

Scheda di Dati di Sicurezza (SDS)

Refrigerante R512A (miscela HFO/HFC, R1234yf/R134a, A2L debolmente infiammabile)

N. ONU: 3161 (provvisorio) Data di emissione: Aug 29, 2026 Versione: 1.0

1 Identificazione

1.1 Identificatore del prodotto

Nome chimico	Refrigerante R512A (miscela di 2,3,3,3-tetrafluoropropene e 1,1,1,2-tetrafluoroetano)
Nomi comuni / sinonimi	R512A, HFC-512A, HFO-512A
Numero CAS	Nessun numero CAS unico (miscela; numeri CAS dei componenti nella Sezione 3)
Numero ONU	3161 (gas liquefatto, infiammabile, provvisorio)
Codice delle merci pericolose	Classe 2.1 Gas infiammabile (provvisorio)
Tipo di miscela	Miscela azeotropica/quasi azeotropica
Peso molecolare	~112,1 g/mol (stimato)
Uso raccomandato	Refrigerazione commerciale leggera, alternativa per il condizionamento dell'aria di autoveicoli

Nota sui dati: Alcuni parametri fisici/chimici di questa SDS sono valori stimati sulla base di fonti di dati pubblicamente disponibili. La composizione esatta e le specifiche complete di R512A non sono state confermate pubblicamente nelle tabelle della Norma ASHRAE 34. **I dati sono solo a scopo di riferimento; si prega di fare riferimento ai dati più recenti del produttore.**

1.2 Dettagli del fornitore della scheda di dati di sicurezza

Nome del fornitore	Hangzhou Wula Chemical Co., Ltd.
Indirizzo	N. 7 Longtan Road, Distretto di Yuhang, Hangzhou, Provincia di Zhejiang, Cina
Codice postale	311100
Telefono	+86-571-87024025

Fax	+86-571-87024025
E-mail	safety@wulachem.cn

1.3 Numero di telefono di emergenza

Linea di emergenza chimica nazionale (Cina): +86-532-83889090 (24 ore)

Contatto di emergenza del fornitore: +86-571-87024025

2 Identificazione dei pericoli

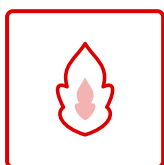
2.1 Classificazione GHS

Classificazione di pericolo:

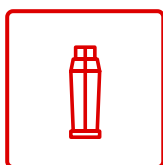
- Gas infiammabile (pericolo fisico) — Categoria 2
- Gas compresso (Pericolo fisico) — Gas liquefatto
- Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione singola (Pericolo per la salute, effetto narcotico) — Categoria 3

Nota: R512A è un refrigerante di classe A2L (debolmente infiammabile, a bassa tossicità). I gas A2L hanno una bassa velocità di combustione (≤ 10 cm/s) e limiti di infiammabilità ristretti, con conseguente basso rischio reale di incendio. L'ustione da freddo a contatto con il liquido è una lesione criogenica fisica.

2.2 Elementi dell'etichetta GHS



GHS02 Fiamma



GHS04 Bombola di gas



GHS07 Punto esclamativo

Parola di segnalazione: **ATTENZIONE**

Indicazioni di pericolo:

- H221** Gas infiammabile.
- H280** Contiene gas sotto pressione; può esplodere se riscaldato.
- H336** Può provocare sonnolenza o vertigini.

Nota: la classificazione H221 si basa sulle caratteristiche debolmente infiammabili A2L. L'intervallo dei limiti di infiammabilità è ristretto e la velocità di combustione è bassa; il rischio reale di incendio è significativamente inferiore a quello dei gas di classe A2/A3.

Consigli prudenziali:

- P102** Leggere e comprendere tutte le precauzioni di sicurezza prima della manipolazione.

P210 Tenere lontano da calore/scintille/fiamme libere/superfici calde. Non fumare.

P271 Utilizzare solo all'aperto o in luogo ben ventilato.

P280 Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso.

P304+P340 IN CASO DI INALAZIONE: Trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione.

P312 In caso di malessere, contattare un CENTRO ANTIVELENI/un medico/... .

P377 In caso di incendio dovuto a perdita di gas: non estinguere, a meno che la perdita non possa essere fermata in sicurezza.

P381 In caso di perdita, eliminare tutte le fonti di innesco.

P403 Conservare in luogo ben ventilato.

P410+P403 Proteggere dalla luce solare. Conservare in luogo ben ventilato.

P405 Conservare sotto chiave.

2.3 Altri pericoli

- Il vapore è più pesante dell'aria e può diffondersi per lunghe distanze al suolo, creando un ambiente carente di ossigeno nelle zone basse.
- Gas debolmente infiammabile A2L: può incendiarsi in condizioni specifiche di concentrazione e di sorgente di innesco, ma la velocità di combustione è bassa e i limiti di infiammabilità sono ristretti.
- Si decompone ad alte temperature (>500°C) producendo gas tossici e corrosivi (fluoruro di idrogeno, monossido di carbonio, fluoruro di carbonile, ecc.).
- Le bombole possono rompersi o esplodere se riscaldate a causa dell'aumento della pressione interna.
- L'esposizione a elevate concentrazioni può causare sensibilizzazione cardiaca alle catecolamine, potenzialmente portando ad aritmia.

