refrigeración la extracción y manejo adecuado de sustancias peligrosas es indispensable, dado lo anterior, se recomienda contar con el equipo para la recuperación de gases refrigerantes en el centro de trabajo del GCdE para optimizar el manejo de estas sustancias. No obstante, si el GCdE no cuenta con el equipo necesario o se encuentra en proceso de adquirir el equipo, así como con las capacidades técnicas necesarias para realizar este proceso de extracción se contactará un actor/proveedor especializado en el manejo de estas sustancias y se le hará llegar el componente que contiene la sustancia para su extracción (por ejemplo, el compresor contiene aceites, por lo que se enviará al gestor de residuos peligrosos-GdRP el compresor completo), con la intención de minimizar las incidencias de derrame o liberación de sustancias en el centro del GCdE.

## Prácticas de manejo

Esta sección de la presente guía tiene el objetivo de establecer las prácticas de manejo que permitan optimizar el aprovechamiento de los equipos de refrigeración ineficientes que fueron retirados de las instalaciones de las PyME y transportados hacia Centros de Gestores Circulares de Equipos (CGCdE), así como de la valorización de sus materiales a lo largo de las etapas de manejo y transporte hasta los GCdE en donde se lleve a cabo su disposición final.

Como se muestra en la Figura 1, el proceso general del manejo de equipos que salen de operación inicia con la recolección del equipo ineficiente u obsoleto en la PyME. Posteriormente, el equipo es transportado al centro Gestor Circular de Equipos, donde es recibido y sus características son revisadas. Tras un periodo de almacenamiento temporal (solo en caso de que aplique), se procede al desensamble del equipo y a la separación selectiva de sus materiales, concluyendo el proceso con el reciclaje de estos.

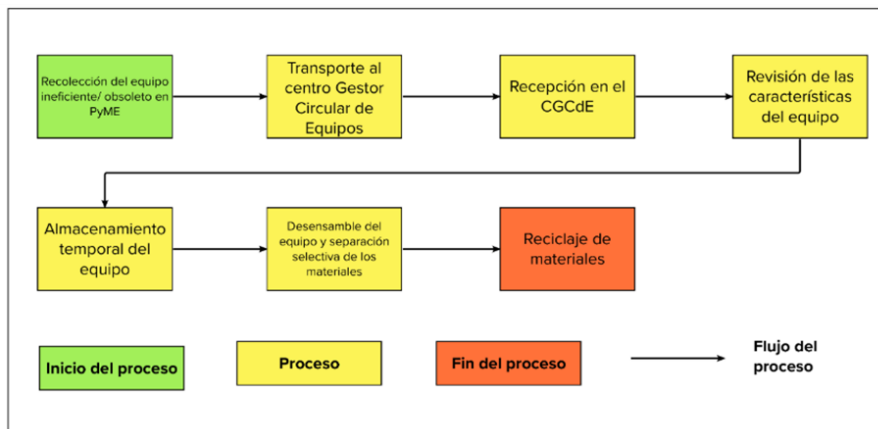


Figura 2 Proceso general del manejo de equipos que salen de operación

## Desinstalación

Una vez que el equipo ha sido seleccionado para su sustitución, se procede a su desinstalación, asegurando previamente que se han interrumpido y deshabilitado todas las líneas de interacción entre el equipo y el sitio de operación. En este paso debe generarse un registro y reporte del equipo a sustituir, los cuales formarán parte del “MANIFIESTO DE ENTREGA–RECEPCIÓN PARA EQUIPOS INEFICIENTES/OBSOLETOS”.

Para garantizar la seguridad del personal, el control ambiental y la viabilidad de reutilización o remanufactura bajo principios de economía circular, se debe seguir estrictamente el orden que se describe a continuación.

- **Retiro de producto y limpieza:** Antes de cualquier intervención técnica, el equipo debe vaciarse completamente de productos perecederos. Posteriormente, se realiza una limpieza básica del interior del equipo, con el fin de evitar riesgos sanitarios asociados a la presencia de residuos orgánicos, moho o bacterias durante el manejo, almacenamiento o transporte posterior.
- **Bloqueo de energía:** Se procede al bloqueo de energía eléctrica desde el tablero general y los desconectores locales. Se colocan candados y etiquetas y se verifica la condición de energía cero antes de continuar con cualquier desconexión.
- **Desconexión eléctrica:** Se desconecta el cableado de fuerza y de control. Las puntas de los conductores se aíslan adecuadamente para evitar riesgos eléctricos.
- **Desconexión de tuberías y sellado (punto clave para circularidad):** Una vez que el sistema se encuentra sin presión, se cortan o desconectan las líneas de succión y de líquido. De manera inmediata, se sellan los extremos del compresor y las tuberías mediante tapones, capuchones o dispositivos de baja pérdida, o asegurando las válvulas de servicio en posición cerrada, según aplique y conforme a las características del equipo. Este sellado evita el ingreso de humedad y contaminantes al sistema y al aceite lubricante, preservando el compresor y otros componentes para su posible reutilización o remanufactura.
- **Desmontaje de accesorios y vidrio:** Se retiran parrillas, estantes y, de ser posible, puertas de vidrio templado o curvo para evitar roturas durante el movimiento del equipo. El vidrio, el metal y otros componentes desmontables se acopian de forma separada.

## Transporte

El transporte de los equipos de refrigeración debe ser monitoreada y realizada bajo prácticas de seguridad ya que la manipulación inadecuada de estos equipos puede provocar el derrame o fuga de sustancias refrigerantes, agentes espumantes críticos y otras sustancias como los aceites que emplea para su funcionamiento.

Es relevante mencionar que los equipos de refrigeración deben ser sujetos al vehículo de transporte con la intención de asegurar su posición vertical que evite derrames de sustancias, así como evite daños a la estructura exterior del equipo durante su trayecto. Para lograr reducir el daño de los equipos durante su traslado se recomienda considerar las siguientes prácticas:

- Evitar el amontonamiento de los equipos
- Llenar los espacios de carga vacíos para evitar que los equipos tengan espacio para moverse dentro del vehículo de transporte.
- Colocar los equipos pesados en la parte inferior (cerca al piso del vehículo de transporte) y los equipos o componentes ligeros y pequeños en la parte superior (cerca al techo del vehículo de transporte)

Finalmente, una vez llegado a su destino los equipos de refrigeración ineficientes/obsoletos retirados deben ser manipulados cuidadosamente evitando caídas del equipo como de sus componentes que puedan reducir la oportunidad de aprovechamiento y valorización.



Figura 3 Descarga de los equipos ineficientes/obsoletos en el centro gestor de equipos

## Requerimientos regulatorios y de buenas prácticas en unidades de transporte

El transporte de los equipos debe dar cumplimiento a la normatividad local vigente, así como con la normatividad federal (principalmente aquellas emitidas por la SCT como el Reglamento de Tránsito en Carreteras y Puentes de Jurisdicción Federal (SSP, 2012), el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (DOF, 2006) y la NOM-012-SCT2-2017 (SCT, 2017)). Así mismo, la carga y descarga de los equipos ineficientes/obsoletos de las unidades de transporte deberá realizarse atendiendo disposiciones obligatorias de seguridad y salud ocupacional, tales como la:

- NOM-017-STPS-2008 (STPS, NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo., 2008): que establece el equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Esta norma indica que de acuerdo con la información proporcionada por el contratador se definirá el equipo de protección personal necesario para el transporte (en este caso) de los equipos. El equipo identificado como necesario para la manipulación de los equipos durante su transporte se establece a continuación:



Figura 4 Equipo de protección personal para el transporte de los equipos

Así mismo de acuerdo con lo establecido en la NOM-019-STPS-2011 (STPS, 2011) y NOM-030-STPS-2009 (STPS, 2009) se deberá tomar en cuenta lo siguientes requisitos para el transporte de los equipos de refrigeración:

### Seguridad:

- Contar con permiso para servicios de transporte
- Contar con un programa de seguridad y salud para el manejo de equipos ineficientes/obsoletos
- Contar con equipo de protección personal, como mínimo: gafas de protección, mascarilla facial y guantes.

