



Guía técnica para el manejo, caracterización y potencial aprovechamiento de equipos de aire acondicionado

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
I 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 aire acondicionado.

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
I 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.....	7
Objetivo.....	8
Introducción.....	8
Equipos de Aire Acondicionado.....	10
Componentes.....	10
Tipos de equipo.....	13
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.....	33
Recuperación de materiales valorizables.....	33
Reciclaje.....	33
Disposición Final.....	34
Sustancias Peligrosas y manejo adecuado.....	34
Etapas del manejo en las cuales se generan o se manipulan sustancias o residuos peligrosos.....	35
Manejo de los gases refrigerantes.....	35
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
Bibliografía	52

Lista de tablas

Tabla 1 Componentes principales de equipos de aire acondicionado (equipos compactos como de tipo cuarto, minisplit, multisplit)	10
Tabla 2 Tipos de equipo de aire acondicionado	13
Tabla 3 Principales fallas de los equipos de aire acondicionado.....	15
Tabla 4 Equipo de Protección Personal (EPP)	15
Tabla 5 Herramientas mecánicas para el desensamble de equipos de aire acondicionado	18
Tabla 6 Pasos para el desensamble de componentes de un equipo de aire acondicionado	26
Tabla 7 Componentes, materiales y sustancias provenientes del desensamble de equipos de aire acondicionado	33
Tabla 8 Componentes de inhabilitación de los equipos de aire acondicionado	33
Tabla 9 Vías potenciales de aprovechamiento mediante reciclaje de los componentes y materiales	34
Tabla 10 Normatividad técnica aplicable relevante.....	40
Tabla 11 Ficha de seguridad: Gases refrigerantes	46
Tabla 12 Ficha de seguridad: Aceites lubricantes	47
Tabla 13 Ficha de seguridad para BPCs	49
Tabla 14 Ficha de seguridad: Aislante de fibra de vidrio	50

Lista de figuras

Figura 1 Contenido Guía técnica	9
Figura 2 Proceso general del manejo de equipos que salen de operación	20
Figura 3 Equipo de protección personal para el transporte de equipos	22
Figura 4 Buenas prácticas de manejo de los equipos de aire acondicionado.....	23
Figura 5 Malas prácticas de manejo de los equipos de aire acondicionado	24
Figura 6 Representación gráfica del almacén de equipos de aire acondicionado	25
Figura 7 Representación gráfica del almacén de residuos peligrosos	26
Figura 8 Representación gráfica de los Componentes de un cilindro para recuperar refrigerante.....	35
Figura 9 Representación del sistema de extracción de gases refrigerantes- método de "Recuperación de vapores"	36
Figura 10 Representación del sistema de extracción de gases refrigerantes- método de "Push/pull"	36
Figura 11 Oportunidades de circularidad	37
Figura 12 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 (CO₂), metano (CH₄) y Óxidos de nitrógeno (NO_x).

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.

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

ACS	Agua Caliente Sanitaria
BPB	Bifenilos Polibromados
BPC	Bifenilos Policlorados
CFC	Clorofluorocarbonos
CGCdE	Centro Gestor Circular de Equipos
EE	Eficiencia Energética
EPP	Equipo de Protección Personal
GCdE	Gestor Circular de Equipos Ineficientes/Obsoletos
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i> (Cooperación Técnica Alemana)
HFC	Hidrofluorocarbono
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LGPGR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
NAMA	<i>Nationally Appropriate Mitigation Actions</i> (Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación)
NOM	Norma Oficial Mexicana
PBB	<i>Polybrominated Biphenyls</i> (Bifenilos Polibromados)
PBDE	<i>Polybrominated Diphenyl Ethers</i> (Éteres de Bifenilos Polibromados)
PET	Polietilentereftalato
PyME	Pequeña y Mediana Empresa
RLGPGR	Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
RME	Residuos de Manejo Especial
RP	Residuos Peligrosos
SAO	Sustancia Agotadora de la Capa de Ozono
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
STPS	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
tCO _{2e}	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 aire acondicionado 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 aire acondicionado**, de acuerdo con los estudios realizados previamente en el programa se identifica que son equipos clave en los sectores industriales y de comercio, y por el uso que hacen de sustancias de alto impacto ambiental como refrigerantes y aceites.

