

White paper



Refrigeranti

Regole e tendenze per il futuro prossimo

La preoccupazione per i temi ambientali, come l'effetto serra sta spingendo i governi a creare nuove regole per il controllo delle emissioni. Nei prossimi anni sono previsti interventi significativi, e i refrigeranti ne saranno particolarmente interessati. Le informazioni sono in continuo aggiornamento e le specificità delle normative fanno sorgere molte domande tra

produttori e utenti:

In che modo le normative influiranno sui refrigeranti più comuni? Quali sono gli andamenti futuri? Qual è il miglior refrigerante per ogni tipo di applicazione?

CAREL può contribuire a rispondere a queste domande e a trovare soluzioni compatibili con le nuove normative in tutto il mondo.

Per ulteriori informazioni sui contenuti di questo documento non esitate a contattarci:

Knowledge
Center 

CAREL Industries
carel@carel.com
(+39) 0499 716611

Indice

Regole e normative.....	5
1. Quali sono le normative nelle varie aree del mondo?.....	7
2. Il GWP è il miglior indicatore dell'impatto ambientale di un refrigerante?.....	11
3. In che modo le regolamentazioni influiranno sui refrigeranti più comuni?.....	12
8. Qual è il miglior refrigerante?.....	14
Tendenze di mercato delle applicazioni HVAC/R.....	15
1. In che modo le nuove normative influenzeranno il mercato dei refrigeranti?.....	17
2. Quali sono gli andamenti futuri?.....	18
Allegato.....	23

Definizione dei termini

GWP (potenziale di riscaldamento globale): questo è un fattore caratteristico che serve a stimare l'effetto serra di un gas rilasciato in atmosfera rispetto all'effetto della CO₂. Ad esempio il GWP della CO₂ è 1 e il GWP dell'R-134a è 1430: ciò significa che 1 kg di R-134a ha lo stesso effetto serra di 1430 kg di CO₂.

ODP (potenziale di eliminazione dell'ozono): questo è il potenziale di distruzione dello strato di ozono di una singola molecola di refrigerante, con l'R-11 fissato come riferimento con un ODP pari a 1,0.

HC (idrocarburo): sostanza composta da idrogeno e carbonio. Sono refrigeranti naturali, non tossici, che non hanno proprietà di eliminazione dell'ozono e GWP trascurabile.

CFC (clorofluorocarburo): sostanza che contiene fluoro, carbonio e cloro. Sono considerati la "prima generazione" di refrigeranti. I refrigeranti CFC hanno un ODP e sono gas a effetto serra (GWP elevato). Ad esempio l'R-12.

HCFC (idroclorefluorocarburo): sostanza che contiene idrogeno, fluoro, carbonio e cloro. Sono considerati la "seconda generazione" di refrigeranti, hanno sostituito i CFC (clorofluorocarburi) come l'R-12. I refrigeranti HCFC hanno un ODP solitamente elevato e sono gas a effetto serra (GWP elevato). Ad esempio l'R-22.

HFC (idrofluorocarburo): sostanza che contiene idrogeno, fluoro e carbonio. Sono considerati la "terza generazione" di refrigeranti, senza ODP, ma sono gas a effetto serra (GWP elevato). Ad esempio R-134a, R-32, R-404A.

HFO (idrofluoroolefine): sostanze composte da idrogeno, fluoro e carbonio. Sono considerati la "quarta generazione" di refrigeranti, con GWP mille volte inferiore rispetto agli HFC. Ad esempio R-1234yf, R-1234ze(E).

Refrigeranti naturali: sostanze chimiche prodotte nei processi bio-chimici naturali, cioè aria, acqua, anidride carbonica, ammoniaca e idrocarburi. Non eliminano lo strato di ozono e danno un contributo trascurabile o nullo al riscaldamento globale.