### Manejo:

- Evitar su caída al manejarlos, principalmente por la potencial liberación de sustancias agotadoras de la capa de ozono
- Colocarlos de tal forma que no haya fugas de aceite
- Para equipos de gran tamaño, envolver con película plástica (employado)
- Evitar romper, triturar o compactar de materiales punzocortantes (como vidrio) para reducción de volumen
- Colocar material de amortiguamiento, para evitar el movimiento de los equipos dentro del contenedor

## Recepción del equipo

La recepción del equipo en el CGCdE es el proceso operativo posterior a la desinstalación y transporte de los equipos ineficientes/obsoletos, a continuación, se establece el flujo de los equipos desde su desinstalación hasta su valorización.

Los equipos son recolectados en la PyME por el actor transportista (este actor podrá ser el mismo GCdE o un actor transportista externo) para ser transportados hacia el CGCdE en donde serán recibidos y revisados por los GCdE. Esta revisión de los criterios de recepción de equipos en GCdE se basa en una serie de pruebas de las características físicas del equipo, estas pruebas se describen a continuación:

- **Revisión de los criterios de recepción de equipos en GCdE:** esta revisión deberá ser registrada mediante el formato “Check List- Criterios de recepción de equipos en GCdE” y comparada con la información de la revisión del generador antes de enviar el equipo al GCdE en el “MANIFIESTO ENTREGA-RECEPCIÓN PARA EQUIPOS INEFICIENTES/OBSOLETOS”, documento enviado desde la PyME (generador del equipo).
- **Pesado del equipo y toma de dimensiones:** se realizará el pesado y toma de dimensiones del equipo para establecer el grupo de equipos al que pertenece y el manejo que se le dará, estos datos deberán ser registrados mediante el formato “Check List- Criterios de recepción de equipos en GCdE”.

## Almacenamiento

Cuando los equipos de refrigeración ineficientes/obsoletos llegan al centro Gestor Circular de Equipos (GCdE), previo a su almacenamiento el GCdE se debe asegurar de que los equipos se encuentren en buenas condiciones y deberá agruparlos de acuerdo con su tamaño, características (puertas de vidrio, puertas de plástico o metal, etc.), así como por tipo de refrigerante contenido.

Se recomienda establecer categorías en el almacenamiento de equipos con la intención de optimizar el manejo y aprovechamiento de los equipos mediante la homogenización de prácticas de manejo de acuerdo con los usos, composición de materiales y tamaños similares. Se sugiere la siguiente categorización:

*Tabla 6 Categorización para el almacenamiento de equipos de refrigeración*

Categoría	Características
A	Refrigeradores comerciales (puertas de metal)
B	Refrigeradores comerciales (1 o múltiples puertas de vidrio)
C	Congeladores tipo horizontal y tipo vertical
D	Cuartos fríos

De esta manera el manejo de los equipos se optimizará al implementar las prácticas y herramientas de manejo por grupo de equipos que comparten las mismas características.

El almacenamiento adecuado y ordenado de los equipos y sus componentes es muy relevante ya que de esta manera se puede evitar el derrame de sustancias peligrosas, la perforación de componentes que los contengan gases peligrosos, así como evitar el rompimiento o la fractura de materiales punzo cortantes (vidrio y metales, principalmente). En las siguientes figuras se establecen ejemplos de las buenas y malas prácticas de manejo de los equipos:



*Figura 5 Buenas prácticas de manejo de los equipos de refrigeración*



*Figura 6 Malas prácticas de manejo de los equipos de refrigeración*

En la figura 4 se puede observar el manejo adecuado de los componentes de los equipos (compresores y ventiladores) ya que se encuentran almacenados de forma ordenada esperando por su proceso de vaciado de fluidos (aceites principalmente) y desensamble, así como se visualiza la posición vertical de los equipos para evitar el derrame de sustancias peligrosas. Por otra parte, la figura 5 muestra malas prácticas en el almacenado de equipos en donde se observa que los equipos se encuentran en posición horizontal o “acostada” y encimados unos en otros, lo que propiciará el derrame de sustancias peligrosas al no estar posicionado de manera adecuada, así mismo el sitio de almacenamiento se encuentra al aire libre que favorecerá oxidación y degradación de la calidad de los materiales por estar en contacto con las condiciones climáticas (lluvia, viento, entre otros).

**Nota:** El almacenamiento inadecuado de los equipos de refrigeración aumenta el riesgo de daños a la salud y el medio ambiente por derrame o liberación de sustancias y fluidos peligrosos. Para prevenir casos de emergencia por manejo de sustancias peligrosas se establecen las siguientes recomendaciones a seguir por el GCdE u otro actor que lo realice:

- Evitar su caída al manejarlos, principalmente por la potencial liberación de sustancias agotadoras de la capa de ozono
- Colocarlos de tal forma que no haya fugas de aceite
- Trabajar en un área ventilada.
- No exponer los gases refrigerantes al calor de los sopletes, chispas o a fuentes de calor.
- Cuando se haga una prueba de fugas en un sistema de aire acondicionado, utilizar nitrógeno gaseoso para subir la presión del sistema, después de haber recuperado el refrigerante.
- Utilizar siempre un regulador de nitrógeno para elevar la presión de un sistema a un nivel seguro.

**ADVERTENCIA:** Nunca utilizar oxígeno o aire comprimido para presurizar sistemas, algunos refrigerantes pueden explotar en un ambiente presurizado y combinado con aire.

## Requerimientos regulatorios y de buenas prácticas de instalaciones de almacenamiento

De acuerdo con la normatividad aplicable el almacén de los equipos debe cumplir con los siguientes requisitos:

### Edificios, locales, instalaciones y área de almacenamiento

- Conservar en condiciones seguras las instalaciones del centro del GCdE
  - Orden y limpieza permanente.
  - Delimitación de las áreas de producción, de mantenimiento, de circulación de personas y vehículos, las zonas de riesgo, de almacenamiento y de servicios para los trabajadores.

#### Niveles de iluminación adecuados en las instalaciones

- Realizar la evaluación de los niveles de iluminación.
- Adicionalmente, se recomienda el uso de lámparas LED con la finalidad de reducir el gasto energético y evitar cualquier riesgo de escurrimiento, derivado de un corto circuito.

#### Colores y señales de seguridad e higiene

- Ubicar las señales de seguridad y salud ocupacional de tal manera que puedan ser observadas e interpretadas por los trabajadores en el ámbito de: ubicación de equipos, instalaciones de emergencia, presencia de riesgos o peligros, acciones obligatorias y/o prohibición de acciones susceptibles causar riesgos.

Cabe mencionar que, en caso de no contar con un área de almacenamiento en el centro de trabajo se sugiere el acondicionamiento de un área específica de almacenamiento para equipos ineficientes/obsoletos que dé cumplimiento a las especificaciones y normativa antes mencionada.



Figura 7 Representación gráfica del almacén de equipos de refrigeración

Es necesario considerar lo siguiente para establecer el área de almacenamiento que resguardará los equipos de refrigeración, así como las sustancias y residuos peligrosos provenientes de los equipos.

- No establecer almacenes a cielo abierto, debe encontrarse techado y protegido de las condiciones climáticas.
- Se recomienda que el área se encuentre separada de las áreas de desmantelamiento, reacondicionamiento o separación selectiva de materiales.
- Ubicación en áreas con riesgos reducidos de emisiones, fugas, incendios, explosiones, inundaciones, etc.
- Contar con sistemas de extinción de incendios.
- Que las distintas áreas de almacén se encuentren claramente señalizadas y con el uso de letreros específicos Residuos de Manejo Especial (RME), Residuo Peligroso (RP) u otros productos almacenados.
- Las paredes se sugieren, sean construidas con materiales no inflamables.
- Contar con ventilación natural o forzada.
- No rebasar la capacidad de almacenamiento y no almacenar los residuos por un periodo de tiempo mayor a 6 meses.