3 Composizione/informazioni sugli ingredienti

3.1 Sostanza/miscela

Questo prodotto è una miscela di refrigeranti HFO e HFC. Il rapporto di composizione esatto e il tipo di miscela (azeotropica o quasi azeotropica) sono soggetti a conferma da parte del produttore.

3.2 Informazioni sulla composizione

Componente	CAS N..	Nome chimico	Formula molecolare	Concentrazione (in massa, stimata)
R1234yf	754-12-1	2,3,3,3-Tetrafluoroprop-1-ene	C ₃ H ₂ F ₄ (CF ₃ CF=CH ₂)	~85%

R134a	811-97-2	1,1,1,2-Tetrafluoroethane	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	~15%
-------	----------	---------------------------	--	------

Nota: la composizione è stimata sulla base del calcolo inverso del valore GWP. Per la composizione esatta, si prega di fare riferimento ai dati più recenti del produttore.

3.3 Informazioni sulle impurità

Impurità	Limite
Acidità (come HCl)	≤1 ppm
Umidità	≤10 ppm
Residuo di evaporazione	≤100 ppm
Gas non condensabile (25°C, vol%)	≤1.5%
Cloruro	Conforme

4 Misure di primo soccorso

4.1 Descrizione delle misure di primo soccorso necessarie

Consigli generali: Allontanare immediatamente la vittima dalla zona contaminata. Mantenere al caldo e a riposo. Mostrare questa SDS al medico curante.

Inalazione:

- Allontanare immediatamente la vittima in aria aperta. Mantenere libere le vie respiratorie.
- Somministrare ossigeno se la respirazione è difficile.
- Se non respira, praticare la respirazione artificiale (preferibilmente con pallone-autorespiratore o maschera pocket; evitare la respirazione bocca a bocca).
- In assenza di polso, iniziare immediatamente la rianimazione cardiopolmonare (RCP).
- Tenere la vittima al caldo e a riposo. Monitorare attentamente le condizioni.
- Consultare immediatamente un medico.

Contatto cutaneo (ustione da freddo):

- Sciacquare immediatamente la zona interessata con grandi quantità di acqua tiepida (37–40°C) per favorire il riscaldamento.
- NON usare acqua calda (>40°C) o calore diretto (e.g., riscaldatori elettrici).
- NON strofinare o massaggiare la zona congelata; questo può peggiorare il danno tissutale.
- Rimuovere con cautela gli indumenti congelati. Se gli indumenti aderiscono alla pelle, NON strapparli; tagliare intorno.
- Coprire con una medicazione sterile.

- Consultare immediatamente un medico.

Contatto oculare:

- Aprire immediatamente le palpebre e sciacquare abbondantemente con molta acqua o soluzione fisiologica per almeno 15 minuti.
- Assicurare un'irrigazione completa di tutte le superfici oculari sollevando le palpebre superiori e inferiori.
- Rimuovere le lenti a contatto se presenti e facilmente rimovibili.
- Consultare immediatamente un medico, preferibilmente un oftalmologo.

Ingestione:

Non applicabile. Questa sostanza è un gas a temperatura ambiente; non è prevista esposizione per ingestione.

4.2 Sintomi ed effetti più importanti, sia acuti che ritardati

- Inalazione acuta: capogiro, sonnolenza, mal di testa, nausea, atassia, perdita di coscienza, aritmia cardiaca.
- Contatto cutaneo (liquido): ustione da freddo (pelle pallida e dura, dolore, formazione di vesciche).
- Contatto oculare (liquido): ustione da freddo grave, danno corneale, compromissione visiva.

4.3 Indicazione di qualsiasi attenzione medica immediata e trattamento speciale necessario**Note per i medici:**

- Terapia sintomatica e di supporto. Mantenere le vie respiratorie; somministrare ossigeno se necessario.
- Monitorare la funzione cardiaca; l'esposizione ad alta concentrazione può causare aritmie.
- Evitare farmaci catecolaminergici (es. epinefrina/adrenalina) — possono aumentare la sensibilità miocardica ai fluorocarburi e provocare fibrillazione ventricolare.
- Trattare le ustioni da freddo secondo i protocolli standard: lukewarm acqua (37–40°C) rewarming. NON usare calore secco o massaggi.
- Se si sospetta esposizione al prodotto di decomposizione termica (HF), monitorare i livelli di fluoro nel sangue e nelle urine; somministrare gluconato di calcio.

