

Ficha de Datos de Seguridad (SDS)

Refrigerante R449A (mezcla HFC/HFO, R32/R125/R1234yf/R134a = 25.3/24.4/24.7/25.6, ligeramente inflamable A2L)

N.º ONU: 3161 Fecha: 29 de agosto de 2026 Versión: V1.0

1 Identificación

1.1 Identificador del producto

Nombre químico (EN)	Refrigerante R449A (mezcla de difluorometano/pentafluoroetano/2,3,3,3-tetrafluoropropeno/1,1,1,2-tetrafluoroetano)
Nombre comercial / Sinónimos	R449A, Opteon XP40, Forane 449A, HFO-449A
CAS N.º	Sin número CAS único (mezcla; los números CAS de los componentes figuran en la Sección 3)
N.º ONU	3161 (Gas licuado, inflamable)
Clase de mercancías peligrosas	Gas inflamable, Clase 2.1
Tipo de mezcla	Mezcla zeotrópica (deslizamiento de temperatura ~1°C)
Peso molecular	85.26 g/mol
Uso principal	Sustituto ecológico del R404A/R507A en refrigeración comercial de temperatura media y baja (GWP reducido ~67%)

1.2 Información del fabricante / proveedor

Nombre del proveedor	Hangzhou Wula Químico Co., Ltd.
Dirección	Calle Longtan N.º 7, Distrito de Yuhang, Hangzhou, Provincia de Zhejiang, China
Código postal	311100
Teléfono	+86-571-87024025
Fax	+86-571-87024025

1.3 Teléfono de emergencia

Línea directa nacional de emergencias por accidentes químicos: +86-532-83889090 (24 horas)

Teléfono de emergencia del proveedor: +86-571-87024025

2 Identificación de peligros

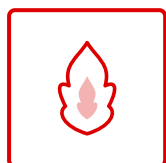
2.1 Clasificación de peligros GHS

Clasificación de peligros:

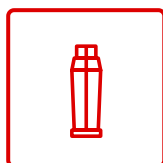
- Gas inflamable (Peligro físico) — Categoría 2
- Gases bajo presión (Peligro físico) — Gas licuado
- Toxicidad específica de órganos diana - Exposición única (Peligro para la salud, Efectos narcóticos) — Categoría 3

Nota: el R449A es un refrigerante clasificado A2L (ligeramente inflamable, baja toxicidad). El intervalo de inflamabilidad es muy estrecho (~12.3%–14.3%), con una velocidad de combustión baja (≤ 10 cm/s), lo que supone un riesgo práctico de incendio bajo. La congelación por contacto del líquido con piel/ojos es una lesión física de baja temperatura.

2.2 Elementos de la etiqueta GHS



GHS02 Inflamable



GHS04 Gas bajo presión



GHS07 Atención

Palabra de señalización: **ATENCIÓN**

Mensajes de peligro:

H221 Gas inflamable.

H280 Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta.

H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.

Nota: la clasificación H221 se basa en la característica de ligeramente inflamable A2L. El R449A tiene un intervalo de inflamabilidad muy estrecho (~12.3%–14.3%) y una velocidad de combustión baja, lo que supone un riesgo práctico de incendio muy inferior al de los gases de clase A2/A3.

Consejos de prudencia:

P102 Mantener fuera del alcance de los niños.

P210 Mantener lejos del calor, las chispas, las llamas abiertas y las superficies calientes. No fumar.

P271 Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado.

P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.

P312 Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico/... si la persona se encuentra mal.

P377 Fuga de gas en llamas: No apagar, salvo si la fuga puede detenerse sin peligro.

P381 En caso de fuga, eliminar todas las fuentes de ignición.

P403 Almacenar en un lugar bien ventilado.

P410+P403 Proteger de la luz solar. Almacenar en un lugar bien ventilado.

P405 Guardar bajo llave.