Figura 8 Representación gráfica del almacén de residuos peligrosos

## Desensamble de componentes

Los GCdE deberán elaborar manuales de manejo para el desensamble de los equipos de refrigeración, dado lo anterior se incluye la metodología general con los pasos a seguir para el desensamble de los equipos. Cabe mencionar que esta metodología es aplicable al desensamble de los equipos de refrigeración en general y servirá como referencia para que los GCdE elaboren los manuales de manejo específico para cada uno de los tipos de tecnologías de refrigeración que identifiquen (refrigeradores y congeladores verticales, refrigeradores horizontales, vitrinas, entre otros):

Tabla 7 Pasos para el desensamble de componentes de un equipo de refrigeración

Paso	Descripción	Representación gráfica
Desmontaje de componentes no fijos	Se extraen los elementos no fijos mediante elementos de unión al equipo de refrigeración como son los accesorios (rejillas, cajones, organizadores, ruedas, etc.)	
Almacenamiento de elementos no fijos	Los elementos no fijos son resguardados por tipo de material (vidrio, metales, plásticos)	

<p><b>Desmontaje de cableado eléctrico</b></p>	<p>Se realiza la separación del cable de suministro eléctrico del equipo de refrigeración. Se realiza la separación del enchufe y el cable de suministro eléctrico</p>	
<p><b>Almacenamiento de elementos de cableado eléctrico</b></p>	<p>Los elementos de cableado (cable de suministro + enchufe) son resguardados por separado</p>	
<p><b>Identificación y extracción de interruptores</b></p>	<p>Se realiza la revisión de interruptores en la sección de congelador. (pueden identificarse interruptores de mercurio)</p>	
<p><b>Almacenamiento de interruptores</b></p>	<p>Los interruptores se resguardan por separado ya que los interruptores de mercurio son tóxicos.</p>	
<p><b>Extracción de gases refrigerantes y aceites<sup>1</sup></b></p>	<p>Se realiza la extracción de los gases refrigerantes y aceites en el equipo de refrigeración mediante el uso de un tanque de recuperación y una maquina recuperadora de gases (revisar el proceso detallado en la sección: Etapas del manejo en las cuales se generan o se manipulan sustancias o residuos peligrosos – Manejo de los gases refrigerantes)</p>	

<sup>1</sup> **Nota Importante:** Es importante **NO MEZCLAR DIFERENTES TIPOS DE GASES REFRIGERANTES** en el mismo contenedor de gases durante el proceso de extracción de gases del equipo, ya que posteriormente estos no podrán ser separados.

<p><b>Separación de gases refrigerantes y aceites</b></p>	<p>Se emplea un separador térmico para separar el gas refrigerante del aceite extraído del equipo</p>	
<p><b>Almacenamiento de aceites</b></p>	<p>Se resguardan los aceites extraídos y separados en un contenedor con charola para derrames</p>	<p>Bidón de aceites:</p> 
<p><b>Almacenamiento de gases refrigerantes</b></p>	<p>Se resguardan los gases refrigerantes extraídos del equipo mediante un tanque de presión</p>	<p>Tanque de refrigerante</p> 
<p><b>Corte de componentes visibles</b></p>	<p>Se realiza el corte de piezas visibles como filtros, tuberías de cobre y otros cables</p>	
<p><b>Almacenamiento de componentes visibles</b></p>	<p>Se resguardan los componentes visibles por separado de acuerdo a su tipo de material</p>	

		
<b>Extracción del capacitor</b>	Se realiza la extracción del capacitor del equipo de refrigeración	
<b>Almacenamiento del capacitor</b>	Se resguarda el capacitor en un contenedor, cabe mencionar que este componente puede contener BPCs por lo que debe ser separado.	
<b>Desmontaje del compresor</b>	Se realiza el desmontaje del compresor y se retira del equipo de refrigeración	
<b>Vaciado del compresor</b>	Se realiza un agujero en la parte superior del compresor. Se pone el compresor en posición invertida sobre una reja de hierro (agujero hacia abajo), de modo que el resto del aceite del compresor gotee hacia la reja Se debe colocar una bandeja con aglutinantes de aceite para capturar el aceite que gotee y absorber derrames (en caso del aglutinante) Se debe retirar el compresor cuando este se encuentre totalmente vacío de aceite	
<b>Recuperación de aceite extraído</b>	El aceite extraído mediante la bandeja se recupera en un contenedor específico	

<p><b>Desensamble del compresor</b></p>	<p>Se realiza la separación de los componentes y materiales del compresor de acuerdo con la siguiente clasificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aleación de hierro fundido</li> <li>• Cobre</li> <li>• Hierro</li> </ul>	
<p><b>Almacenaje de materiales del compresor</b></p>	<p>Los materiales separados del compresor son resguardados en contenedores específicos para cada tipo de material</p>	
<p><b>Desmontaje de la Unidad evaporadora/ condensadora</b></p>	<p>Se realiza la separación de la Unidad evaporadora/ condensadora retirando los soportes de este en el equipo de refrigeración</p>	
<p><b>Extracción de la Unidad evaporadora/ condensadora</b></p>	<p>La Unidad evaporadora/ condensadora se retira del equipo de refrigeración</p>	
<p><b>Almacenamiento de la Unidad evaporadora/ condensadora</b></p>	<p>La Unidad evaporadora/ condensadora se resguarda en un contenedor por separado</p>	

<p><b>Extracción de espumas</b></p>	<p>Se realiza el retiro del revestimiento metálico exterior de las paredes laterales. Se remueve la espuma hasta retirarla por completo (uso de espátula o raspador)</p>	
<p><b>Recuperación de espumas</b></p>	<p>La espuma removida se resguarda en bolsas adecuadas y se almacena</p>	
<p><b>Almacenamiento de revestimiento metálico</b></p>	<p>Se resguarda en un contenedor los paneles o revestimientos metálicos exteriores</p>	

Para el caso particular de los cuarto fríos, se deberá desensamblar la estructura de paneles de poliuretano de manera inicial para proseguir con el desensamble del sistema de refrigeración compuesto por evaporadores, condensadores, ventiladores y tableros de control.



Figura 9 Referencia gráfica de un cuarto frío

A partir del desensamble de equipos se obtienen de manera general los siguientes:

Tabla 8 Componentes, materiales y sustancias provenientes del desensamble de equipos de refrigeración

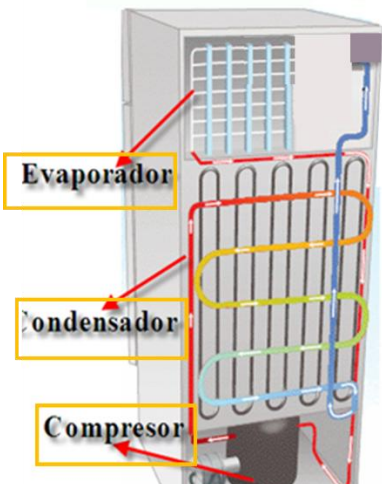
Componentes	Materiales	Sustancias
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresor</li> <li>• Unidad evaporadora/condensadora Válvula de expansión</li> <li>• Tuberías de cobre</li> <li>• Cableado</li> <li>• Transformador tipo seco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hierro</li> <li>• Aluminio</li> <li>• Aleaciones aluminio-cobre</li> <li>• Vidrio</li> <li>• Plásticos mixtos</li> <li>• Cobre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceite</li> <li>• Gas refrigerante</li> <li>• Espuma rígida de poliuretano</li> <li>• Poliestireno</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitor</li> <li>• Termostato</li> </ul>		
---	--	--

## Inhabilitación

El sistema de refrigeración contiene diversos componentes necesarios para su funcionamiento, no obstante, existen 2 componentes que impiden que el equipo opere de manera adecuada. Estos componentes se refieren al **Compresor, serpentín del condensador/evaporador**, así como el sistema eléctrico mediante los cuales es posible realizar la inhabilitación del equipo. Para su extracción revisar en la **Tabla 9** (Pasos para el desensamble de componentes de un equipo de refrigeración) a partir de los pasos “Desmontaje del compresor” y “Desmontaje de la unidad condensadora/ evaporadora”. A continuación, se muestran los componentes de inhabilitación de los equipos de aire acondicionado:

Tabla 9 Componentes de inhabilitación de los equipos de refrigeración

Componentes de inhabilitación	Referencia ilustrativa
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresor</li> <li>• Condensador</li> <li>• Evaporador</li> <li>• Sistema eléctrico del equipo</li> </ul>	 <p>El diagrama muestra un sistema de refrigeración con tres componentes clave etiquetados: el Evaporador (parte superior), el Condensador (parte media) y el Compresor (parte inferior). Las líneas de refrigerante conectan estos componentes en un ciclo.</p>

## Recuperación de materiales valorizables

### Reciclaje

Una vez que fueron separados los componentes y materiales mediante el desensamble es posible llevar los materiales a reciclaje. En la siguiente tabla se muestran algunas vías potenciales de aprovechamiento mediante reciclaje de los componentes y materiales los cuales deberán ser enviados a empresas recicladoras, expertas en la valorización de estos.