Glide: differenza di temperatura tra la temperatura iniziale e quella finale durante un cambiamento di stato del refrigerante. Si verifica quando un refrigerante è una miscela di componenti con diverse temperature di evaporazione/condensazione alla stessa pressione. Questo fattore influisce negativamente sulle prestazioni e sulla relativa progettazione dei circuiti frigoriferi, in particolare degli evaporatori.

Regolamenti e normative

I refrigeranti sintetici (HCFC e HFC, noti anche come **gas fluorurati ad effetto serra**) incidono significativamente sull'effetto serra e hanno un ruolo importante negli sforzi per il controllo delle emissioni.

Questo aspetto comprende anche i cosiddetti refrigeranti "verdi" (come R-410A, R-407C, R-404A) introdotti sul mercato da pochi anni, nell'ambito del Protocollo di Montreal, in seguito al ritiro dei CFC a causa del loro **ODP** (potenziale di eliminazione dell'ozono).

Sono state pianificate svariate misure che saranno messe in atto da diversi paesi nei prossimi anni, con l'obiettivo di limitare l'aumento della temperatura media globale a non più di 2°C (possibilmente 1,5°C) rispetto ai livelli pre-industriali. Le relative norme sono: il regolamento sui Gas Fluorurati ad Effetto Serra (**UE**), i regolamenti EPA SNAP (**USA**) e la legge sull'uso razionale e la corretta gestione dei fluorocarburi (**Giappone**). Per quanto riguarda la **Cina**, il governo ha approvato i suoi INDC (contributi promessi stabiliti a livello nazionale) nel 2015; saranno forniti i dettagli nel corso del 2016.

La maggior parte delle normative prevede piani di azione simili: limitazione della produzione di HFC ed eliminazione degli HFC a elevato **GWP** (potenziale di riscaldamento globale).

1. Quali sono le normative nelle varie aree del mondo?

Unione europea

“Regolamento sui Gas Fluorurati ad Effetto Serra n° 517/2014”

Il regolamento sui Gas Fluorurati ad Effetto Serra classifica i refrigeranti HFC in base al loro GWP e specifica la data in cui essi sono stati vietati, se applicabile, per ogni utilizzo (vedere la tabella seguente). Alcune disposizioni legate al regolamento Gas Fluorurati ad Effetto Serra del 2006 rimangono per ora valide.

Applicazione	Refrigeranti	Vietato dal
Frigoriferi e congelatori domestici	HFC con $GWP \geq 150$	1° gennaio 2015
Frigoriferi e congelatori per uso commerciale	HFC con $GWP \geq 2500$	1° gennaio 2020
<i>Apparecchiature ermeticamente sigillate</i>	HFC con $GWP \geq 150$	1° gennaio 2022
Apparecchiature fisse di refrigerazione e di condizionamento aria <i>Sono compresi gli impianti di refrigerazione centralizzati Multipack per uso commerciale con una capacità nominale inferiore a 40 kW. Eccezione: dispositivi destinati ad applicazioni di raffreddamento dei prodotti a temperature inferiori a -50°C. Possono comunque essere utilizzate miscele con $GWP < 2500$, con componenti con potenziale di riscaldamento globale elevato (come l'R-125).</i>	HFC con $GWP \geq 2500$	1° gennaio 2020
Sistemi di refrigerazione centralizzati Multipack per uso commerciale di capacità nominale pari o superiore a 40 kW. <i>Eccezione: circuito refrigerante primario di sistemi a cascata in cui può essere utilizzato HFC con GWP inferiore a 1500. Gli impianti esistenti prima di tale data possono utilizzare l'R-134a per il funzionamento e la manutenzione, fino alla fine del ciclo di vita dell'impianto. 40 kW si riferisce alla capacità di refrigerazione del sistema in condizioni nominali alla temperatura ambiente di 32°C.</i>	HFC con $GWP \geq 150$	1° gennaio 2022
Apparecchiature mobili di condizionamento dell'aria per ambienti <i>Apparecchiature sigillate ermeticamente, che l'utente finale può spostare da una stanza all'altra.</i>	HFC con $GWP \geq 150$	1° gennaio 2020
Sistemi di condizionamento dell'aria monosplit contenenti meno di 3 kg di gas fluorurati a effetto serra <i>Sistemi di climatizzazione costituiti da un'unità esterna e una interna, collegate da tubazioni di refrigerante e che devono essere installati nel sito di impiego.</i>	HFC con $GWP \geq 750$	1° gennaio 2025