2.3 Otros peligros

- El vapor es más pesado que el aire y puede desplazarse por el suelo hasta lugares distantes, creando un ambiente deficiente en oxígeno.
- Gas ligeramente inflamable A2L: el intervalo de inflamabilidad es muy estrecho (~12.3%–14.3%), con una velocidad de combustión baja (≤ 10 cm/s), lo que supone un riesgo práctico de incendio bajo.
- Mezcla zeotrópica con un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 1°C; se recomienda la carga en fase líquida.
- A altas temperaturas ($> 500^{\circ}\text{C}$), la descomposición térmica produce gases tóxicos y corrosivos (fluoruro de hidrógeno, monóxido de carbono, fluoruro de carbonilo, etc.).
- Las botellas expuestas al calor aumentarán de presión, con riesgo de rotura y explosión.
- La inhalación de concentraciones elevadas puede causar sensibilización cardíaca a las catecolaminas, pudiendo inducir arritmia.

3

Composición / Información sobre los componentes

3.1 Sustancia / Mezcla

Este producto es una mezcla zeotrópica compuesta por cuatro refrigerantes, con un deslizamiento de temperatura de aproximadamente 1°C.

3.2 Información sobre los componentes

Nombre del componente	CAS N.º	Nombre químico	Fórmula molecular	Concentración (fracción másica)
R32	75-10-5	Difluorometano	CH_2F_2	25.3%

R125	354-33-6	Pentafluoroetano	C ₂ HF ₅ (CF ₃ CHF ₂)	24.4%
R1234yf	754-12-1	2,3,3,3-Tetrafluoroprop-1-eno	C ₃ H ₂ F ₄ (CF ₃ CF=CH ₂)	24.7%
R134a	811-97-2	1,1,1,2-Tetrafluoroetano	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	25.6%

3.3 Impurezas

Impureza	Límite
Acidez (como HCl)	≤1 ppm
Humedad	≤10 ppm
Residuo no volátil	≤100 ppm
Gases no condensables (25°C, fracción en volumen)	≤1.5%
Cloruros	Cumple

4 Medidas de primeros auxilios

4.1 Descripción de las medidas de primeros auxilios necesarias

Consejo general: Retire de inmediato a la víctima de la zona contaminada. Manténgala abrigada y en reposo. Muestre esta Ficha de Datos de Seguridad al médico tratante.

Inhalación:

- Trasladar rápidamente al paciente al aire libre; mantener las vías respiratorias abiertas.
- Si la respiración es difícil, administre oxígeno.
- Si la respiración se ha detenido, practique respiración artificial (utilice una mascarilla de válvula-balón o una mascarilla de bolsillo; evite la respiración boca a boca).
- Si se ha producido un paro cardíaco, practicar inmediatamente la reanimación cardiopulmonar (RCP).
- Mantener al paciente abrigado y en reposo. Vigilar de cerca su estado. Solicitar atención médica de inmediato.

Contacto con la piel (congelación):

- Lavar de inmediato la zona congelada con grandes cantidades de agua tibia (37–40°C) para favorecer el recalentamiento.
- No usar agua caliente (>40°C) ni aplicar calor directo. No frotar la zona congelada.
- Retirar con cuidado la ropa congelada; si la ropa está adherida a la piel, no arrancarla a la fuerza. Cubrir la herida con un apósito estéril. Solicitar atención médica de inmediato.

Contacto con los ojos:

- Abrir de inmediato los párpados y lavar con grandes cantidades de agua corriente o solución salina durante al menos 15 minutos.
- Retirar las lentes de contacto, si están presentes y es fácil hacerlo (si es viable). Solicitar atención médica de inmediato, preferiblemente de un oftalmólogo.

Ingestión: No procede. Este producto es un gas a temperatura ambiente y no constituye un peligro por ingestión.

4.2 Síntomas y efectos sobre la salud más importantes

- Inhalación aguda: mareo, somnolencia, cefalea, náuseas, pérdida de coordinación, pérdida de conocimiento, arritmia.
- Contacto de la piel con el líquido: congelación (palidez, endurecimiento, dolor y ampollas en la piel).
- Contacto de los ojos con el líquido: Congelación grave, daño corneal, deficiencia visual.