5**Misure antincendio****5.1 Mezzi di estinzione**

Mezzi di estinzione adatti: Nebbia d'acqua, polvere chimica, anidride carbonica, schiuma. Per il gas debolmente infiammabile A2L, dare la priorità al taglio della sorgente di gas prima di estinguere.

Mezzi di estinzione inadatti: Nessuna controindicazione specifica.

5.2 Pericoli specifici derivanti dalla sostanza o miscela

- Gas debolmente infiammabile A2L: infiammabile entro un intervallo specifico di concentrazione nell'aria (limiti ristretti); bassa velocità di combustione (≤ 10 cm/s).
- Il rischio reale di incendio è basso, ma evitare il contatto con forti sorgenti di innesco in spazi confinati.
- La decomposizione termica ad alte temperature ($> 500^{\circ}\text{C}$) produce gas tossici e corrosivi: fluoruro di idrogeno, monossido di carbonio, fluoruro di carbonile, ecc.
- Le bombole possono rompersi o esplodere se riscaldate a causa dell'aumento della pressione interna.
- Può reagire con metalli alcalini, metalli alcalino-terrosi e polvere di alluminio in determinate condizioni.

5.3 Prodotti di combustione pericolosi

Fluoruro di idrogeno (HF), monossido di carbonio (CO), fluoruro di carbonile (COF_2), e altri composti fluorurati.

5.4 Consigli per i vigili del fuoco

- I vigili del fuoco devono indossare un autorespiratore a pressione positiva (SCBA) e indumenti di protezione completa ignifughi.
- Se possibile, spostare i contenitori dalla zona di incendio in un luogo sicuro.
- Raffreddare i contenitori con spruzzi d'acqua da distanza di sicurezza fino allo spegnimento dell'incendio.
- Evacuare immediatamente se i contenitori mostrano scolorimento o se i dispositivi di sicurezza di pressione iniziano a sfiatare.
- Isolare la zona; tenere fuori il personale non autorizzato.
- **Incendio da gas in perdita: non estinguere a meno che la perdita non possa essere arrestata in sicurezza** (P377); in caso contrario, il gas infiammabile può riaccumularsi causando reinnesco o esplosione.
- Eliminare tutte le fonti di innesco se non c'è pericolo (P381).

6 Misure in caso di rilascio accidentale

6.1 Precauzioni personali, dispositivi di protezione e procedure di emergenza

- Evacuare immediatamente il personale dalla zona di perdita verso posizioni sopravento. Stabilire un perimetro e limitare l'accesso.
- I soccorritori devono indossare autorespiratore a pressione positiva (SCBA), indumenti da lavoro standard, guanti criogenici e protezione oculare.
- Entrare dalla direzione sopravento.
- Arrestare la perdita se si può farlo in sicurezza.
- Non toccare o camminare nel materiale fuoriuscito.
- **Eliminare tutte le fonti di innesco** (fiamme libere, scintille elettriche, elettricità statica). Utilizzare esclusivamente attrezzi antiscintilla.
- Mantenere personale di contatto di emergenza per il supporto esterno.

6.2 Precauzioni ambientali

- Impedire al gas di entrare in fognature, seminterrati o spazi confinati.
- Ventilare la zona per accelerare la dispersione.
- Ridurre al minimo le emissioni per controllare le emissioni di gas serra; recuperare ogni volta che possibile.
- Evitare lo scarico nell'atmosfera, nei corsi d'acqua o nel suolo.

6.3 Metodi e materiali per il contenimento e la pulizia

- **Perdita piccola:** Aumentare la ventilazione per accelerare la dispersione del gas. Monitorare i livelli di ossigeno e la concentrazione di gas combustibile per prevenire asfissia e innesco.
- **Perdita grande:**
 - Chiudere la valvola di origine se è sicuro farlo.
 - Recuperare utilizzando attrezzature dedicate al recupero del gas.
 - Se il recupero non è possibile, utilizzare nebbia/nebula d'acqua per diluire e dissolvere il gas (prevenire l'inquinamento idrico).
 - Se la valvola della bombola non può essere chiusa, immergere la bombola in una soluzione acquosa alcalina per assorbimento.
- **Perdita di bombola:** Spostare la bombola in un'area sicura ben ventilata e far defluire lentamente. Se la valvola non può essere chiusa, contattare il fornitore per una gestione professionale.

6.4 Riferimenti

Vedere sezione 8 (Controlli dell'esposizione/protezione individuale) e sezione 13 (Considerazioni sullo smaltimento).

Pericolo critico: La densità di vapore del R512A è circa 3,9 volte quella dell'aria. Si accumula in zone basse e confinate, creando un'atmosfera carente di ossigeno e potenzialmente raggiungendo concentrazioni infiammabili. Controllare sempre i livelli di ossigeno (devono essere $\geq 19,5\%$) e i livelli di gas combustibile (al di sotto del 20% del LEL) e utilizzare un sistema di accompagnamento prima di entrare in spazi confinati o zone basse. Eliminare tutte le fonti di innesco.