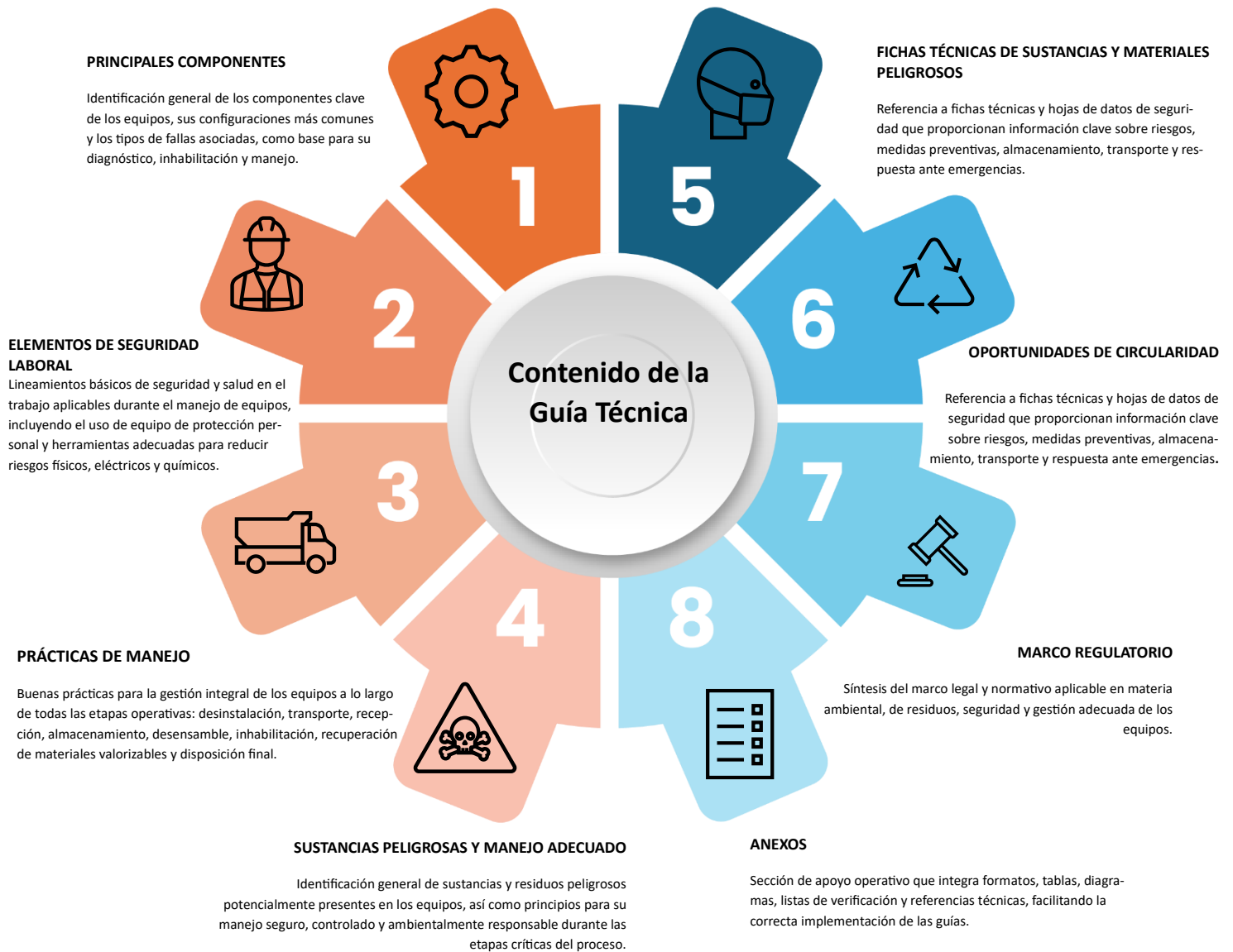
En este instrumento encontrará como sección principal las buenas prácticas de manejo, incluyendo elementos de seguridad laboral, y recomendaciones en las actividades de manejo del equipo, incluyendo en su transporte, almacenamiento, recuperación de materiales valorizables y disposición final, acompañado 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 aire acondicionado, 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 puede lograr 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 Aire Acondicionado

Los equipos de aire acondicionado de forma general tienen como componentes el compresor, la unidad de condensador-evaporador, ventilador, la unidad de control y el serpentín y carcasa.

Los principales tipos de equipos de aire acondicionado que se puedan encontrar en las PyME, dependiendo del tamaño del área a acondicionar y la demanda de aire acondicionado requeridos, se encuentran los siguientes:





- Equipos de tipo portátil.
- De ventana o tipo cuarto.
- Tipo dividido minisplit o multisplit.
- Paquete o central.
- Sistemas centrales de enfriamiento de aire "chillers".

Componentes

Los equipos se pueden especificar para *solo frío* o *frío-calor* dependiendo de las necesidades de las instalaciones y de la región bioclimática donde se encuentren las PyME. En la siguiente tabla se identifican los materiales de los cuales generalmente están fabricados cada uno de los componentes, así como descripciones generales de cada uno de ellos.

Tabla 1 Componentes principales de equipos de aire acondicionado (equipos compactos como de tipo cuarto, minisplit, multisplit)

Componente	Descripción y función	Materiales comunes de composición
Compresor	Su función es la de circular el gas refrigerante por todo el sistema y añadir presión a la parte calefactada del circuito para calentar el refrigerante. Situado de forma interna en el equipo de aire acondicionado. 	Aluminio, acero, cobre
Condensador	En su interior, el refrigerante se enfría y se condensa, volviéndose líquido. 	Acero, cobre

<p>Evaporador</p>	<p>En el evaporador a medida que el refrigerante pasa de estado líquido a gaseoso a través de la evaporación, se enfría el área circundante.</p> 	<p>Acero, aluminio</p>
<p>Ventilador</p>	<p>La función del motor del ventilador del evaporador en el aire acondicionado es mejorar la circulación de aire frío dentro del gabinete para mantener una temperatura uniforme. Dependiendo del tipo de equipo de aire acondicionado es que este se encontrará accesible para retirarlo o necesitará el desmantelamiento del equipo.</p> 	<p>Acero, cobre, aluminio</p>
<p>Válvula de expansión</p>	<p>Componente que tiene la capacidad de generar la caída de presión necesaria entre el condensador y el evaporador en el sistema para conducir los fluidos.</p> 	<p>Metales (cobre, acero)</p>
<p>Serpentín</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>

Carcasa	Estructura de protección y soporte para los componentes del equipo.	Acero, plástico
----------------	---	-----------------



Del mismo modo, como parte de las sustancias con que operan los equipos de aire acondicionado, se encuentran el gas refrigerante contenido en las tuberías del sistema de acondicionamiento y el aceite del compresor.