4.3 Indicación de atención médica inmediata y tratamiento especial

Notas al médico:

- Proporcionar tratamiento sintomático y de sostén; mantener la permeabilidad de las vías respiratorias; administrar oxígeno si es necesario.
- Vigile la función cardíaca; la exposición a alta concentración puede causar arritmia.
- Evitar fármacos catecolamínicos como la epinefrina (pueden aumentar la sensibilidad del miocardio a los fluorocarbonos e inducir fibrilación ventricular).
- Tratar la congelación según los protocolos habituales; recalentar con agua tibia (37–40°C); no usar calor seco ni frotar.
- Si se sospecha exposición a productos de descomposición térmica (HF), vigilar los niveles de fluoruro en sangre y orina; administrar tratamiento con gluconato de calcio.

5 Medidas de lucha contra incendios

5.1 Medios de extinción

Medios de extinción adecuados: Agua pulverizada, polvo químico seco, dióxido de carbono, espuma. Para un gas ligeramente inflamable A2L, cortar la fuente de gas antes de extinguir el incendio.

Medios de extinción inadecuados: Sin restricciones específicas.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia

- Gas ligeramente inflamable A2L: puede inflamarse dentro de un intervalo de concentración específico en aire (intervalo de inflamabilidad ~12.3%–14.3%, muy estrecho); velocidad de combustión baja (≤ 10 cm/s).
- El riesgo práctico de incendio es bajo, pero evite el contacto con fuentes de ignición potentes en espacios cerrados.

- A altas temperaturas (>500°C), la descomposición térmica produce fluoruro de hidrógeno tóxico, monóxido de carbono, fluoruro de carbonilo y otros gases corrosivos y nocivos.
- Las botellas expuestas al calor pueden aumentar de presión interna y pueden romperse.
- Puede reaccionar con metales alcalinos, metales alcalinotérreos y polvo de aluminio en condiciones específicas.

5.3 Productos de combustión peligrosos

Fluoruro de hidrógeno (HF), monóxido de carbono (CO), fluoruro de carbonilo (COF₂), otros compuestos fluorados

5.4 Instrucciones de lucha contra incendios y equipo de protección

- Los bomberos deben llevar aparato respiratorio autónomo de presión positiva (ARAA) y equipo completo de protección contra incendios.
- Alejar las botellas de la zona del incendio si puede hacerse con seguridad. Pulverizar agua para enfriar las botellas en la zona del incendio hasta que el fuego se extinga.
- Evacuar de inmediato si las botellas expuestas al fuego muestran decoloración o si se activan los dispositivos de alivio de seguridad.
- **No extinguir un incendio de gas en fuga hasta que pueda cortarse la fuente de gas**(P377); de lo contrario, el gas inflamable puede volver a acumularse, provocando reignición o explosión.
- Elimine todas las fuentes de ignición, si no hay peligro en hacerlo (P381).

6 Medidas en caso de liberación accidental

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

- Evacuar rápidamente al personal de la zona de fuga hacia un lugar a barlovento; aislar la zona y restringir estrictamente el acceso.
- El personal de emergencias debe llevar aparato respiratorio autónomo de presión positiva, ropa de trabajo general, guantes de protección criogénicos y gafas de seguridad.
- Acercarse al lugar desde barlovento. Cortar la fuente de fuga si es posible. No tocar ni pisar el material derramado.
- **Elimine todas las fuentes de ignición**(llamas abiertas, chispas eléctricas, electricidad estática, etc.); no utilizar herramientas que puedan producir chispas.

6.2 Precauciones ambientales

- Impedir que el gas entre en alcantarillas, sótanos o espacios cerrados. Garantizar una ventilación adecuada para favorecer la dispersión.
- En caso de fugas grandes, controlar las emisiones de gases de efecto invernadero; recuperar y tratar todo lo posible. Evitar la descarga a la atmósfera, a los cuerpos de agua y al suelo.