7 Manipolazione e stoccaggio

7.1 Precauzioni per la manipolazione sicura

- Manipolare in sistemi chiusi con adeguata ventilazione naturale o aspirazione localizzata.
- Il personale deve essere appositamente formato e seguire rigorosamente le procedure operative. Solo personale certificato.
- Impedire le perdite di gas nell'atmosfera del luogo di lavoro.
- **Tenere lontano da calore/scintille/fiamme libere/superfici calde. Non fumare.**

- Evitare il contatto con metalli reattivi e forti agenti ossidanti.
- Manipolare le bombole con cautela; non far cadere, scivolare, rotolare o urtare le bombole.
- Dotare l'area di attrezzature di emergenza per perdite.
- Vietato fumare, mangiare o bere nelle aree di lavoro.
- Indossare guanti isolanti e protezione degli occhi/del viso quando si manipola il liquido per prevenire le ustioni da freddo.
- Utilizzare sistemi e attrezzature di ventilazione antideflagranti.
- Ispezionare periodicamente bombole, valvole e tubazioni per perdite.
- Utilizzare attrezzi e attrezzature antisintilla.
- Mantenere una buona ventilazione del luogo di lavoro per prevenire l'accumulo di gas a concentrazioni infiammabili.

7.2 Condizioni per lo stoccaggio sicuro, incluse eventuali incompatibilità

- Conservare in un magazzino di gas infiammabili fresco, asciutto e ben ventilato.
- La temperatura di stoccaggio non deve superare 45°C. Tenere lontano da fuoco, fonti di calore e luce solare diretta.
- Conservare separatamente da ossidanti e metalli reattivi.
- L'area di stoccaggio deve essere dotata di attrezzature di emergenza per perdite.
- Le bombole devono essere conservate in piedi con cappucci delle valvole e anelli di sicurezza in posizione, adeguatamente fissate.
- Utilizzare sistemi di illuminazione e ventilazione antideflagranti.
- **Vietare l'uso di apparecchiature e strumenti che possono generare scintille.**
- Il coefficiente di riempimento non deve superare 1,0 kg/L.
- Affiggere segnali di avvertimento di sicurezza chiari e installare allarmi di rilevamento del gas combustibile nelle aree di stoccaggio.
- Implementare un sistema di ricezione/rilascio a due persone e di custodia a due persone.

7.3 Usi finali specifici

Solo per uso in refrigerazione industriale e commerciale leggera. Il personale deve essere professionalmente formato. R512A è adatto alla refrigerazione commerciale leggera e ai sistemi di condizionamento dell'aria di autoveicoli. Non utilizzare per contatto alimentare diretto, inalazione medica o altre applicazioni non approvate.

8

Controlli dell'esposizione/protezione individuale

8.1 Parametri di controllo

OEL Cina	Nessun limite legale stabilito. Riferimento consigliato: WEEL 500 ppm (TWA, 8 h)
----------	--

WEEL (componente R1234yf, USA)	500 ppm (TWA, 8 h)
ACGIH TLV-TWA (componente R134a, USA)	1000 ppm (TWA, 8 h)
OEL consigliato per la miscela	500 ppm (TWA, valore più conservativo)
Valore limite biologico	Non stabilito

Nota: secondo GBZ 2.1-2019, questa sostanza non è attualmente elencata nella tabella OEL cinese. Si raccomandano come riferimento le norme internazionali.

8.2 Metodi di monitoraggio dell'esposizione

Cromatografia a gas con rilevamento a ionizzazione di fiamma (GC-FID) o spettrometria di massa (GC-MS); rilevatore portatile di gas alogeno/combustibile.

8.3 Controlli tecnici appropriati

- Progettazione di processo chiusa con ventilazione generale o aspirazione localizzata.
- Fornire doccia di sicurezza e stazione di lavaggio oculare.
- Installare allarmi di rilevamento del gas combustibile (20% del LEL) nelle aree in cui possono verificarsi grandi perdite.
- Utilizzare apparecchiature elettriche antideflagranti.
- Garantire una ventilazione adeguata del luogo di lavoro per prevenire l'accumulo di gas.

8.4 Misure di protezione individuale

Protezione respiratoria:

- Condizioni normali (al di sotto del limite di esposizione): non è richiesta protezione speciale.
- Concentrazioni elevate: è consigliata una semimaschera con filtro a vapori organici/gas acidi.
- Alta concentrazione o soccorso/evacuazione di emergenza: deve essere indossato un autorespiratore a pressione positiva (SCBA).

Protezione degli occhi/del viso:

- Manipolazione generale: occhiali di sicurezza.
- Quando si manipola liquido o c'è potenziale esposizione a liquido: devono essere indossati occhiali di sicurezza chimici o schermo facciale per prevenire ustioni da freddo.

Protezione cutanea:

- Protezione delle mani: guanti protettivi antistatici per la manipolazione normale; guanti isolati criogenici per il contatto con il liquido.
- Protezione del corpo: indumenti da lavoro antistatici; indumenti resistenti al freddo per il contatto con il liquido.