A continuación, se describen algunos de los tipos de equipos de aire acondicionado que ejemplifican su operación y la composición de materiales que se pueden obtener, los porcentajes de composición por materiales indicados se plantean como una referencia general, la cual puede variar entre cada equipo, su capacidad y modelo considerado.

Tipos de equipo

Para cada tipo de equipo de aire acondicionado existe una diversidad de modelos producidos por los fabricantes, por lo que se resulta conveniente describir, de manera general, los diferentes tipos de equipos que es posible encontrar en las PyME.

Tabla 2 Tipos de equipo de aire acondicionado

Tipo de equipo	Descripción	Uso común	Componentes principales	Composición de materiales	Imagen
Sistemas de aire acondicionado Compacto o Tipo Cuarto	También conocido como sistema de ventana o autónomo. Es un equipo unitario, compacto y de descarga directa, es decir el aire enfriado es expulsado directamente al espacio a través de la unidad.	Estos equipos son de amplio uso en espacios pequeños por su accesibilidad en costos y su fácil mantenimiento,	Compresor Válvula de expansión Condensador y evaporador Ventiladores Unidad de control	Acero en 55% Plástico en 20%, Otros materiales (cobre, aluminio, vidrio, aceites y refrigerantes) en 25%.	
Sistemas de aire acondicionado Split o Tipo Dividido	Equipo de descarga directa, también llamado descentralizado. Hay diferentes tipos de unidades evaporadoras, la diferencia principal está en la forma de instalación.	Se usan en instalaciones pequeñas principalmente de tipo comercial.	Evaporador Ventilador Filtro de aire Sistema de control	Acero en 45% Plástico en 30-35% Otros materiales (cobre, aluminio, refrigerantes) en 20-25%	

<p>Sistemas de aire acondicionado Central Separado</p>	<p>Equipo de descarga indirecta, distribuye el aire a través de ductos el cual es expulsado en los diferentes espacios por medio de difusores.</p>	<p>Se usan en instalaciones pequeñas principalmente de tipo comercial.</p>	<p>Unidad evaporadora Unidad condensadora Serpentín Compresor Ventilador</p>	<p>Acero en 70% Aluminio en 16% Cobre en 11% Otros materiales en menos del 3%</p>	
<p>Sistemas de aire acondicionado Paquete</p>	<p>Equipos de tipo central, donde el condensador y el evaporador se encuentran en el mismo sistema y el aire se distribuye a los distintos espacios a través de ductos. Estos equipos se instalan en el exterior, generalmente en losas de techos.</p>	<p>Es utilizado en edificaciones de gran tamaño, por ejemplo; industrias, bancos, oficinas, centros deportivos, restaurantes, etc.</p>	<p>Compresor Unidad de condensador-evaporador Ventilador Filtro Serpentín de enfriamiento</p>	<p>Acero en 74% Cobre en 10% Aluminio en 5% Gases refrigerantes en 4% Otros materiales (plásticos) en 10%</p>	
<p>Sistemas centrales de enfriamiento de aire de aire acondicionado "Chiller"</p>	<p>Equipo de descarga indirecta, el aire se distribuye a los diferentes espacios por medio de ductos. Se compone por un sistema central que se encarga de enfriar un fluido (agua) que distribuye a los diferentes equipos de enfriamiento. El agua helada pasa desde la unidad exterior a través de tuberías que distribuyen el aire acondicionado en los ductos</p>	<p>Es utilizado en grandes instalaciones, edificios de oficinas y sobre todo aquellas que necesitan simultáneamente climatización y agua caliente sanitaria (ACS), por ejemplo, hoteles y hospitales.</p>	<p>Evaporador-condensador Compresores Termostatos Filtros deshidratadores Presostatos</p>	<p>Acero en 70% Cobre en 08% Aluminio en 4% Otros materiales (plásticos y Gases refrigerantes) en 15%</p>	

Principales fallas de los equipos

Se identifican como principales fallas del equipo de aire acondicionado las que se describen en la tabla 3. En esta tabla se indican los componentes clave de los equipos de aire acondicionado, 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 aire acondicionado