Tab. 1.a - Classificazione dei refrigeranti che saranno vietati nella UE in base al regolamento Gas Fluorurati ad Effetto Serra

Il regolamento Gas Fluorurati ad Effetto Serra ha anche introdotto il concetto di "quote", che si riferiscono alla riduzione delle quantità ammesse di produzione/importazione di HFC nel corso del tempo. Le quote saranno ridotte al 93% (2016), 63% (2018), 45% (2021), 21% (2030) rispetto alla media 2009-2012 di consumo di HFC nell'UE. Inoltre, dal 2006, il regolamento Gas Fluorurati ad Effetto Serra ha introdotto **prove regolari di rilevamento perdite**, che dipendevano inizialmente dalla massa di HFC nel circuito espressa in kg, e dal 2014 dalla quantità di tonnellate di CO₂ equivalente degli HFC nel circuito (vedere la tabella seguente).

Tonnellate di CO ₂ -eq. per circuito	Frequenza delle prove di rilevamento perdite
Meno di 5 (=5000 kg) <i>ad esempio per l'R-404A (GWP 3922): meno di 5000/3922=1,3 kg</i>	Esente
Meno di 10 se sigillati ermeticamente ed etichettati di conseguenza <i>ad esempio per l'R-404A: meno di 10000/3922=2,6 kg</i>	Esente
5-50 <i>ad esempio per l'R-404A: 1,3-13 kg</i>	Ogni 12 mesi (o 24 mesi con un sistema di rilevamento perdite e monitoraggio)
50-500 <i>ad esempio per l'R-404A: 13-130 kg</i>	Ogni 6 mesi (o 12 mesi con un sistema di rilevamento perdite e monitoraggio)
Oltre 500 <i>ad esempio per l'R-404A: oltre 130 kg</i>	Ogni 3 mesi (o 6 mesi con un sistema di rilevamento perdite e monitoraggio) <i>Per dispositivi di refrigerazione fissi, i dispositivi di condizionamento fissi e le pompe di calore statiche, gli operatori garantiscono che il dispositivo è dotato di un sistema di rilevamento perdite.</i>

Tab. 1.b - Frequenza delle prove di rilevamento perdite in base al regolamento Gas Fluorurati ad Effetto Serra

USA

“Regolamenti EPA SNAP”

Le principali normative relative ai refrigeranti sono:

- Rule 17: indica l'**R-290 (propano)** come accettabile per la refrigerazione alimentare del commercio al dettaglio (retail) e per i congelatori (nuove unità indipendenti);
- Rule 19: indica l'**R-600a (isobutano)** come accettabile per la refrigerazione alimentare del commercio al dettaglio (retail) e per i congelatori (nuove unità indipendenti); indica l'**R-290** e l'**R-600A** come accettabili per i nuovi distributori automatici; indica l'**R-32** e l'**R-290** come accettabili per i nuovi impianti di condizionamento residenziali e commerciali leggeri, per gli impianti di condizionamento con pompe di calore indipendenti;
- Rule 20: indica ogni singolo refrigerante vietato per ogni applicazione (vedere Tabella 1.c);

Risoluzione 30 dell'EPA: sono sostituiti accettabili dell'R-404A per alcune applicazioni di refrigerazione l'**R-448A** e l'**R-449A**; sono sostituiti accettabili dell'R-134a per i refrigeratori l'**R-450A** e l'**R-513A**.