- Altro: non fumare nelle aree di lavoro; evitare l'inalazione ad alta concentrazione; utilizzare un sistema di accompagnamento quando si entrano cisterne, spazi confinati o altre aree ad alta concentrazione.

8.5 Misure di igiene

- Rimuovere gli indumenti contaminati e lavare accuratamente la pelle dopo il lavoro.
- Mantenere una buona igiene personale.
- Assicurarsi che stazione di lavaggio oculare e doccia di emergenza siano disponibili sul luogo di lavoro.

9

Proprietà fisiche e chimiche

9.1 Proprietà fisiche e chimiche di base

Aspetto e odore	Gas incolore con un debole odore etereo; gassoso a temperatura e pressione ambientali; liquido incolore trasparente sotto pressione
Soglia olfattiva	Non disponibile (debole odore simile all'etere)
pH	Non applicabile (gas)
Punto di fusione / Punto di congelamento	Nessun punto di fusione definito (miscela), approx. -100°C
Punto di ebollizione / Intervallo di ebollizione (101.3 kPa)	~ -29°C (-20,2°F) (stimato)
Punto di infiammabilità	Nessuno (il punto di infiammabilità del gas non è applicabile; gas debolmente infiammabile)
Tasso di evaporazione	Non disponibile
Infiammabilità (gas)	Debolmente infiammabile (A2L)
Limiti di esplosività (superiore/inferiore)	~6,5% – 10% nell'aria (stimato, intervallo ristretto)
Pressione di vapore (25°C)	~600 kPa (stimato)
Densità di vapore (aria = 1)	~3,9 (più pesante dell'aria)
Densità relativa (liquido, 25°C)	~1,18 g/cm ³ (stimato)
Solubilità	Leggermente solubile in acqua; solubile in etanolo, etere e altri solventi organici

Coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua (log P)	Non disponibile (miscela)
Temperatura di autoaccensione	~410°C (stimato, in base al componente R1234yf)
Temperatura di decomposizione	>500°C inizio della decomposizione termica
Viscosità (gas, 25°C)	~11,5 µPa·s (stimato)
Tensione superficiale (liquido, 25°C)	~8,0 mN/m (stimato)
Velocità di combustione	≤10 cm/s (requisito di classe A2L)

9.2 Proprietà termodinamiche

Temperatura critica	~96°C (205°F) (stimato)
Pressione critica	~3600 kPa (3,60 MPa / 522 psia) (stimato)
Densità critica	~0,480 g/cm ³ (stimato)
Calore di vaporizzazione (al punto di ebollizione)	~180 kJ/kg (stimato)
Calore specifico del liquido (25°C)	~1,45 kJ/(kg·°C) (stimato)
Calore specifico del gas (25°C, pressione costante)	~0,90 kJ/(kg·°C) (stimato)

9.3 Altri dati di sicurezza

gruppo di sicurezza ASHRAE	A2L (debolmente infiammabile, a bassa tossicità, provvisorio)
Potenziale di deplezione dell'ozono (ODP)	0 (non esaurisce lo strato di ozono)
Potenziale di riscaldamento globale (GWP, 100 anni)	196 (basso GWP; fonte: UNEP RTOC 2022 / GHG Protocol)
Tempo di permanenza nell'atmosfera	~2 anni (stimato)

Nota sui dati: I parametri fisici/chimici contrassegnati come "stimato" derivano dalle proprietà note di R1234yf e R134a. I valori reali possono differire. **I dati sono solo a scopo di riferimento; si prega**

10 Stabilità e reattività

10.1 Reattività

Chimicamente stabile in condizioni normali di temperatura e pressione; non prontamente reattivo.

10.2 Stabilità chimica

Stabile in condizioni normali di temperatura e pressione. Il componente R1234yf contiene un doppio legame carbonio-carbonio e si degrada relativamente rapidamente nell'atmosfera, ma è stabile in normali condizioni di stoccaggio e di uso.

10.3 Possibilità di reazioni pericolose

- La decomposizione termica ad alte temperature ($>500^{\circ}\text{C}$) produce fluoruro di idrogeno tossico, monossido di carbonio e fluoruro di carbonile.
- Può reagire con metalli alcalini, metalli alcalino-terrosi e polvere di alluminio ad alta temperatura o in condizioni specifiche.
- Può subire reazioni di ossidoriduzione con forti agenti ossidanti.
- Il componente R1234yf può formare miscele infiammabili con l'aria in condizioni specifiche (A2L debolmente infiammabile).

10.4 Condizioni da evitare

Alta temperatura, fiamma libera, fonti di calore dirette, sovrappressione della bombola, forti sorgenti di innesco

10.5 Materiali incompatibili

Metalli reattivi (sodio, potassio, calcio, polvere di alluminio, polvere di magnesio, ecc.), forti agenti ossidanti

10.6 Prodotti di decomposizione pericolosi

Fluoruro di idrogeno (HF), monossido di carbonio (CO), fluoruro di carbonile (COF_2), e altri composti fluorurati

10.7 Polimerizzazione pericolosa

Non si verifica.