Componentes principales del equipo	Principales causas de fallas del componente
Termostato	El sensor de temperatura no funciona por: <ul style="list-style-type: none"> • Obstrucción en ductos • Presencia de fugas de gas refrigerante
Compresor	Bobinas del compresor dañadas Fuga de gas refrigerante
Condensador	Fugas en el condensador Obstrucción de la circulación
Dispositivo de expansión	La válvula de expansión está obstruida/bloqueada provoca las siguientes fallas en el equipo: <ul style="list-style-type: none"> • Falta de refrigerante en el sistema • Aumento de presión en el sistema • Sobre calentamiento del compresor
El Evaporador	Corrosión del núcleo de funcionamiento por exceso de humedad Fugas en los tubos de la unidad condensadora/evaporadora
El 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 aire acondicionado ineficientes/obsoletos requieren del uso adecuado de los 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>Gafas de protección</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>Tapones auditivos</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>Cubre bocas/mascarilla antipolvo</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>Respirador contra gases y vapores</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>Guantes de protección (de nitrilo, látex, guantes de hilaza, entre otros)</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>Guantes de carnaza</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>Delantal de carnaza</p>	<p>Se emplea durante el proceso de manejo y desensamble de los equipos para evitar el contacto con sustancias o materiales</p>	
<p>Overol</p>	<p>Se emplea durante el proceso de manejo y desensamble de los equipos para evitar el contacto con sustancias o materiales</p>	
<p>Calzado de protección (con casquillo de protección, antiderrapante y dieléctrico)</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>Pulsera antiestática</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 aire acondicionado

Herramienta	Uso que se le da	Imagen alusiva
Herramientas Manuales		
Destornillador (plano, cruz, diversas puntas)	Herramienta empleada en el proceso de desmontaje de paneles exteriores del equipo, placas de circuito, compresor, ventilador y motor eléctrico del equipo	
Pinzas (de punta, corte, electricista, mecánica, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • De punta: utilizadas para sujetar piezas muy pequeñas por sus mordazas puntiagudas • De electricista: diseñadas para manipular (cortar, doblar y pelar) cables eléctricos • De mecánico: utilizadas para sujetar cualquier tipo de material • De corte: utilizadas para cortar alambres y materiales delgados 	
Martillo	Herramienta empleada para facilitar el desmontaje de paneles exteriores del equipo, compresor, ventilador y motor eléctrico del equipo	
Mazo	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.	
Segueta	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	
Herramientas Semiautomáticas		

<p>Amoladora angular</p>	<p>Herramienta empleada en el proceso de desmontaje de paneles exteriores del equipo y la de la unidad condensadora/ evaporadora.</p>	
<p>Taladro</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>Destornillador eléctrico</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>Bomba de vacío</p>	<p>Herramienta empleada en el proceso de extracción de gases refrigerantes</p>	
<p>Tanque de recuperación</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>Kit de Recuperación de gases refrigerantes</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>	

Detectores de fuga	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.	
Válvula Extractora de Pivotes	Herramienta de utilidad en el manejo de pivotes en el caso de recuperar gas refrigerante.	

Nota: En el manejo de equipos ineficientes/obsoletos de aire acondicionado 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 aire acondicionado 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.

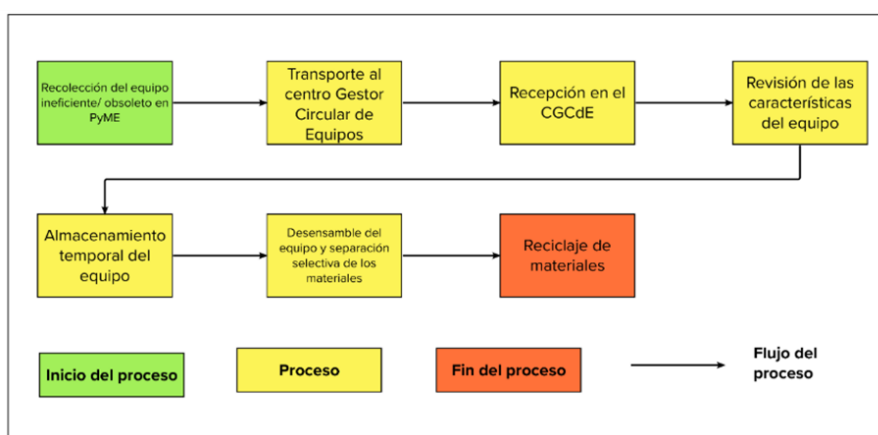


Figura 2 Proceso general del manejo de equipos que salen de operación

Desinstalación

Una vez que el equipo ha sido seleccionado para su sustitución, se procede a su desinstalación, asegurando primero que se han interrumpido y deshabilitado todas las líneas de interacción: **eléctrica, frigorífica (gas)** y de

drenaje entre el equipo y el espacio acondicionado. En este paso debe generarse un registro y reporte del equipo a sustituir que forman parte del “MANIFIESTO ENTREGA-RECEPCIÓN PARA EQUIPOS INEFICIENTES/OBSOLETOS”.

Para garantizar la seguridad y la viabilidad de reutilización (economía circular), se debe seguir estrictamente este orden:

- **Gestión del Refrigerante (Paso Crítico):**
 - *Opción A (Equipo Operativo - Pump Down):* Si el compresor funciona y se busca preservar la unidad, encender el equipo para realizar el procedimiento de *Pump Down* (cerrar válvula de líquido, esperar vacío en succión, cerrar válvula de succión y apagar). Esto confina el gas en la condensadora.
 - *Opción B (Equipo Dañado):* Si el equipo no enciende o se requiere disposición final, conectar una **máquina recuperadora** y cilindros de acopio para extraer todo el gas. **Nunca liberar el refrigerante a la atmósfera.**
- **Bloqueo de Energía:** Una vez asegurado el gas, bajar interruptores en el tablero general y desconectores locales. Aplicar candado y etiqueta para garantizar que nadie energice el sistema mientras se manipula.
- **Desconexión Eléctrica:** Verificar "energía cero" con multímetro. Desconectar y aislar el cableado de fuerza y de control (comunicación/termostato) tanto en la unidad evaporadora como en la condensadora.
- **Desconexión de Tuberías y Sellado:**
 - Desconectar las tuberías de refrigeración.
 - **Punto Clave de Circularidad:** Inmediatamente después de desconectar, **sellar o taponar** los puertos de conexión del equipo y las tuberías con cinta de aislar, tapones de plástico o soldadura. Esto evita que la humedad del ambiente contamine el aceite higroscópico del compresor, lo cual es vital si se planea reacondicionar el equipo.
- **Retiro Mecánico y Drenajes:** Cortar o desconectar las líneas de desagüe. Retirar la tornillería de anclaje de las bases o soportes.
- **Acopio:** Trasladar la unidad manteniéndola en posición vertical (especialmente la condensadora) para evitar que el aceite migre fuera del compresor. Colocar sobre tarima para su entrega.

Transporte

El transporte de los equipos de aire acondicionado debe ser monitoreado y realizado 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 aire acondicionado 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 (cercana al piso del vehículo de transporte) y los equipos o componentes ligeros y pequeños en la parte superior (cercana al techo del vehículo de transporte)

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

Requerimientos regulatorios y de buenas prácticas en unidades de transporte

El transporte de los equipos deberá cumplir con la normatividad local vigente, así como con la regulación federal aplicable. En particular, deberá observar lo establecido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), incluyendo 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-SCT-2-2017, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte (SCT, 2017)

Asimismo, la carga y descarga de los equipos ineficientes u obsoletos deberá realizarse atendiendo las disposiciones obligatorias de seguridad y salud ocupacional aplicables. Entre ellas, destaca la NOM-017-STPS-2008, que establece los criterios para la selección, uso y manejo del equipo de protección personal en los centros de trabajo (STPS, NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo., 2008). Esta norma indica que, con base en la información proporcionada por el contratista, se deberá definir el equipo de protección personal necesario para la manipulación y transporte de los equipos. El equipo requerido para estas actividades se muestra en la Figura 2.



Figura 3 Equipo de protección personal para el transporte de 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 aire acondicionado:

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 (empleado)
- 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 **critérios 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 formato¹ “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, estos datos deberán ser registrados mediante el formato “Check List – Criterios de recepción de equipos en GCdE”.

Almacenamiento

Cuando los equipos de aire acondicionado 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.

El almacenamiento adecuado 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 de materiales punzo cortantes (metales, principalmente). En las siguientes figuras se establecen ejemplos de las buenas y malas prácticas de manejo de los equipos:



Figura 4 Buenas prácticas de manejo de los equipos de aire acondicionado

¹ Para consultar los formatos mencionados para el registro de la información durante la revisión física del equipo ver el Anexo 1 de la presente Guía.



Figura 5 Malas prácticas de manejo de los equipos de aire acondicionado

En la figura 3 se puede observar el manejo adecuado de los componentes de los equipos (compresor) ya que se encuentran almacenados de forma ordenada esperando por su proceso de vaciado de fluidos (aceites principalmente), así mismo se visualiza el diagrama de flujo por el cual se llevará este proceso lo que favorece el manejo adecuado y ordenado para su valorización. Por otra parte, la figura 4 muestra malas prácticas en el almacenado de equipos de aire acondicionado en donde se observa que los equipos se encuentran en posición horizontal o “acostada”, lo que propiciará el derrame de sustancias peligrosas al no estar posicionado de manera adecuada, así mismo el sitio de almacenamiento se visualiza en malas condiciones de limpieza lo que favorece la descomposición y reducción de calidad en los materiales del equipo que pueden ser valorizados y la generación de fauna nociva.

Nota: El almacenamiento inadecuado de los equipos de aire acondicionado 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 del GCdE 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 6 Representación gráfica del almacén de equipos de aire acondicionado

Es necesario considerar lo siguiente para establecer el área de almacenamiento que resguardará los equipos de aire acondicionado, 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 forzadas
- No rebasar la capacidad de almacenamiento

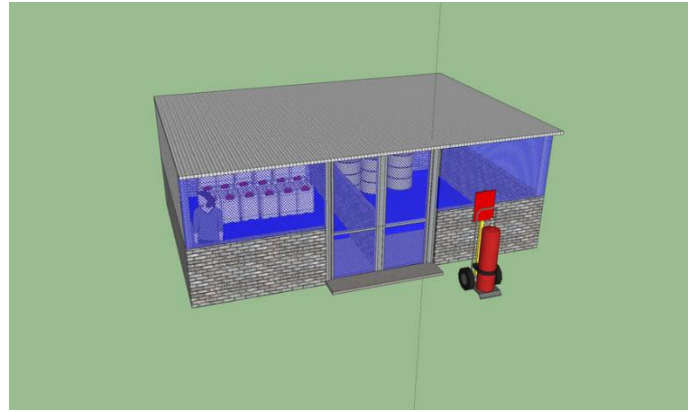


Figura 7 Representación gráfica del almacén de residuos peligrosos

Desensamble de componentes

Para el desensamble de los equipos los GCdE deberán emplear el presente instrumento de manejo de los equipos (aplicable de manera general a todas las tecnologías de equipos de aire acondicionado), aunado a esto, podrán emplear los manuales o fichas técnicas de manejo de los equipos por tecnología (manuales o fichas provenientes de fábrica con los equipos) para precisar el proceso de desensamble de los equipos de acuerdo con sus características. Por lo tanto, esta metodología es aplicable al desensamble de los equipos de aire acondicionado para cada uno de los tipos de tecnologías de aire acondicionado que identifiquen (mini split, de paquete, central, dividido, entre otros):