Tabla 10 Vías potenciales de aprovechamiento mediante reciclaje de los componentes y materiales

Componente	Vía potencial de reciclaje
Compresor	Fundición después de la separación de los componentes
Unidad evaporadora/condensadora (aluminio y cobre)	Trituración, separación y fundición
Cables y enchufes	Separación en planta de reciclaje y fundición (plástico)
Carcasa de aluminio	Fundición
Capacitor eléctrico	Disposición final o primero separación y después fundición
Interruptores de mercurio	Recuperación de mercurio en planta especial

<b>Transformadores de tipo seco</b>	Fundición del cobre de los devanados o bobinas y aluminio de la carcasa del componente
<b>Material</b>	<b>Vía potencial de reciclaje</b>
Láminas de aluminio	Fundición
Hierro	Fundición
Poliestireno granulado	Reciclaje mecánico
Vidrio	Fundición (material secundario - cullet)
Acero inoxidable	Fundición
Plásticos	Reciclaje mecánico, reciclaje de materias primas, co-generación.
Espuma rígida de poliuretano	Disposición final si la espuma contiene agentes espumantes nocivos • La espuma desgasificada se puede usar como aglutinante de aceite. La espuma desgasificada compactada se puede utilizar en hornos de cemento (cogeneración)
<b>Gases Refrigerantes</b>	Disposición final o recuperación
Amoniaco (refrigerante)	Disposición final

## Disposición Final

Los siguientes componentes recuperados están sujetos a disposición final y deberán ser enviados con un actor gestor de residuos peligrosos (GdR) dedicado a su tratamiento, estabilización y disposición adecuada:

- Los capacitores eléctricos
- CFC y otros gases refrigerantes

## Sustancias Peligrosas y manejo adecuado

### Identificación de las sustancias peligrosas

Los equipos de refrigeración ineficientes/obsoletos comerciales como domésticos se caracterizan por el uso de gases refrigerantes para su funcionamiento, estos gases refrigerantes se conforman por moléculas cloradas y fluoradas que son conocidas como sustancias agotadoras de Ozono (SAO).

De estas sustancias refrigerantes las más comúnmente empleadas son las siguientes:

- CFC-12
- HCFC-22
- HFC-134A
- R-404A
- R-407A
- R-407C
- R-407F
- R-410A (mezcla de HFC)
- R-22
- R-507
- R-448A
- R-449A
- R-452A
- HFC-32
- Otros HCFC o mezclas de HFC



Figura 10 Tanques de gas refrigerante almacenados en el centro gestor de equipos

Así mismo los agentes espumantes más peligrosos contenidos en las espumas rígidas de poliuretano de equipos de refrigeración son:

- CFC-11
- HCFC-141b

Finalmente, entre otras sustancias peligrosas que se pueden encontrar en los equipos de refrigeración se encuentran las siguientes:

- Mercurio (solo en congeladores horizontales)
- Aceites
- Componentes de plaquetas de circuito impreso: Plomo, Cadmio y Cromo hexavalente
- BPC en condensadores
- PBB y PBDE en plásticos como retardantes de llama

## Etapas del manejo en las cuales se generan o se manipulan sustancias o residuos peligrosos

Estas sustancias son manipuladas mediante el proceso de desensamblado de los equipos ya que es aquí en donde se realiza la extracción de sustancias refrigerantes y aceites, así como la separación y desmontaje de componentes que contengan otros agentes peligrosos como los interruptores de mercurio, espumas, condensadores, capacitores, entre otros.

## Manejo de los gases refrigerantes

Esta sección tiene el objetivo de optimizar las prácticas de manipulación, recuperación y almacenamiento de los gases refrigerantes extraídos de los equipos de refrigeración para evitar la liberación de gases a la atmósfera.

Para llevar a cabo el manejo adecuado de los gases refrigerantes se debe contemplar el uso de herramientas específicas y metodologías de extracción que permitan realizar la actividad de manera exitosa, a continuación, se establecen estas herramientas y metodologías necesarias:

### Equipo de protección personal

1. Lentes o gafas de seguridad.
2. Camisa de algodón de manga larga
3. Guantes de piel.
4. Zapatos de seguridad

### Equipo y herramientas

1. Manómetros de servicio.
2. Termómetro electrónico.
3. Una bomba de vacío
4. Manómetro de vacío
9. Una unidad recuperadora de gas refrigerante.
10. Un cilindro para recuperar gas refrigerante.
11. Una báscula electrónica para pesar el cilindro de recuperación.

- 5. Refractómetro.
- 6. Detector electrónico de fugas.
- 7. Válvulas perforadoras o de aguja.
- 8. Multímetro digital.
- 12. Un depósito para el lubricante que se va a retirar del sistema.
- 13. Un dispositivo de control de flujo ya sea capilar o de válvula de expansión, cuando se aplique el cambio.

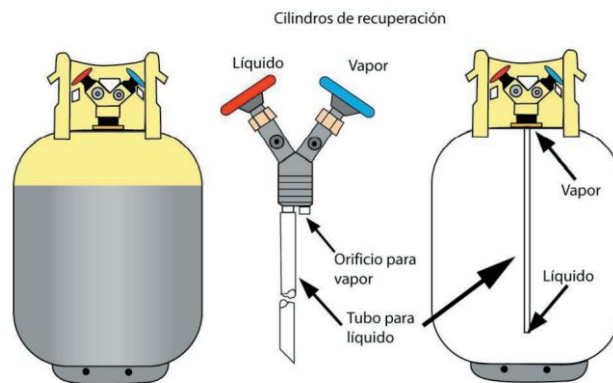


Figura 11 Representación gráfica de los Componentes de un cilindro para recuperar refrigerante

### Métodos de recuperación de gases refrigerantes:

#### Recuperación de vapores

El método de recuperación de vapor consiste en extraer el refrigerante del sistema del equipo de refrigeración como gas mediante la máquina de recuperación proceda a condensar<sup>2</sup> el gas, que se transfiere al cilindro de recuperación.

Se conecta el sistema de recuperación tal como se muestra en la figura 11. Se debe considerar que las mangueras de conexión entre la máquina recuperadora, el sistema de refrigeración y el tanque recuperador se deben encontrar a la mínima distancia posible para optimizar el proceso. En este sistema, el refrigerante en forma de vapor o gas es succionado a través de la máquina recuperadora en donde será condensado al disminuir su temperatura, una vez condensado, el refrigerante en estado líquido es almacenado en el tanque recuperador. El cilindro recuperador se coloca sobre la báscula que permitirá cuantificar la cantidad de gas que se recupera durante el proceso.

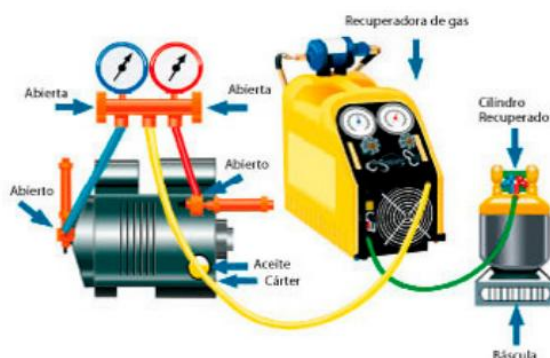


Figura 12 Representación del sistema de extracción de gases refrigerantes - método de "Recuperación de vapores"

El proceso se dará por concluido cuando el peso marcado en la báscula no aumente, lo que dará un indicio de que el gas refrigerante ha sido extraído por completo.

<sup>2</sup> Proceso de convertir un fluido en estado gaseoso/vapor a un fluido en estado líquido



## Fichas técnicas de las sustancias y materiales peligrosos

Para consultar en mayor detalle las condiciones de manejo y seguridad de las sustancias y materiales peligrosos contenidos en los equipos de aire acondicionado consultar el **Anexo 3** en el que se integran las fichas técnicas de seguridad de las estas sustancias y materiales.