11 Informazioni tossicologiche

11.1 Informazioni sugli effetti tossicologici

Tossicità acuta:

Ratto, inalazione CL ₅₀ (4 h)	>500.000 ppm (tutti i valori CL dei componenti ₅₀ >500.000 ppm)
Componente R1234yf: ratto, inalazione CL ₅₀ (4 h)	>520.000 ppm
Componente R134a: ratto, inalazione CL ₅₀ (4 h)	>500.000 ppm
Coniglio, dermica DL ₅₀	Non disponibile (sostanza gassosa)

11.2 Irritazione cutanea/corrosione

Il contatto con il liquido può causare ustione da freddo (lesione fisica), ma non è una corrosione chimica. Classificazione GHS: nessuna classificazione di corrosione/irritazione cutanea (solo ustione da freddo fisica).

11.3 Irritazione oculare/corrosione

Il contatto con il liquido può causare gravi ustioni da freddo e danni corneali. Classificazione GHS: nessuna classificazione di irritazione oculare (solo ustione da freddo fisica).

11.4 Sensibilizzazione respiratoria o cutanea

Nessuna sensibilizzazione segnalata. I dati disponibili da test animali e dati epidemiologici umani non mostrano alcun effetto di sensibilizzazione.

11.5 Mutagenicità sulle cellule germinali

Test in vitro e in vivo (test di Ames, test delle aberrazioni cromosomiche, test del micronucleo nel topo, ecc.) non mostrano effetto mutageno. Tutti i componenti sono non mutageni.

11.6 Cancerogenicità

Prove insufficienti per la cancerogenicità. Nessuno dei componenti è elencato come cancerogeno da IARC, ACGIH o altri enti.

- IARC: Non elencato
- ACGIH: Categoria A4 (Non classificabile come cancerogeno per l'uomo)
- EPA: Gruppo D (Non classificabile per cancerogenicità umana)

11.7 Tossicità riproduttiva

Studi su animali non mostrano tossicità riproduttiva o dello sviluppo significativa ad alte concentrazioni (>50.000 ppm). Non sono disponibili dati di tossicità riproduttiva umana.

11.8 Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione singola

- Effetto narcotico (Categoria 3): l'inalazione di alte concentrazioni può causare depressione del sistema nervoso centrale, manifestata come capogiro, sonnolenza, mal di testa e compromissione della coscienza.
- Effetti cardiaci: l'esposizione ad alta concentrazione può causare aritmia cardiaca, soprattutto sotto stress o durante l'esercizio fisico (sensibilizzazione alle catecolamine).

11.9 Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione ripetuta

L'esposizione ripetuta a bassa concentrazione non mostra tossicità significativa per organi bersaglio. Studi a lungo termine di inalazione su animali (alte concentrazioni) non hanno mostrato danni d'organo chiari.

11.10 Pericolo per aspirazione

Non è previsto che causi polmonite da aspirazione in forma gassosa. Tuttavia, l'inalazione ad alta concentrazione può causare depressione del SNC e sensibilizzazione cardiaca.

12 Informazioni ecologiche

12.1 Ecotossicità

Pesci, tossicità acuta (CL ₅₀ , 96 h)	> 100 mg/L (bassa tossicità per i pesci)
Dafnia, tossicità acuta (CE ₅₀ , 48 h)	> 100 mg/L
Inibizione della crescita delle alghe (CE ₅₀ , 72 h)	> 100 mg/L
Tossicità batterica	Non disponibile

12.2 Persistenza e degradabilità

- Degradazione atmosferica: R1234yf si degrada rapidamente tramite reazione con il radicale idrossile (tempo di permanenza nell'atmosfera ~11 giorni); R134a si degrada più lentamente (tempo di permanenza ~14 anni). Tempo di permanenza nell'atmosfera complessivo della miscela ~2 anni.
- Biodegradabilità: scarsamente biodegradabile.
- Idrolisi: Non si idrolizza facilmente a temperatura ambiente.
- Fotodegradazione: può essere degradata fotochimicamente nell'atmosfera.

12.3 Potenziale di bioaccumulo

Tutti i valori log P dei componenti sono bassi; basso potenziale di bioaccumulo.

12.4 Mobilità nel suolo

Altamente volatile in forma gassosa. Bassa solubilità in acqua. Elevata mobilità. Si volatilizza prontamente nell'atmosfera se rilasciata nel suolo.

12.5 Risultati della valutazione PBT e vPvB

Non soddisfa i criteri PBT / vPvB.