Tabla 6 Pasos para el desensamble de componentes de un equipo de aire acondicionado

Paso	Descripción	Representación gráfica
Desmontaje de paneles exteriores del equipo	Se retiran los paneles exteriores de plástico	
Separación y almacenamiento de paneles exteriores	Los paneles exteriores se separan (en caso de ser diferentes plásticos) y se resguardan en contenedores	
Desensamble de placas de circuito	Se extraen las placas de circuito ubicadas en los paneles de plástico	




		
Almacenamiento de placas	se resguardan las placas de circuito en contenedores separados	
Desmontaje de cableado eléctrico	Se realiza la separación del cable de suministro eléctrico del equipo de aire acondicionado. Se realiza la separación del enchufe y el cable de suministro eléctrico	
Almacenamiento de elementos de cableado eléctrico	Los elementos de cableado (cable de suministro + enchufe) son resguardados por separado	
Extracción de gases refrigerantes y aceites²	Se realiza la extracción de los gases refrigerantes y aceites en el equipo de aire acondicionado 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)	

² 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>Separación de gases refrigerantes y aceites</p>	<p>Se emplea un separador térmico para separar el gas refrigerante del aceite extraído del equipo</p>	
<p>Almacenamiento de aceites</p>	<p>Se resguardan los aceites extraídos y separados en un contenedor con charola para derrames</p>	<p>Bidón de aceites:</p> 
<p>Almacenamiento de gases refrigerantes³</p>	<p>Se resguardan los gases refrigerantes extraídos del equipo mediante un tanque de presión</p>	<p>Tanque de refrigerante</p> 
<p>Retiro de la protección del compresor</p>	<p>Se retira la protección contra vibración del compresor</p>	
<p>Almacenamiento del protector del compresor</p>	<p>Este componente generalmente es de plástico, por lo que deberá resguardarse en el contenedor de plásticos</p>	

³ Una vez extraído el gas refrigerante y previo a su almacenamiento se debe realizar el pesado del gas refrigerante recuperado. Para lo anterior se deberá tomar el dato y registrarlo en la bitácora correspondiente

<p>Desmontaje del compresor</p>	<p>Se realiza el desmontaje del compresor y se retira del equipo de aire acondicionado</p>	
<p>Vaciado del compresor</p>	<p>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</p>	
<p>Recuperación de aceite extraído</p>	<p>El aceite extraído mediante la bandeja se recupera en un contenedor específico</p>	

<p>Corte y retiro de componentes visibles</p>	<p>Se realiza el corte de piezas visibles como filtros, tuberías de cobre y otros cables</p>	
<p>Almacenamiento de componentes visibles</p>	<p>Se resguardan los componentes visibles por separado de acuerdo con su tipo de material</p>	
<p>Desmontaje de la unidad condensadora/ evaporadora</p>	<p>Se realiza la separación de la unidad condensadora/ evaporadora retirando los soportes del mismo en el equipo de aire acondicionado</p>	

<p>Extracción de la unidad condensadora/ evaporadora</p>	<p>La unidad condensadora/ evaporadora se retira del equipo de aire acondicionado</p>	
<p>Almacenamiento de la unidad condensadora/ evaporadora</p>	<p>La unidad condensadora/ evaporadora se resguarda en un contenedor por separado</p>	
<p>Extracción de aislamiento de fibra de vidrio</p>	<p>Se realiza el retiro del aislamiento de fibra de vidrio</p>	
<p>Recuperación aislamiento de fibra de vidrio</p>	<p>El aislamiento de fibra de vidrio es removido y se resguarda en bolsas adecuadas y se almacena</p>	
<p>Extracción del ventilador y motor eléctrico del equipo</p>	<p>Se retira el ventilador y motor eléctrico</p>	

<p>Almacenamiento del ventilador y motor eléctrico</p>	<p>Se almacena en contenedores separados el ventilador y motor eléctrico</p>	
<p>Extracción del capacitor</p>	<ul style="list-style-type: none"> Se realiza la extracción del capacitor del equipo de aire acondicionado 	
<p>Almacenamiento del capacitor</p>	<p>Se resguarda el capacitor en un contenedor, cabe mencionar que este componente puede contener BPCs por lo que debe ser separado.</p>	
<p>Retiro del transformador</p>	<p>Se retira el transformador</p>	
<p>Almacenamiento del transformador</p>	<p>Se almacena el transformador en un contenedor específico</p>	

A partir del desensamble del equipo de aire acondicionado se obtiene de manera general los siguientes componentes, materiales y sustancias:

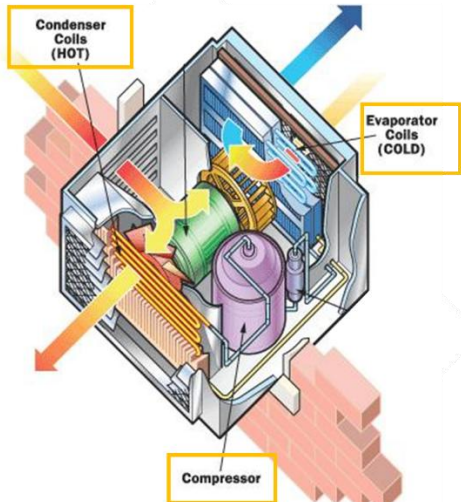
Tabla 7 Componentes, materiales y sustancias provenientes del desensamble de equipos de aire acondicionado

Componentes	Materiales	Sustancias
<ul style="list-style-type: none"> • Compresor • Unidad condensadora/evaporadora • Válvula de expansión • Tuberías • Cableado • Transformador • Capacitor • Termostato 	<ul style="list-style-type: none"> • Hierro • Aluminio • Aleaciones aluminio-cobre • Cobre • Plásticos mixtos • Aislamiento térmico fibra de vidrio 	<ul style="list-style-type: none"> • Aceite • Gas refrigerante

Inhabilitación

El sistema de aire acondicionado 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 la tabla 8 (Pasos para el desensamble de componentes de un equipo de aire acondicionado) 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 8 Componentes de inhabilitación de los equipos de aire acondicionado

Componentes de inhabilitación	Referencia ilustrativa
<ul style="list-style-type: none"> • Compresor • Condensador • Evaporador • Sistema eléctrico del equipo 	

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 9 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 9 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 condensadora/evaporadora	Trituración, separación y fundición
Motores eléctricos	Trituración, separación y fundición
Cables y enchufes	Separación en planta de reciclaje y fundición (plástico)
Capacitor eléctrico	Disposición final o primero separación y después fundición
Material	Vía potencial de reciclaje
Hierro	Fundición
Acero inoxidable	Fundición
Plásticos	Reciclaje mecánico, reciclaje de materias primas, cogeneración.
Fibra de vidrio (aislante)	Recuperación del material de fibra de vidrio mediante separación química de las resinas residuales
Gases Refrigerantes	Disposición final o recuperación (reciclaje)

Disposición Final

Listado de los componentes sujetos a disposición final, conforme a su naturaleza y a la normatividad aplicable.

Los siguientes componentes recuperados están sujetos a disposición final y deberán ser enviados con un actor/proveedor dedicado a su tratamiento, estabilización y disposición adecuada como son los gestores de residuos peligrosos:

- Los capacitores eléctricos
- CFC y otros gases refrigerantes⁴

Sustancias Peligrosas y manejo adecuado

Los equipos de aire acondicionado 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-410A (mezcla de HFC)
- HFC-32
- Otros HCFC o mezclas de HFC

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

- Aceites
- Componentes de placas de circuito impreso: Plomo, Cadmio y Cromo hexavalente
- BPC en capacitores
- PBB y PBDE en plásticos como retardantes de llama

⁴ Gestores de estas sustancias que formen parte de la Unidad de Protección a la Capa de Ozono en México, del SISSAO

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 aire acondicionado 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
5. Refractómetro.
6. Detector electrónico de fugas.
7. Válvulas perforadoras o de aguja.
8. Multímetro digital.
9. Una unidad recuperadora de gas refrigerante.
10. Un cilindro para recuperar gas refrigerante.
11. Una báscula electrónica para pesar el cilindro de recuperación.
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.

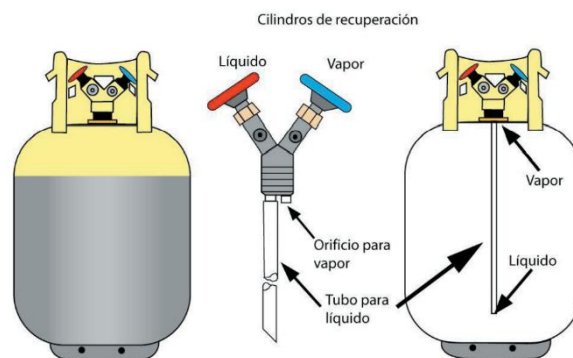


Figura 8 Representación gráfica de los Componentes de un cilindro para recuperar refrigerante.

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 aire acondicionado como gas mediante la máquina de recuperación proceda a condensar⁵ el gas, que se transfiere al cilindro de recuperación.

Se conecta el sistema de recuperación tal como se muestra en la figura 8. Se debe considerar que las mangueras de conexión entre la máquina recuperadora, el sistema de aire acondicionado y el tanque recuperador se deben

⁵ Proceso de convertir un fluido en estado gaseoso/vapor a un fluido en estado líquido

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.

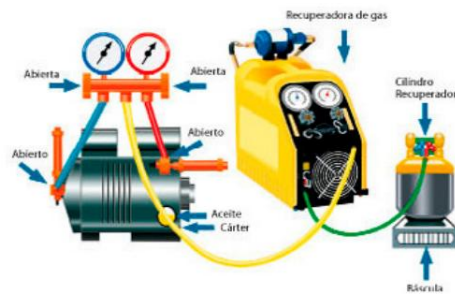


Figura 9 Representación del sistema de extracción de gases refrigerantes - método de "Recuperación de vapores"

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.

Método de recuperación push-pull

El método de recuperación push-pull se utiliza para transferir gas refrigerante líquido. Durante el proceso, la máquina de recuperación extrae vapor del cilindro de recuperación y produce gas de descarga a alta presión que empuja el líquido fuera del sistema del equipo de aire acondicionado y lo regresa al cilindro de recuperación.