## Oportunidades de circularidad

Las alternativas para reintegrar un equipo de aire acondicionado que sale de operación en una PyME no deben limitarse a la disposición final; es fundamental analizar las razones de su retiro para identificar oportunidades de economía circular. Dependiendo del diagnóstico técnico y la eficiencia operativa, se pueden distinguir tres escenarios principales para la toma de decisiones:

*Figura 14 Oportunidades de circularidad*

1. Equipos funcionales con oportunidad de reubicación o reacondicionamiento: En ocasiones, un equipo se retira no por fallas, sino por un dimensionamiento incorrecto (sub o sobredimensionado para la carga térmica del espacio) o por falta de mantenimiento que reduce su eficiencia parcial. En estos casos, aunque el equipo debe ser sustituido por uno adecuado para la PyME actual, la unidad retirada conserva su valor funcional.

- Acción circular: Tras un proceso de mantenimiento mayor, limpieza o reacondicionamiento certificado por el fabricante o un servicio especializado, el equipo puede reintegrarse a la operación en otra instalación donde su capacidad sea la correcta, extendiendo su vida útil.

2. Obsolescencia tecnológica o ineficiencia crítica: Cuando el equipo se encuentra operando, pero su tecnología es obsoleta por ejemplo por falta de eficiencia energética o uso de gases refrigerantes; su continuidad implica altos costos energéticos, inseguridad o impacto ambiental negativo.

- Acción circular: El equipo debe ser retirado definitivamente. Su destino es el desensamble para la recuperación de materiales (metales, tarjetas electrónicas) y la disposición segura de gases refrigerantes y aceites.

3. Daño irreparable o costo inviable: Si el equipo presenta averías mayores donde el costo de reparación, reacondicionamiento o remanufactura supera la viabilidad económica, se considera que ha llegado al final de su ciclo de vida.

- Acción circular: Al igual que en el escenario anterior, la única ruta responsable es el desmantelamiento controlado para el aprovechamiento de materias primas y el manejo correcto de residuos peligrosos.

*Elaborado por SustainLuum 2025*

## Marco regulatorio

La gestión de residuos en México se rige por un marco jurídico articulado que tiene como base constitucional el derecho a un medio ambiente sano. Este sistema normativo se estructura principalmente a través de dos instrumentos rectores: la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** (Cámara de Diputados, 2025), que sienta las bases de la política ambiental nacional, y la **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos** (Cámara de Diputados, 2023), que regula específicamente la jerarquización y el manejo de los residuos. Por su parte, la **Ley General de Economía Circular** incorpora un enfoque preventivo y sistémico al marco de gestión de residuos, al promover la extensión de la vida útil de los productos, el aprovechamiento circular de materiales y la responsabilidad compartida a lo largo de todo su ciclo de vida (Cámara de Diputados, 2025).

A continuación, se detallan los objetivos y alcances de estas leyes y sus respectivos reglamentos, los cuales definen las responsabilidades y procedimientos obligatorios para garantizar la prevención de la contaminación y el manejo seguro de los materiales desde su generación hasta su disposición final.

## Marco legal general en materia de Residuos

La gestión de residuos en México se rige por un marco jurídico articulado que tiene como base constitucional el derecho a un medio ambiente sano. Este sistema normativo se estructura principalmente a través de dos instrumentos rectores: la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** (Cámara de Diputados, 2025), que sienta las bases de la política ambiental nacional, y la **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos** (Cámara de Diputados, 2023), que regula específicamente la jerarquización y el manejo de los residuos. A continuación, se detallan los objetivos y alcances de estas leyes y sus respectivos reglamentos, los cuales definen las responsabilidades y procedimientos obligatorios para garantizar la prevención de la contaminación y el manejo seguro de los materiales desde su generación hasta su disposición final.

### Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La **LGEEPA**, publicada el **28 de enero de 1988** y con su última reforma al **1 de abril de 2024**, tiene como objetivo propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar. Esta ley es el marco ambiental base en México y orienta la política nacional en materia de protección ambiental, regulación de actividades contaminantes y manejo de residuos.

Dentro de sus disposiciones, la **LGEEPA prohíbe la descarga o vertimiento de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos al agua sin autorización**, al reconocer que estas prácticas generan contaminación y riesgos para la salud y los ecosistemas. Asimismo, establece que los contaminantes que causan o pueden causar daños ambientales **no deben ser liberados a la atmósfera**, reforzando la obligación de prevenir emisiones perjudiciales, incluyendo aquellas derivadas de actividades industriales.

La ley también **establece las atribuciones para definir y regular los residuos peligrosos** mediante reglamentos y normativas específicas, creando el fundamento jurídico para el manejo adecuado de materiales y residuos de alto riesgo. Con ello, asegura que las actividades generadoras de residuos cumplan con las **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)** aplicables para evitar la contaminación del agua, del suelo y del aire.

Finalmente, la **LGEEPA** incorpora como principios rectores la **prevención, el control y la restauración** en la gestión de residuos y en la atención de la contaminación que estos pueden generar. Además, faculta a los gobiernos para la elaboración de **inventarios de sitios contaminados**, lo que permite identificar, monitorear y definir estrategias de remediación para zonas afectadas por un manejo inadecuado de residuos.

### Reglamento de la LGEEPA

El **Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos** (Cámara de Diputados, 1988) tiene como propósito desarrollar y detallar las disposiciones establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente respecto al manejo integral de los **residuos peligrosos**, incluyendo su gestión, transporte, tratamiento y disposición final. Este reglamento proporciona el marco operativo para asegurar que dichos residuos se administren de manera segura y ambientalmente responsable.

Su aplicación es de **carácter nacional**, por lo que es obligatorio para todas las personas físicas y morales que generen, transporten o gestionen residuos peligrosos dentro del territorio mexicano. El reglamento establece criterios y procedimientos específicos, así como las **responsabilidades de generadores, transportistas, prestadores de servicios autorizados y autoridades federales**, con el fin de asegurar un control adecuado y reducir los riesgos a la salud y al ambiente asociados con estos residuos.

En conjunto, este instrumento normativo permite coordinar a los distintos actores involucrados en la cadena de manejo de residuos peligrosos, fortaleciendo el cumplimiento ambiental y promoviendo prácticas seguras y reguladas desde la generación hasta la disposición final.

### Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LPGIR)

La **LPGIR**, publicada el **8 de octubre de 2003** y reformada por última vez el **8 de mayo de 2024** (Cámara de Diputados, 1988), tiene como objetivo garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y promover el desarrollo sustentable mediante la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Asimismo, busca prevenir la contaminación de sitios por estos residuos y llevar a cabo su remediación.

La ley establece que la prioridad en la gestión de residuos es evitar su generación y, cuando esto no sea posible, reducirlos, reutilizarlos y valorizarlos antes de considerar su disposición final. También divide los residuos en residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, indicando que cada uno requiere un manejo particular para asegurar la protección de la salud y del ambiente.

Además, define con claridad las responsabilidades de la Federación, los estados y los municipios en materia de residuos, lo que permite organizar todas las etapas de la gestión, desde la recolección y el transporte hasta la vigilancia, permisos y sanciones. La ley también impulsa la elaboración de planes de manejo para residuos que requieren control especial, como electrónicos, llantas o envases.

En materia de residuos peligrosos, la LGPGIR establece reglas estrictas para su transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición. Señala que la responsabilidad del manejo y la disposición final de estos residuos recae en quien los genera; sin embargo, cuando se contratan servicios con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos se entregan a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones pasa a estas últimas.

### Reglamento de la LGPGIR

El **Reglamento de la LGPGIR** (Cámara de Diputados, 2014) tiene como finalidad reglamentar las disposiciones establecidas en dicha ley. Su propósito es detallar cómo deben aplicarse los principios y lineamientos previstos en la LGPGIR en materia de prevención, valorización, manejo y disposición de los residuos.

Este reglamento establece los mecanismos, criterios y procedimientos necesarios para asegurar una gestión integral que proteja el ambiente y la salud. Además, define la manera en que se distribuyen las responsabilidades entre los generadores de residuos, las autoridades y otros actores involucrados en su manejo.