6.3 Métodos y materiales de confinamiento y limpieza

- **Fugas pequeñas:**Reforzar la ventilación para acelerar la dispersión del gas. Vigilar los niveles de oxígeno y las concentraciones de gas inflamable para prevenir la asfixia y la combustión.
- **Fugas grandes:**Cerrar la válvula de la fuente de fuga (si se puede operar con seguridad). Utilizar un sistema dedicado de recuperación de gas para la recuperación. Si no es posible recuperar, diluir con agua pulverizada. Cuando no se pueda cerrar la válvula de la botella, sumergir la botella en una solución acuosa alcalina para su tratamiento de absorción.
- **Disposición de la fuga de la botella:**Trasladar la botella a una zona ventilada y segura y liberar lentamente; si no se puede cerrar la válvula, contactar con el proveedor para su manejo profesional.

6.4 Referencia

Véase la Sección 8 (Controles de exposición/protección personal) y la Sección 13 (Eliminación).

Advertencia especial:La densidad del vapor de R449A es aproximadamente 2.9 veces la del aire y se acumulará en zonas bajas y espacios cerrados, creando un ambiente deficiente en oxígeno y pudiendo alcanzar concentraciones inflamables. Antes de entrar en espacios cerrados o zonas bajas, deben medirse los niveles de oxígeno ($\geq 19.5\%$) y las concentraciones de gas inflamable (por debajo del 20% del LII), con un vigilante de seguridad presente. Eliminar todas las fuentes de ignición.

7

Manipulación y almacenamiento

7.1 Precauciones de manipulación

- Operar en sistemas cerrados con ventilación natural o extracción local adecuada.
- Los operadores deben estar especialmente capacitados, seguir estrictamente los procedimientos de operación y poseer las certificaciones apropiadas.
- **Mantener lejos del calor, las chispas, las llamas abiertas y las superficies calientes. No fumar.**
- Evitar el contacto con metales reactivos y oxidantes fuertes. Manipular las botellas con suavidad para evitar daños a las botellas y sus accesorios.
- Dotar el lugar de trabajo con equipos de respuesta ante fugas de emergencia. Está estrictamente prohibido comer, beber y fumar en el lugar de trabajo.
- Al manipular el líquido, llevar guantes aislantes y gafas de seguridad para prevenir la congelación.
- Utilizar sistemas y equipos de ventilación antideflagrantes. Utilizar herramientas y equipos sin chispa.
- Inspeccionar periódicamente la estanqueidad de botellas, válvulas y tuberías. Mantener una buena ventilación del lugar de trabajo para evitar que el gas se acumule hasta concentraciones inflamables.
- Al ser una mezcla zeotrópica, cargar en fase líquida para garantizar la consistencia de la composición.

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas incompatibilidades

- Almacenar en un almacén dedicado a gases inflamables, fresco, seco y bien ventilado. La temperatura de almacenamiento no debe superar los 45°C. Mantener alejado del fuego y de las fuentes de calor; evitar la luz solar directa.

- Almacenar por separado de oxidantes y metales reactivos. Las botellas deben almacenarse en posición vertical, con las tapas de válvula y los anillos amortiguadores colocados y fijadas de forma segura.
- Utilice iluminación y ventilación a prueba de explosiones. **No utilice equipos ni herramientas mecánicas que puedan producir chispas.**
- Coeficiente de llenado no superior a 1.0 kg/L. Las zonas de almacenamiento deben exhibir señales de advertencia de seguridad bien visibles y contar con dispositivos de detección y alarma de gas inflamable. Implementar sistemas de recepción por dos personas y custodia por dos personas.

7.3 Usos finales específicos

Solo para uso en refrigeración industrial y comercial; los usuarios deben estar profesionalmente capacitados. El R449A es un sustituto ecológico del R404A/R507A con una reducción del GWP de aproximadamente el 67%, adecuado para sistemas de refrigeración comercial de temperatura media y baja. No aprobado para contacto directo con alimentos, inhalación médica ni otros usos no autorizados.

8 Controles de exposición / Protección personal

8.1 Límites de exposición ocupacional

OEL de China	No se ha establecido límite legal. Referencia WEEL: 500 ppm (TWA, 8 horas)
WEEL de EE. UU. (componente R1234yf)	500 ppm (TWA)
TLV-TWA de la ACGIH de EE. UU. (componente R134a)	1000 ppm (TWA)
Límite recomendado para la mezcla (VLA)	500 ppm (TWA, valor más restrictivo)
Límite de exposición biológica	No establecido

Nota: según la GBZ 2.1-2019, esta sustancia no figura actualmente en la tabla china de límites de exposición ocupacional; se recomiendan las normas internacionales como orientación operativa.