12.6 Altri effetti avversi

- **Potenziale di deplezione dell'ozono (ODP):** 0 (non esaurisce lo strato di ozono; sostanza non ODS di classe HFO/HFC)
- **Potenziale di riscaldamento globale (GWP, orizzonte temporale di 100 anni):** 196 (rispetto a CO₂ = 1; refrigerante a basso GWP)
- Il componente R1234yf ha un breve tempo di permanenza nell'atmosfera (~11 giorni), con conseguente effetto serra molto basso.
- Grandi emissioni possono contribuire al riscaldamento globale; le emissioni devono essere controllate dando priorità al recupero e al riutilizzo.
- Non è una sostanza controllata ai sensi del Protocollo di Montreal; basso GWP, non soggetto alla riduzione progressiva degli HFC dell'Emendamento di Kigali.

13 Considerazioni sullo smaltimento

13.1 Metodi di trattamento dei rifiuti

Prodotto/residui:

- NON rilasciare direttamente nell'atmosfera (gas serra).
- Il recupero e il riciclaggio (purificazione e riutilizzo) sono l'approccio preferito.
- Se il recupero non è fattibile, smaltire tramite un impianto autorizzato per il trattamento dei rifiuti pericolosi.
- L'incinerimento ad alta temperatura con scrubber alcalino per la rimozione del fluoro è un metodo accettabile.
- Non scaricare nelle fognature, nei corsi d'acqua o nel suolo.

Imballaggio contaminato:

- Le bombole vuote devono essere restituite al fornitore o a un impianto qualificato per lo smaltimento.
- Le bombole vuote con pressione residua sono gestite come rifiuti pericolosi.

13.2 Precauzioni speciali per lo smaltimento

- Fare riferimento alle normative nazionali e locali prima dello smaltimento.
- Il personale deve indossare adeguati dispositivi di protezione individuale (vedere sezione 8).
- Garantire una buona ventilazione per prevenire l'asfissia e l'accumulo di gas combustibile.
- Lo smaltimento deve essere effettuato da una struttura qualificata e autorizzata.
- I registri di smaltimento devono essere conservati.
- Eliminare tutte le fonti di innesco.

14 Informazioni sul trasporto

14.1 Numero ONU

3161 (Gas liquefatto, infiammabile, provvisorio)

14.2 Nome ufficiale di trasporto un

GAS LIQUEFATTO, INFIAMMABILE, N.E.S. (Gas refrigerante R512A)

14.3 Classe(i) di pericolo per il trasporto

Classe 2.1 Gas infiammabile (provvisorio, basato sulla classificazione A2L debolmente infiammabile)

14.4 Gruppo di imballaggio

Non applicabile (i gas di Classe 2 non hanno gruppo di imballaggio)

14.5 Marchio di imballaggio / Etichetta di pericolo

- Etichetta di pericolo principale: Gas infiammabile (rosso, Classe 2.1)
- Etichetta di pericolo secondario: Nessuno

14.6 Metodi e materiali per il contenimento e l'imballaggio

- Bombole in acciaio senza saldatura. Le bombole devono conformarsi alle norme nazionali applicabili (es. GB 5099).
- Dimensioni di confezionamento comuni: bombole da 11,4 kg, 13,6 kg, 50 kg, 100 kg.
- Il coefficiente di riempimento non deve superare 1,0 kg/L.
- Direzione della filettatura dell'uscita della valvola della bombola: filettatura sinistra per gas infiammabili.

14.7 Requisiti speciali per diversi modi di trasporto

Trasporto su strada (GB/T 12268 / ADR):

- I veicoli devono essere muniti di licenza per il trasporto di merci pericolose.
- Le bombole devono avere cappucci per valvole e anelli di sicurezza in posizione.
- Le bombole generalmente disposte orizzontalmente con le valvole rivolte nella stessa direzione; non impilare trasversalmente.
- Trasportare durante la mattina presto/la sera in estate per evitare la luce solare diretta.
- Seguire le rotte designate; non fermarsi in aree residenziali o densamente popolate.
- I tubi di scarico dei veicoli devono essere muniti di arrestoscintille.

Trasporto ferroviario (RID):

- Vietare le manovre di spintamento sul dosso (hump shunting).
- Trasportare in carri chiusi; bombole in posizione verticale o posate a piatto e fissate.

Trasporto marittimo (Codice IMDG):

- ONU 3161, Classe 2.1
- Inquinante marino: N.
- Categoria di stivaggio: D (solo stivaggio in coperta)

Trasporto aereo (ICAO/IATA DGR):

- ONU 3161, Classe 2.1
- Gas liquefatto infiammabile
- Vietato su aeromobili passeggeri; solo aeromobili cargo (nel rispetto dei limiti di quantità)

14.8 Precauzioni speciali per l'utilizzatore

- Non trasportare insieme a ossidanti, metalli reattivi o prodotti alimentari/foraggeri.
- I veicoli devono essere equipaggiati con adeguate attrezzature antincendio e dispositivi di risposta alle emergenze per le perdite.
- Il personale di trasporto deve essere specialmente formato e certificato.
- Proteggere da luce solare, pioggia e alta temperatura durante il trasporto.
- Durante le fermate in viaggio, stare lontano da fuoco, fonti di calore e aree ad alta temperatura.
- I tubi di scarico dei veicoli devono essere muniti di arrestoscintille.
- Caricare e scaricare con cura per evitare danni a bombole e raccordi.