### Ley General de Economía Circular (LGEC)

La LGEC aprobada en 2025, tiene como finalidad establecer el marco normativo para impulsar la transición hacia un modelo de Economía Circular en México, mediante:

- La definición de políticas públicas basadas en principios y criterios de circularidad.
- La implementación de mecanismos de circularidad ambiental, técnica y económicamente viables aplicables a materiales, residuos y productos.
- El fomento de instrumentos económicos, incentivos y distintivos que promuevan prácticas circulares en el mercado.
- El impulso a la estrategia nacional de economía circular, incluyendo educación, innovación tecnológica, infraestructura circular, acopio y reciclaje de productos, reducción del desperdicio y cooperación internacional (Cámara de Diputados, 2025).

La Ley promueve un enfoque integral de la Economía Circular a lo largo del ciclo de vida de los productos, destacando, entre otros, los siguientes enfoques:

- **Extensión de la vida útil de los productos y sus componentes**, optimizando su uso en todas las etapas del ciclo de vida.
- **Gestión Circular y cadenas de valor circulares**, priorizando el uso de materias primas secundarias y la valorización de residuos en procesos de producción, distribución, comercialización y consumo.
- **Aprovechamiento máximo de materiales**, mediante esquemas que favorezcan la recuperación y reutilización de residuos (Cámara de Diputados, 2025).

Para fines operativos y técnicos, la LGEC establece diversos criterios, de los cuales destacan los siguientes como de interés para el manejo de equipos:

Figura 15 Criterios relevantes de circularidad de acuerdo con la LGEC



Elaborado por SustainLuum 2025 con información de (Cámara de Diputados, 2025).

## Normatividad aplicable en materia de residuos – Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

Para garantizar la operatividad técnica y el cumplimiento de los mandatos legales anteriormente descritos, es indispensable observar las **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)**. Estas regulaciones traducen los principios jurídicos en especificaciones técnicas obligatorias que rigen la seguridad y el manejo ambiental en el día a día. A continuación, se presenta un compendio de las normas críticas emitidas por la SEMARNAT, la STPS y la SCT, las cuales establecen desde los criterios para la clasificación, compatibilidad y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial, hasta los requisitos de protección personal para los trabajadores (EPP) y la correcta señalización durante el transporte, asegurando así una gestión integral y libre de riesgos.

Tabla 11 Normatividad técnica aplicable relevante

Normatividad	Objetivo	Elementos relevantes
<u><i>NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos</i></u> (SEMARNAT, 2006)	Establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos y las características que hacen que se consideren como tales.	Define las características CRETIB. Incluye listados oficiales de residuos que automáticamente se consideran peligrosos. Establece los criterios y procedimientos de prueba para determinar si un residuo presenta alguna característica de peligrosidad. Sirve como base para su manejo adecuado, protegiendo el ambiente y la salud pública.
<u><i>Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993</i></u> (SEMARNAT, 1993)	Establecer el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la NOM-CRP-001-ECOL/1993	Evita reacciones peligrosas cuando los residuos se mezclan, almacenan o manejan juntos. Se definen los criterios y pruebas para identificar incompatibilidad. Clasifica los residuos según su comportamiento químico. Indica cómo prevenir mezclas riesgosas durante el manejo, almacenamiento, transporte y disposición.

<p><u>NORMA Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial</u> (SEMARNAT, 2004)</p>	<p>Establecer las especificaciones de selección del sitio, el diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</p>	<p>Establece las condiciones para seleccionar el sitio adecuado. Indica cómo diseñar y construir el relleno sanitario con medidas de protección ambiental. La forma de operación y monitoreo para evitar contaminación del suelo, aire y agua.</p>
<p><u>NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo</u> (SEMARNAT, 2011)</p>	<p>Establece los criterios para que los estados y municipios propongan la inclusión o exclusión de residuos de manejo especial en el listado oficial, define cuáles de estos residuos deben contar con un Plan de Manejo y señala los elementos y procedimientos para elaborar e implementar dichos planes. También especifica cómo deben presentarse las solicitudes para actualizar el listado de residuos sujetos a Plan de Manejo.</p>	<p>Define qué residuos se consideran de manejo especial. Presenta un listado oficial de estos residuos. Establece el procedimiento para incluir o excluir residuos del listado. Indica cómo debe elaborarse y aplicarse los planes de manejo, con responsabilidades para generadores, empresas y autoridades.</p>
<p><u>NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2024, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo</u>. (STPS, 2024)</p>	<p>Establecer los requisitos mínimos para la selección, uso y manejo del equipo de protección personal que se proporcione a las personas trabajadoras a fin de prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.</p>	<p>El patrón debe identificar y documentar los riesgos por puesto y área. El EPP debe elegirse según los riesgos y cumplir con certificaciones. El empleador debe entregar, supervisar, mantener y reemplazar el EPP. Se debe capacitar a los trabajadores en el uso, cuidado y disposición del EPP. Todos los que ingresen a áreas de riesgo deben usar EPP adecuado. Las zonas deben estar señalizadas y la documentación debe mantenerse.</p>
<p><u>NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SCT/2008, Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos</u>. (SCT, 2008)</p>	<p>Establece las características y dimensiones de los carteles que deben portar las unidades vehiculares, camiones, unidades de arrastre, autotanques, carrotanques, contenedores, contenedores cisterna, tanques portátiles y recipientes intermedios para granel y demás unidades de autotransporte y ferrocarril, a fin de identificar la clase de riesgo de las sustancias, materiales o residuos peligrosos que se transportan.</p>	<p>Es obligatoria para expedidores, transportistas y destinatarios de sustancias peligrosas Los vehículos deben portar carteles visibles que indiquen el tipo de riesgo. Si hay varios riesgos, deben colocarse todos los carteles aplicables. Unidades vacías, pero no descontaminadas deben mantener la señalización.</p>

Elaborado por SustainLuum 2025 con información de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) publicadas por SEMARNAT, STPS y SCT.

## Anexos

### Anexo 1. Check List - Criterios de recepción de equipos en GCdE

Check List - Criterios de recepción de equipos en GCdE					
Ítem	Datos del equipo	Limpieza del equipo - el equipo presenta:	Embalaje del equipo	Condiciones del equipo - Se especifica si el equipo presenta:	El equipo que se recibe cuenta con:
#	No. de identificación del equipo				
	Tipo de tecnología (eléctrica térmica)				
	Tipo de equipo				
	Peso del equipo [kg]				
	Dimensiones del equipo (Largo x ancho x profundidad) [m]				
		Derrames de grasas la carcasa			
		Derrames de aceites en la carcasa			
		Manchas o pintura fresca			
		Manchas de residuos biológicos (fluidos sanguíneos, etc.)			
			Se encuentra emplayado		
			Se encuentra dentro de una caja		
			Se encuentra envuelto en un material protector (plástico burbuja, poliestireno, etc.)		
				Partes rotas	
				Especifica que contiene materiales punzo cortantes (vidrio, láminas, etc.)	
				Especifica si el equipo contiene sustancias o residuos peligrosos	
				Partes oxidadas y/o corroídas	
				Manifiesto entrega recepción	
				Copia de Diagnóstico energético sobre su funcionamiento	

## Anexo 2. Manifiesto entrega-recepción para equipos ineficientes/obsoletos

MANIFIESTO ENTREGA RECEPCIÓN PARA EQUIPOS INEFICIENTES/OBSOLETOS					
GENERADOR					
No. DE MANIFIESTO:			No. DE REGISTRO COMO EMPRESA GENERADORA DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL		
RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA GENERADORA:					
DOMICILIO:				C.P.	
DELEGACIÓN / MUNICIPIO				ESTADO	
TEL.			CEL.		
CORREO ELECTRÓNICO					
TIPO DE TECNOLOGÍA (ELÉCTRICO/TÉRMICO)	TIPO DE EQUIPO	CONDICIONES DEL EQUIPO (BASADO EN INSPECCIÓN VISUAL: BUENO, REGULAR, MALO)	CANTIDAD (PZA)	PESO (kg)	OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE
CERTIFICADO DEL GENERADOR					

DECLARO QUE EL CONTENIDO DE ESTE LOTE ESTA TOTAL Y CORRECTAMENTE DESCRITO MEDIANTE LA CATEGORÍA DEL RESIDUO, Y SU DESCRIPCIÓN. QUE SE ENCUENTRA BIEN EMPACADO, MARCADO Y ROTULADO, Y QUE SE HAN PREVISTO LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA SU TRANSPORTE POR VIA TERRESTRE DE ACUERDO CON LA LEGISLACION ESTATAL VIGENTE Y DE SER EL CASO ENTRE DIFERENTES ENTIDADES.