8.2 Métodos de monitorización de la exposición

Cromatografía de gases con detección de ionización de llama (GC-FID) o espectrometría de masas (GC-MS); detectores portátiles de gases halogenados/inflamables

8.3 Controles de ingeniería

- Cerrar los procesos de producción; proporcionar ventilación general o por extracción local. Proporcionar duchas de seguridad y lavaojos.
- Instalar dispositivos de detección y alarma de gas inflamable (alarma al 20% del LII) en las zonas donde puedan producirse fugas grandes. Utilizar equipos eléctricos antideflagrantes.

8.4 Equipo de protección individual (EPI)

Protección respiratoria:

- Condiciones normales: no se requiere protección especial. A concentraciones más altas: se recomienda una mascarilla de media cara. En ambientes de alta concentración o emergencias: debe llevarse aparato respiratorio autónomo de presión positiva (ARAA).

Protección ocular: Gafas de seguridad para operaciones generales; se requieren gafas de seguridad química o pantalla facial al manipular el líquido para prevenir la congelación.

Protección de la piel: Guantes de protección antiestáticos para la manipulación general; guantes aislantes criogénicos al manipular el líquido. Ropa de trabajo antiestática para la protección del cuerpo; ropa de protección contra el frío al manipular el líquido.

8.5 Medidas de higiene

- Retirar prontamente la ropa contaminada después del trabajo; lavar bien la piel. Mantener buenos hábitos de higiene personal. Dotar el lugar de trabajo con lavajos y duchas de emergencia.

9 Propiedades físicas y químicas

9.1 Propiedades físicas y químicas básicas

Aspecto	Gas incoloro con ligero olor etéreo; gaseoso a temperatura y presión normales; líquido transparente e incoloro a presión
Umbral de olor	Sin datos disponibles (ligero olor etéreo)
pH	No aplicable (gas)
Punto de fusión / congelación	Sin punto de fusión definido (mezcla)
Punto / intervalo de ebullición (101.3 kPa)	-43.6°C (-46.5°F) (punto de burbuja, deslizamiento de temperatura ~1°C)
Punto de inflamación	Ninguno (no procede para un gas, pero clasificado como ligeramente inflamable)
Velocidad de evaporación	Sin datos disponibles
Inflamabilidad (gas)	Ligeramente inflamable (A2L)
Límites explosivos superiores/inferiores	~12.3%–14.3% (en aire, intervalo muy estrecho)
Presión de vapor (25 °C)	1200 kPa

Densidad de vapor (aire = 1)	~2.9 (más pesado que el aire)
Densidad relativa (líquido, 25°C)	1.152 g/cm ³
Solubilidad	Poco soluble en agua; soluble en etanol, éter dietílico y otros disolventes orgánicos
Coefficiente de reparto (log P)	No hay datos disponibles (mezcla)
Temperatura de autoignición	~600°C (estimado)
Temperatura de descomposición	>500°C (comienza la descomposición térmica)
Viscosidad (gas, 25°C)	~12.5 µPa·s
Tensión superficial (25°C, líquido)	~6.5 mN/m
Velocidad de combustión	≤10 cm/s (requisito de la clase A2L)

9.2 Propiedades termodinámicas

Temperatura crítica	83.5°C (182.3°F)
Presión crítica	~4500 kPa (4.50 MPa / 653 psia)
Densidad crítica	~0.470 g/cm ³
Calor de vaporización (en el punto de ebullición)	~170 kJ/kg
Calor específico del líquido (25°C)	~1.55 kJ/(kg·°C)
Calor específico del gas (25 °C, presión constante)	~0.95 kJ/(kg·°C)

9.3 Otros datos de seguridad

Clase de seguridad ASHRAE	A2L (ligeramente inflamable, baja toxicidad)
Potencial de agotamiento del ozono (PAO)	0 (no agota la capa de ozono)
Potencial de calentamiento global (PCA, 100-yr)	1273 (reducido ~67% frente al R404A/R507A)

Tiempo de vida atmosférico	~11.8 años
Deslizamiento de temperatura	~1°C (mezcla zeotrópica)

10 Estabilidad y reactividad

10.1 Reactividad

Químicamente estable a temperatura y presión normales; no propenso a reacciones químicas.