Para el sistema Push-pull se conecta una manguera desde el puerto de líquido del equipo de aire acondicionado hacia la válvula de líquido en el tanque recuperador. Posteriormente se conecta otra manguera desde la válvula de vapor del tanque recuperador a la entrada de la succión de la máquina recuperadora y, finalmente, se conecta una tercera manguera desde la salida o la descarga de la máquina recuperadora al puerto de vapor del equipo (ver figura 9).

Una vez que se inicie la succión del sistema, el tanque recuperador succionará el refrigerante líquido del equipo de aire acondicionado. Posteriormente el vapor succionado del tanque recuperador por la máquina recuperadora será comprimido y empujado de vuelta hacia el lado que corresponde al vapor en el equipo de aire acondicionado hasta retirar todo el gas refrigerante en forma de vapor. Cuando la máquina de recuperación se detiene por completo, esto indica que se ha recuperado todo el refrigerante posible del equipo de aire acondicionado.

Así mismo, el cilindro recuperador del fluido refrigerante se coloca sobre la báscula que permitirá cuantificar la cantidad de gas que se recupera durante el proceso.



Figura 10 Representación del sistema de extracción de gases refrigerantes - método de "Push/pull"

No se deberá utilizar el método "push/pull" cuando:

- El sistema o equipo tienen una carga menor de 9 kilogramos, de gas refrigerante.
- El equipo es una bomba de calor u otro sistema en donde el refrigerante líquido pudiera quedar aislado.
- El equipo tiene un acumulador entre los puertos de servicio, utilizados para recuperar líquido.
- Ha ocurrido una migración de refrigerante líquido, y se desconoce su ubicación.

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 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 11 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

Este apartado aborda el marco jurídico obligatorio para la gestión responsable de residuos en México. Se detalla la estructura normativa encabezada por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Asimismo, se integran Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables, las cuales traducen estos mandatos legales en especificaciones técnicas concretas para el manejo, clasificación y disposición final segura de los materiales.

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. 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.

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 (LGPGIR)

La **LGPGIR**, publicada el **8 de octubre de 2003** y reformada por última vez el **8 de mayo de 2023** (Cámara de Diputados, 2023), 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 12 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 10 Normatividad técnica aplicable relevante

Normatividad	Objetivo	Elementos relevantes
<i><u>NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos</u></i> (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.
<i><u>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</u></i> (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><i>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</i> (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><i>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</i> (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><i>NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2024, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.</i> (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><i>NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SCT/2008, Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.</i> (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 empleado			
		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 11 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.

Almacenamiento

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.

Equipo de protección personal recomendado**Materiales incompatibles**

Aluminio

Zinc

Magnesio


Aleaciones de más del 2% de magnesio

Metales alcalinos y alcalinotérreos (Sodio, potasio, bario)

Aceites lubricantes


Tabla 12 Ficha de seguridad: Aceites lubricantes

Ficha de Seguridad- Aceites	
Datos de identificación de la sustancia	
Nombre de la sustancia	Aceites lubricantes
Número de registro CAS	N/A (mezclas)
Usos identificados	Aceites lubricantes
Datos de toxicidad	toxicidad por contacto por inhalación, contacto ocular y contacto con la piel.
Pictogramas	
Primeros auxilios	
En caso de contacto con la piel	Lávese de inmediato con abundante agua y jabón
En caso de contacto con los ojos	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

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

Bifenilos Policlorados

Tabla 13 Ficha de seguridad para 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
  
Materiales incompatibles
Agentes oxidantes (percloratos, peróxidos, permanganatos, cloratos, nitratos)
Ácidos fuertes (ácido clorhídrico, sulfúrico, nítrico)
Cloro
Bromo
Flúor

Aislante de fibra de vidrio

Tabla 14 Ficha de seguridad: Aislante de fibra de vidrio

Ficha de Seguridad- Aislante de Fibra de Vidrio	
Datos de identificación de la sustancia	
Nombre del material	AISLANTE DE FIBRA DE VIDRIO
Número de registro CAS	N/A
Usos identificados	Aislante térmico
Datos de toxicidad	N/A
Medidas contra incendios	
<p>La resistencia al fuego del material dependerá del producto y fabricante, el cual deberá realizar pruebas que den cumplimiento como mínimo a la siguiente regulación:</p> <p style="text-align: center;"> UL 723 ASTM E 84 NFPA 255 CAN / ULC S-102 </p>	
Recomendaciones de manipulación y almacenamiento	
Manipulación segura	Utilice equipo de protección personal apropiado.
Almacenamiento	<p>Almacene el material en lugares protegidos de la intemperie. Asegúrese que la primera cama del producto esté sobre una tarima de madera.</p> <p>Conserve el producto en su empaque hasta su uso. Altura máxima por estiba 8 bolsas.</p> <p>Evite colocar el producto sobre pisos mojados.</p> <p>Evite someter el producto a abusos mecánicos.</p> <p>Para mejor identificación, deje visibles las etiquetas que identifican el producto</p>

Equipo de protección personal recomendado



Bibliografía

- 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
- 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
- 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
- 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_TERRESTRE_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
- 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
- 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
- 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