NOMBRE DEL RESPONSABLE:

FIRMA DEL RESPONSABLE

**TRANSPORTE**

RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA TRANSPORTISTA

DOMICILIO:

C.P.

DELEGACIÓN / MUNICIPIO

ESTADO

TEL.

CEL.

CORREO ELECTRÓNICO

CUENTA CON LAS AUTORIZACIONES ESTATALES PARA EL TRANSPORTE DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL:

FOLIO DE AUTORIZACIÓN

***RECIBÍ LOS RESIDUOS DESCRITOS EN EL PRESENTE MANIFIESTO ENTREGA-RECEPCIÓN PARA SU TRANSPORTE***

NOMBRE DEL RESPONSABLE DE TRANSPORTE:

CARGO:

FIRMA:

FECHA DE EMBARQUE

DÍA

MES

AÑO

FECHA DE ENTREGA A SU DESTINO

DÍA

MES

AÑO

TIPO DE VEHÍCULO:

No. DE PLACA:

**RECEPTOR**

NOMBRE DE LA EMPRESA DESTINATARIA:

RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA DESTINATARIA:

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN DEL ESTADO:

SISTEMA DE MANEJO EMPLEADO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS EQUIPOS INEFICIENTES/OBSOLETOS

DOMICILIO:

C.P.

DELEGACIÓN / MUNICIPIO

ESTADO

TEL.

CEL.

CORREO ELECTRÓNICO

RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DEL EQUIPO

NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN:

CARGO:

FIRMA:

FECHA DE RECEPCIÓN EN LA INSTALACIÓN:

DÍA

MES

AÑO

FECHA DE DISPOSICIÓN O MANEJO DE LOS RESIDUOS:

DÍA


MES


AÑO

## Anexo 3. Fichas técnicas de Sustancias peligrosas

### Gases refrigerantes


Tabla 12 Ficha de seguridad: Gases refrigerantes

Ficha de Seguridad- R134a	
Datos de identificación de la sustancia	
Nombre de la sustancia	Fluorocarburo 134a, R-134a, HFC-134a, HFA-134
Número de registro CAS	811-97-2
Usos identificados	Gas refrigerante
Datos de toxicidad	toxicidad por contacto por inhalación, contacto ocular y contacto con la piel.
Pictogramas	
Primeros auxilios	
En caso de inhalación	Traslade al paciente a un lugar con aire fresco. Manténgalo abrigado y en reposo. Si al paciente le cuesta respirar, adminístrele oxígeno.
En caso de contacto con la piel	Lávese de inmediato con agua tibia abundante (no se frote). Descongele con agua el área afectada. Retire la ropa contaminada.
En caso de contacto con los ojos	Enjuague inmediatamente con agua abundante. Tras el primer enjuague, retire los lentes de contacto y siga enjuagando durante 15 minutos como mínimo.
En caso de ingestión	En caso de ingestión, busque atención médica. No provoque el vómito a menos que así se lo indique el personal médico. En caso de congelación, enjuague los labios y la boca de inmediato con agua tibia durante 15 minutos como mínimo.
Medidas contra incendios	
El HFC-134a no es inflamable en el aire en condiciones normales de temperatura y presión. En condiciones de alta temperatura y presión, ciertas mezclas de HFC-134a/aire resultaron inflamables. Ciertas mezclas de HFC-134a y cloro pueden ser inflamables en ciertas condiciones.	
Riesgos específicos derivados del producto químico	Durante un incendio, el producto puede formar gases corrosivos y tóxicos como fluoruro de hidrógeno.
Medios de extinción apropiados	Según corresponda para los materiales/equipos que se encuentren alrededor del área. Se deben usar aspersores de agua para enfriar los envases.
Medios de extinción no apropiados	N/A
Recomendaciones de manipulación y almacenamiento	
Manipulación segura	Utilice equipo de protección personal apropiado. Debe haber una regadera de seguridad y una estación de lavado de ojos en las cercanías, listas para usar.

<b>Almacenamiento</b>	Mantenga los envases bien cerrados en un lugar fresco y bien ventilado. Almacénelos a una temperatura que no supere los 125 °F (52 °C). Mantenga los envases secos. Manténgalos alejados de llamas expuestas, superficies calientes, trabajos de soldadura y de otras fuentes de calor.
<b>Equipo de protección personal recomendado</b>	
	
<b>Materiales incompatibles</b>	
Aluminio	
Zinc	
Magnesio	
Aleaciones de más del 2% de magnesio	
Metales alcalinos y alcalinotérreos (Sodio, potasio, bario)	

## Agentes espumantes


Tabla 13 Ficha de seguridad: Agentes espumantes


Ficha de Seguridad- Agentes espumantes	
Datos de identificación de la sustancia	
<b>Nombre de la sustancia</b>	Agente espumante
<b>Nombre de la sustancia peligrosa</b>	CFC-11, HCFC-141b, entre otras
<b>Número de registro CAS</b>	N/A
<b>Usos identificados</b>	Espuma aislante
<b>Datos de toxicidad</b>	toxicidad por contacto por inhalación y contacto ocular
<b>Pictogramas</b>	
Primeros auxilios	
<b>En caso de inhalación</b>	Traslade al paciente a un lugar con aire fresco. Manténgalo abrigado y en reposo. Si al paciente le cuesta respirar, adminístrele oxígeno.
<b>En caso de contacto con los ojos</b>	Enjuague inmediatamente con agua abundante. Tras el primer enjuague, retire los lentes de contacto y siga enjuagando durante 15 minutos como mínimo.

Medidas contra incendios	
<b>Riesgos específicos derivados del producto químico</b>	Durante un incendio, el producto puede formar gases corrosivos y tóxicos como fluoruro de hidrógeno.
<b>Medios de extinción apropiados</b>	Según corresponda para los materiales/equipos que se encuentren alrededor del área. Se deben usar aspersores de agua para enfriar los envases.
<b>Medios de extinción no apropiados</b>	N/A
Recomendaciones de manipulación y almacenamiento	
<b>Manipulación segura</b>	No realice la manipulación bajo altas temperaturas (menor a 45°C) Emplee mascarar antipolvo
<b>Almacenamiento</b>	Almacene en recipientes sellados en áreas frescas y ventiladas. Resguarde en bolsas selladas
Equipo de protección personal recomendado	
	

## Aceites lubricantes


Tabla 14 Ficha de seguridad: Aceites lubricantes

Ficha de Seguridad- Aceites	
Datos de identificación de la sustancia	
<b>Nombre de la sustancia</b>	Aceites lubricantes
<b>Número de registro CAS</b>	N/A (mezclas)
<b>Usos identificados</b>	Aceites lubricantes
<b>Datos de toxicidad</b>	toxicidad por contacto por inhalación, contacto ocular y contacto con la piel.
<b>Pictogramas</b>	
Primeros auxilios	
<b>En caso de contacto con la piel</b>	Lávese de inmediato con abundante agua y jabón
<b>En caso de contacto con los ojos</b>	Lave los ojos con abundante agua por un periodo de alrededor de 15 minutos con los párpados abiertos. Si la irritación persiste, acuda a un centro médico
<b>En caso de ingestión</b>	No se requiere atención médica. Si presenta malestares acuda a un centro médico
Medidas contra incendios	