10.2 Estabilidad química

Estable a temperatura y presión normales. El componente R1234yf contiene un doble enlace carbono-carbono y se degrada relativamente rápido en la atmósfera, pero permanece estable en condiciones normales de almacenamiento y uso.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

- La descomposición térmica a altas temperaturas (>500 °C) produce fluoruro de hidrógeno tóxico, monóxido de carbono y fluoruro de carbonilo.
- Puede reaccionar con metales alcalinos, metales alcalinotérreos y polvo de aluminio a altas temperaturas o en condiciones específicas.
- Los componentes R32 y R1234yf pueden formar mezclas inflamables con el aire en condiciones específicas (característica de ligeramente inflamable A2L).

10.4 Condiciones que evitar

Altas temperaturas, llamas abiertas, fuentes de calor directas, sobrepresión de las botellas, fuentes de ignición potentes

10.5 Materiales incompatibles

Metales reactivos (sodio, potasio, calcio, polvo de aluminio, polvo de magnesio, etc.), oxidantes fuertes

10.6 Productos de descomposición peligrosos

Fluoruro de hidrógeno (HF), monóxido de carbono (CO), fluoruro de carbonilo (COF₂), otros compuestos fluorados

10.7 Peligro de polimerización

No experimentará polimerización.

11 Información toxicológica

11.1 Toxicidad aguda

CL por inhalación en rata ₅₀ (4 h)	> 500,000 ppm
Componente R32 (inhalación en rata): CL ₅₀ (4 h)	> 1,000,000 ppm
Componente R125 (inhalación en rata): CL ₅₀ (4 h)	> 800,000 ppm
Componente R1234yf (inhalación en rata): CL ₅₀ (4 h)	> 520,000 ppm
Componente R134a (inhalación en rata): CL ₅₀ (4 h)	> 500,000 ppm
DL dérmica en conejo ₅₀	Sin datos (sustancia gaseosa)

11.2 Irritación / corrosión cutánea

El contacto con el líquido puede causar congelación (lesión física), pero la sustancia no está clasificada como químicamente corrosiva.

11.3 Irritación / corrosión ocular

El contacto con el líquido puede causar congelación grave y daño corneal.

11.4 Sensibilización respiratoria o cutánea

No se ha notificado sensibilización.

11.5 Mutagenicidad en células germinales

Todos los componentes no mostraron efectos mutagénicos en pruebas in vitro e in vivo.

11.6 Carcinogenicidad

Ninguno de los componentes está clasificado como carcinógeno por la IARC, la ACGIH u otros organismos. IARC: no clasificado; ACGIH: grupo A4; EPA: grupo D.

11.7 Toxicidad reproductiva

Los estudios en animales no mostraron toxicidad reproductiva o del desarrollo significativa a concentraciones elevadas.

11.8 Toxicidad específica para órganos diana - exposición única

- Efectos narcóticos (Categoría 3): la inhalación de concentraciones elevadas puede causar depresión del sistema nervioso central.
- Efectos cardíacos: la exposición a concentraciones elevadas puede causar arritmia (sensibilización a catecolaminas).

11.9 Toxicidad específica para órganos diana - exposición repetida

La exposición repetida a bajas concentraciones no mostró toxicidad específica de órganos diana significativa.

11.10 Peligro de aspiración

En estado gaseoso, la neumonía por aspiración es improbable. La inhalación de concentraciones elevadas puede causar depresión del sistema nervioso central y sensibilización cardíaca.