15 Informazioni normative

15.1 Normative/legislazioni sulla sicurezza, salute e ambiente specifiche per la sostanza o miscela

Normative internazionali:

- **ONU GHS:** 8ª edizione revisionata
- **Protocollo di Montreal:** Sostanza non controllata che esaurisce lo strato di ozono (ODP = 0)
- **Emendamento di Kigali:** GWP = 196, al di sotto della soglia di controllo; non soggetto alla riduzione progressiva obbligatoria degli HFC
- **Protocollo di Kyoto / Accordo di Parigi:** Elencato come gas serra (basso GWP)
- **Regolamento UE F-Gas (UE 517/2014):** Basso GWP, è conforme ai requisiti di quota dell'UE
- **EU REACH Regolamento (EC 1907/2006):** Tutti i componenti sono sostanze registrate
- **Regolamento UE CLP (CE 1272/2008):** classificazione, etichettatura e imballaggio
- **Programma US EPA SNAP:** Approvato per varie applicazioni di refrigerazione
- **US OSHA HCS 2012:** Standard sulla comunicazione dei pericoli
- **US DOT 49 CFR:** Pericoloso Materials Transportation Regulations
- **ADR/RID:** Accordo europeo relativo al trasporto internazionale di merci pericolose su strada e su rotaia
- **Codice IMDG:** International Maritime Codice delle merci pericolose
- **IATA DGR:** International Air Trasporto Association Pericoloso Goods Regulations

15.2 Valutazione della sicurezza chimica

La valutazione della sicurezza chimica non è stata effettuata per questa miscela nel contesto di questa SDS. Gli utenti dovrebbero condurre la propria valutazione in base alle condizioni d'uso specifiche.

16.1 Riferimenti

- Norma ASHRAE 34-2024: Designazione e classificazione di sicurezza dei refrigeranti
- Rapporto di valutazione UNEP RTOC 2022
- Strumento di calcolo delle emissioni GHG Protocol (dati GWP R-512A)
- Fattori di conversione dei gas serra UK BEIS 2025
- Guida tascabile NIOSH sui pericoli chimici
- GB/T 16483-2008 (Contenuto e ordine delle sezioni nella scheda di dati di sicurezza per prodotti chimici)
- Serie GB 30000 (Regole per la classificazione e l'etichettatura dei prodotti chimici)
- ONU GHS, 8ª edizione revisionata

16.2 Abbreviazioni

Abbreviazione	Termine completo
SDS / MSDS	Scheda di Dati di Sicurezza / Scheda di Dati di Sicurezza del Materiale
GHS	Sistema armonizzato a livello mondiale di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche
CAS	Chemical Abstracts Service (numero di registrazione)
un	Nazioni Unite (numero di merci pericolose)
ODP	Potenziale di impoverimento dell'ozono
GWP	Potenziale di riscaldamento globale
CL ₅₀	Concentrazione letale, 50%
DL ₅₀	Dose letale, 50%
TLV-TWA	Valore limite di soglia - media ponderata nel tempo
SCBA	Apparecchio di respirazione autonoma
HFC	Idrofluorocarbonio
HFO	Idrofluoroolefina (contiene un doppio legame carbonio-carbonio)
STOT	Tossicità specifica per organo bersaglio

16.3 Declinazione di responsabilità

Questa Scheda di dati di sicurezza (SDS) è stata preparata in conformità con la norma ONU GHS e i requisiti regolamentari applicabili. Alcuni parametri fisici/chimici di R512A sono valori stimati sulla base di fonti di dati pubblicamente disponibili. La composizione esatta non è stata confermata pubblicamente nelle tabelle della Norma ASHRAE 34. **I dati sono solo a scopo di riferimento; si prega di fare riferimento ai dati più recenti del produttore.** Le informazioni sono fornite solo come guida operativa di sicurezza e non costituiscono una garanzia delle specifiche o delle prestazioni del prodotto. Gli utenti devono verificare l'applicabilità delle informazioni per le proprie condizioni d'uso specifiche e adottare le necessarie precauzioni di sicurezza. L'emittente non si assume alcuna responsabilità legale per eventuali perdite dirette o indirette derivanti dall'uso delle informazioni contenute in questo documento. I dati possono essere aggiornati con il sopraggiungere di nuove ricerche e modifiche normative; si raccomanda una revisione periodica dell'ultima versione.

Scheda di dati di sicurezza — Refrigerante R512A | Preparata secondo l'8ª Edizione Revisionata ONU GHS | Versione 1.0 |
Dati solo a scopo di riferimento