<b>Riesgos específicos derivados del producto químico</b>	Los recipientes cerrados pueden romperse violentamente
<b>Medios de extinción apropiados</b>	Emplee extintores a base de Espuma y Polvo Seco BC
<b>Medios de extinción no apropiados</b>	Extintores a base de Agua o el agua en general
<b>Recomendaciones de manipulación y almacenamiento</b>	
<b>Manipulación segura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haga uso del equipo de protección personal</li> <li>• Disponga de trapos o materiales contaminados de manera correcta.</li> <li>• Evite manipular el material en ambientes cálidos con ventilación pobre, previniendo la inhalación de este por periodos prolongados.</li> </ul>
<b>Almacenamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenga el contenedor completamente cerrado en un lugar fresco y bien ventilado.</li> <li>• Utilice contenedores etiquetados apropiadamente.</li> <li>• Se recomienda almacenar el material en contenedores de acero poli-etileno de alta densidad. Evite utilizar recipientes de PVC.</li> <li>• Almacene a temperatura ambiente.</li> <li>• Evite almacenarlo cerca de desagües, alcantarillados, sifones y fuentes de agua en general.</li> <li>• Reduzca al mínimo la exposición a altas temperaturas.</li> </ul>
<b>Equipo de protección personal recomendado</b>	
	
<p><b>Nota:</b> Cuando la zona no cuenta con una ventilación apropiada es recomendable el uso de respiradores de filtro</p>	
<b>Materiales incompatibles</b>	
Agentes oxidantes (percloratos, peróxidos, permanganatos, cloratos, nitratos)	

## Bifenilos Policlorados

Tabla 15 Ficha de seguridad: BPCs

Ficha de Seguridad- Bifenilos Policlorados	
Datos de identificación de la sustancia	
Nombre de la sustancia	Bifenilo Policlorado, Aroclor, Clorodifenilos, PCB, BPC
Número de registro CAS	1336-36-3
Usos identificados	Líquido oleoso espeso de color amarillento usado en sistemas hidráulicos y de transferencia de calor
Datos de toxicidad	Toxicidad por contacto por inhalación, contacto ocular y contacto con la piel.
Pictogramas	
Primeros auxilios	
En caso de inhalación	Retire al paciente del lugar de exposición y trasladarlo inmediatamente a un centro de atención médica. Si se ha detenido la actividad respiratoria o cardiaca iniciar la reanimación cardiopulmonar
En caso de contacto con la piel	Retire las prendas contaminadas. Lave inmediatamente y lave la piel contaminada con abundante agua y jabón
En caso de contacto con los ojos	Enjuague los ojos inmediatamente con abundante agua por mínimo 15 minutos.
Medidas contra incendios	
Los BPC no se encienden con facilidad, no obstante, provocan incendios de alto grado	
Riesgos específicos derivados del producto químico	Al incendiarse, los BPC producen gases tóxicos entre los Dibenzofuranos y las Dibenzo-p-dioxinas cloradas
Medios de extinción apropiados	Use polvo químico seco, dióxido de carbono, agua rociada o espumas resistentes al alcohol
Medios de extinción no apropiados	N/A
Recomendaciones de manipulación y almacenamiento	
Manipulación segura	Utilice equipo de protección personal apropiado. Debe haber una regadera de seguridad y una estación de lavado de ojos en las cercanías, listas para usar.
Almacenamiento	Almacene en recipientes sellados en áreas frescas y ventiladas. No exponer a luz ultravioleta y luz solar
Equipo de protección personal recomendado	
	

<b>Materiales incompatibles</b>
<b>Agentes oxidantes (percloratos, peróxidos, permanganatos, cloratos, nitratos)</b>
<b>Ácidos fuertes (ácido clorhídrico, sulfúrico, nítrico)</b>
<b>Cloro</b>
<b>Bromo</b>
<b>Flúor</b>

## Anexo 4. Gases refrigerantes libres de cloro

A nivel mundial, se han logrado eliminar los CFC y la mayor parte de los HCFC. No obstante, se ha incrementado el consumo de HFC los cuales no dañan la capa de ozono, pero sí contribuyen a los efectos del cambio climático dado su alto potencial de calentamiento global (PCG). A partir de lo anterior es necesario sustituir el uso de los gases refrigerantes por alternativas que no contribuyan a los efectos del cambio climático.

En la tabla 12 se establecen algunos gases refrigerantes libres de cloro alternativos aplicables a equipos de refrigeración:

Tabla 16 Gases refrigerantes libres de cloro

<b>Sistema</b>	<b>Refrigerante convencional</b>	<b>Refrigerante alternativo</b>
<b>Congelador vertical con puerta sólida y placa fría</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R-22</li> <li>• HFC-134a</li> <li>• R-404A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R-290</li> <li>• R-744</li> <li>• R-600a</li> </ul>
<b>Congelador horizontal con puerta de vidrio</b>		
<b>Congelador horizontal con puerta sólida</b>		
<b>Congelador vertical con puerta de vidrio y circulación de aireforzado</b>		
<b>Congelador vertical con puerta de vidrio y placa fría</b>		
<b>Conservador de bolsade hielo</b>		
<b>Enfriador vertical con circulación de aire forzado</b>		
<b>Vitrina cerrada de media temperatura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R-404A</li> <li>• R-507A</li> <li>• HFC-134a</li> <li>• R-413A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R-290</li> <li>• R-744</li> <li>• R-1270</li> </ul>
<b>Unidades condensadoras, cuartos fríos</b>		
<b>Sistemas centralizados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R-404A</li> <li>• R-507A</li> <li>• HFC-134a</li> <li>• R-413A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R-290</li> <li>• R-744</li> <li>• R-1270</li> <li>• R-1234yf</li> <li>• R-1234zd</li> </ul>

## Referencias

- Cámara de Diputados. (1988). *REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS*. Obtenido de [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGEEPA\\_MRP.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MRP.pdf)
- Cámara de Diputados. (2014). *REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS*. Obtenido de [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGPGIR\\_311014.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf)
- Cámara de Diputados. (2023). *LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>
- Cámara de Diputados. (2025). *Ley General de Economía Circular*. Recuperado el Diciembre de 2025, de [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/iniclave/66/CD-LXVI-II-1P-085/01\\_minuta\\_085\\_09dic25.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/iniclave/66/CD-LXVI-II-1P-085/01_minuta_085_09dic25.pdf)
- Cámara de Diputados. (2025). *LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- DOF. (2006). *REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS*. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/403658/REGLAMENTO\\_PARA\\_EL\\_TRANSPORTE\\_TERRRESTRE\\_DE\\_MATERIALES\\_Y\\_RESIDUOS\\_PELIGROSOS.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/403658/REGLAMENTO_PARA_EL_TRANSPORTE_TERRRESTRE_DE_MATERIALES_Y_RESIDUOS_PELIGROSOS.pdf)
- SCT. (2008). *NOM-004-SCT/2008, Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos*. Obtenido de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5056880&fecha=18/08/2008#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5056880&fecha=18/08/2008#gsc.tab=0)
- SCT. (2017). *NOM-012-SCT-2-2017, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal*. Obtenido de [https://s3.amazonaws.com/webflow-prod-assets/64e426e7ac0a9207319f84fd/68be33296171d3f7d508b19f\\_NOM-012-SCT-2-2017.pdf](https://s3.amazonaws.com/webflow-prod-assets/64e426e7ac0a9207319f84fd/68be33296171d3f7d508b19f_NOM-012-SCT-2-2017.pdf)
- SEMARNAT. (1993). *Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680165/NOM-054-SEMARNAT-1993.pdf>
- SEMARNAT. (2004). *NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial*. Obtenido de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=658648&fecha=20/10/2004#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=658648&fecha=20/10/2004#gsc.tab=0)
- SEMARNAT. (2006). *NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680163/NOM-052-SEMARNAT-2005.pdf>
- SEMARNAT. (2011). *NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los*. Obtenido de <https://sidof.segob.gob.mx/notas/docFuente/5286505>
- SSP. (2012). *REGLAMENTO de Tránsito en Carreteras y Puentes de Jurisdicción Federal*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n354.pdf>
- STPS. (2008). *NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo*. Obtenido de <https://www.gob.mx/stps/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-017-stps-2008-equipo-de-proteccion-personal-seleccion-uso-y-manejo-en-los-centros-de-trabajo>

STPS. (2009). *NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades*. Obtenido de <https://dof.gob.mx/normasOficiales/3923/stps/stps.htm>

STPS. (2011). *NOM-019-STPS-2011 Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680129/NOM-019-STPS-2011.pdf>

STPS. (2024). *NOM-017-STPS-2024, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo*. Obtenido de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5753280](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5753280)