12 Información ecológica

12.1 Ecotoxicidad

Toxicidad aguda para peces (CL ₅₀ , 96 h)	> 100 mg/L (baja toxicidad para peces)
Toxicidad aguda para Daphnia (CE ₅₀ , 48 h)	> 100 mg/L
Inhibición del crecimiento de algas (CE ₅₀ , 72 h)	> 100 mg/L

12.2 Persistencia y degradabilidad

- Degradación atmosférica: el componente R1234yf se degrada rápidamente (~11 días); los componentes R32 y R125 se degradan más lentamente. El tiempo de vida atmosférico global de la mezcla es de aproximadamente 11.8 años.
- Biodegradabilidad: no readily biodegradable — no es fácilmente biodegradable.

12.3 Potencial de bioacumulación

Todos los componentes tienen valores de log P bajos, lo que indica un bajo potencial de bioacumulación.

12.4 Movilidad en el suelo

Como gas, es altamente volátil y móvil.

12.5 Evaluación PBT y vPvB

No cumple los criterios PBT/vPvB.

12.6 Otros efectos adversos sobre el medio ambiente

- **PCA (ODP):** 0 (no agota la capa de ozono)
- **GWP (100 años):**1273 (reducido ~67% frente al R404A/R507A)
- Las liberaciones de gran volumen contribuyen al calentamiento global; las emisiones deben controlarse, dando prioridad a la recuperación y la reutilización.

- Los componentes R32 y R125 son HFC sujetos a los controles de la Enmienda de Kigali; el R1234yf es un HFO con GWP muy bajo y no está sujeto a controles.

13 Consideraciones sobre la eliminación

13.1 Métodos de tratamiento de residuos

Producto / residuos:

- Está estrictamente prohibida la descarga directa a la atmósfera (gas de efecto invernadero). El reciclaje y la regeneración son los métodos de tratamiento preferentes.
- Si no es posible el reciclaje, enviar a una instalación cualificada de eliminación de residuos peligrosos. Puede utilizarse la incineración a alta temperatura.
- No descargue en alcantarillados, aguas ni suelo.

Envases contaminados: Las botellas vacías deben devolverse al proveedor o a una organización cualificada para su manejo; no desechar ni cortar sin autorización.

13.2 Precauciones de eliminación

- Consultar las normativas nacionales y locales antes de la eliminación. Los operadores deben llevar equipo de protección individual adecuado.
- Garantizar una ventilación adecuada para prevenir la asfixia del personal y la acumulación de gas inflamable. Eliminar todas las fuentes de ignición.

14 Información sobre el transporte

14.1 Número ONU

3161 (Gas licuado, inflamable)

14.2 Nombre apropiado de envío ONU

GAS LICUADO INFLAMABLE, N.E.P. (gas refrigerante R449A)

14.3 Clase de peligro de transporte

Gas inflamable, Clase 2.1

14.4 Grupo de embalaje

No aplicable (los gases de Clase 2 no tienen clasificación de grupo de embalaje)

14.5 Etiquetas de peligro

- Etiqueta de peligro principal: etiqueta de Gas inflamable (roja, Clase 2.1)
- Etiqueta de peligro secundario: Ninguna

14.6 Método de embalaje

- Botellas de acero (sin soldadura), conformes a la norma GB 5099 o normas equivalentes.
Especificaciones habituales: botellas de 11.4 kg, 13.6 kg, 50 kg, 100 kg.
- Coeficiente de llenado no superior a 1.0 kg/L. Sentido de rosca de la salida de la válvula de la botella: rosca a izquierdas para gases inflamables.

14.7 Requisitos especiales para los distintos modos de transporte

Transporte por carretera (GB/T 12268 / ADR):

- Los vehículos de transporte deben poseer la cualificación para el transporte de mercancías peligrosas. Las botellas deben llevar tapas de válvula y anillos amortiguadores.
- Seguir las rutas designadas; está prohibido detenerse en zonas residenciales y densamente pobladas. Los tubos de escape de los vehículos deben estar equipados con arrestollamas.

Transporte ferroviario (RID):

- Prohibida la clasificación por lomas. Transporte en vagones cerrados; botellas almacenadas en vertical u horizontal y bien aseguradas.

Transporte marítimo (Código IMDG):

- ONU 3161, Clase 2.1. Contaminante marino: no. Categoría de estiba: D (solo carga sobre cubierta).

Transporte aéreo (ICAO/IATA DGR):

- ONU 3161, Clase 2.1. Aeronaves de pasaje: prohibido. Aeronaves de carga: permitido (sujeto a las limitaciones de cantidad de embalaje).

14.8 Precauciones de transporte

- No transportar junto con oxidantes, metales reactivos o productos químicos de grado alimentario.
- Los vehículos de transporte deben estar equipados con equipos contra incendios y equipos de respuesta ante fugas de emergencia. El personal de transporte debe estar certificado.
- Proteger de la exposición al sol, la lluvia y las altas temperaturas durante el transporte. Los tubos de escape de los vehículos deben estar equipados con arrestollamas. Manipular con cuidado durante la carga y descarga.

15.1 Reglamentación de China

- Reglamento sobre la Gestión Segura de Productos Químicos Peligrosos (Decreto N.º 591 del Consejo de Estado)
- Catálogo de Productos Químicos Peligrosos (Edición 2015): Listado
- Normas de clasificación y etiquetado de productos químicos (serie GB 30000)
- Ficha de datos de seguridad de productos químicos - Contenido y orden (GB/T 16483-2008)
- Límites de exposición ocupacional a los factores peligrosos en el lugar de trabajo - Parte 1: Factores químicos peligrosos (GBZ 2.1-2019)

- Reglamento técnico de seguridad de botellas de gas (TSG 23-2021)
- Ley de Seguridad en la Producción de la RPC; Ley de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica de la RPC
- Plan de Implementación de la Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal (China): componentes HFC sujetos a control

15.2 Reglamentación internacional

- **ONU GHS:** 8.ª edición revisada
- **Protocolo de Montreal:**No es una sustancia agotadora de la capa de ozono (ODP = 0)
- **Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal:**Los componentes R32 y R125 son HFC de GWP elevado sujetos a control; el R1234yf es un HFO no sujeto a control
- **Reglamento UE de gases fluorados (UE 517/2014):**El R449A cumple los requisitos de cuota como sustituto de bajo GWP del R404A/R507A
- **Reglamento REACH / CLP de la UE**
- **Programa SNAP de la US EPA:**Aprobado para refrigeración comercial de temperatura media y baja
- **Ley AIM de Estados Unidos:**Programa de reducción progresiva de los HFC
- **ADR/RID, Código IMDG, DGR de IATA**

16 Otra información

16.1 Referencias

- Norma ASHRAE 34-2024: Designación y clasificación de seguridad de los refrigerantes
- Manual ASHRAE - Sistemas y Aplicaciones de Refrigeración
- Informe de evaluación RTOC 2022 del PNUMA
- GB/T 16483-2008 Ficha de datos de seguridad de productos químicos - Contenido y orden
- Serie GB 30000: Normas de clasificación y etiquetado de productos químicos
- Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) de las Naciones Unidas, 8.ª edición revisada

16.2 Abreviaturas

Abreviatura	Nombre completo
FDS	Ficha de Datos de Seguridad
GHS	Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos
CAS	Chemical Abstracts Service (Número)
UN	Naciones Unidas (Número de mercancías peligrosas)

PAO	Potencial de agotamiento del ozono
PCA	Potencial de calentamiento global
LC ₅₀	Concentración Letal, 50%
SCBA	Equipo de respiración autónomo
HFC	Hidrofluorocarburo
HFO	Hidrofluoroolefina
STOT	Específico toxicidad en órganos diana

16.3 Aviso legal

This Safety Data Sheet (SDS) is prepared in accordance with GB/T 16483-2008 and the UN GHS standards and is intended to provide guidance on the safe use, handling, and disposal of the product. The information serves only as a safety operation guide and does not constitute a guarantee of product specifications or performance. Users should assess the applicability of this information based on their specific use scenarios and local regulatory requirements, and take necessary safety precautions. The preparer assumes no legal liability for any direct or indirect losses resulting from the use of the information in this document. Data in this document may be updated as new research findings and regulations evolve; it is recommended to check for the latest version periodically.

Este documento se elabora de conformidad con la GB/T 16483-2008 y el SGA de la ONU, 8.^a edición revisada Ficha de Datos de Seguridad del refrigerante R449A Versión V1.0