Applicazione	Refrigeranti	Vietato dal
Impianti di supermercati <ul style="list-style-type: none"> • multiplex o centralizzati; • che funzionano con rack di compressori installati in una sala macchine; • diretti e indiretti. 	Retrofit ¹ : R-404A , R-407B, R-421B, R-422A, R-422C, R-422D, R-428A, R-434A, R-507A	20 luglio 2016
	Nuovi: HFC-227ea, R-404A , R-407B, R-421B, R-422A, R-422C, R-422D, R-428A, R-434A, R-507A	1° gennaio 2017
Unità condensanti a distanza <ul style="list-style-type: none"> • tipicamente da 1-20 kW (6.5 TR), uno o due compressori e il condensatore, con ricevitore integrato in una singola unità; • installati normalmente in negozi di alimentari, negozi specializzati, supermercati e ristoranti. 	Retrofit ¹ : R-404A , R-407B, R-421B, R-422A, R-422C, R-422D, R-428A, R-434A, R-507A	20 luglio 2016
	Nuovi: HFC-227ea, R-404A , R-407B, R-421B, R-422A, R-422C, R-422D, R-428A, R-434A, R-507A	1° gennaio 2018
Dispositivi stand-alone <ul style="list-style-type: none"> • frigoriferi, congelatori, refrigeratori e armadi frigoriferi, • il circuito frigorifero è completamente brasato o saldato, • completamente rifornito di refrigerante di fabbrica, in genere deve essere solo collegato alla rete elettrica per funzionare. 	Retrofit ¹ : R-404A , R-507A	20 luglio 2016
Unità a media temperatura indipendenti con una capacità del compressore al di sotto di 2.200 Btu/ora e senza evaporatore allagato	Nuovi: FOR12A, FOR12B, HFC-134a , HFC-227ea, KDD6, R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A , R-407A, R-407B, R-407C, R-407F, R-410A , R-410B, R-417A, R-421A, R-421B, R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-426A, R-428A, R-434A, R-437A, R-438-A, R-507A, RS-24 (formulazione 2002), RS-44 (formulazione 2003), SP34E, THR-03	1° gennaio 2019
Unità a media temperatura indipendenti con una capacità del compressore pari o superiore a 2.200 Btu/ora e unità a media temperatura indipendenti con evaporatore allagato	Nuovi: FOR12A, FOR12B, HFC-134a , HFC-227ea, KDD6, R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/Σ42.5/1.5), R-404A , R-407A, R-407B, R-407C, R-407F, R-410A , R-410B, R-417A, R-421A, R-421B, R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-426A, R-428A, R-434A, R-437A, R-438A, R-507A, RS-24 (formulazione 2002), RS-44 (formulazione 2003), SP34E, THR-03	1° gennaio 2020
Unità a bassa temperatura indipendenti	Nuovi: HFC-227ea, KDD6, R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A , R-407A, R-407B, R-407C, R-407F, R-410A , R-410B, R-417A, R-421A, R-421B, R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-428A, R-434A, R-437A, R-438A, R-507A, RS-44 (formulazione 2003)	1° gennaio 2020
Distributori automatici	Retrofit ¹ : R-404A , R-507A	20 luglio 2016
	Nuovi: FOR12A, FOR12B, HFC-134a , KDD6, R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A , R-407C, R-410A , R-410B, R-417A, R-421A, R-422B, R-422C, R-422D, R-426A, R-437A, R-438A, R-507A, RS-24 (formulazione 2002), SP34E	1° gennaio 2019

Tab. 1.c - Elenco dei refrigeranti che saranno vietati negli Stati Uniti, in base al regolamento EPA SNAP 20 (in grassetto i più usati nel 2016)

¹ Retrofit= sostituzione di un refrigerante accettabile in un sistema esistente che precedentemente utilizzava un HFC.

- Normativa proposta (18 aprile 2016): EPA propone di indicare una serie di sostanze come accettabili, soggette a restrizioni; di indicare varie sostanze come vietate; e di modificare lo stato di alcune sostanze da accettabili a inaccettabili (vedere Tabella 1.d). Inoltre, EPA propone di indicare il **propano (R-290)** come accettabile, limitatamente a certe condizioni d'uso, cioè come refrigerante nelle nuove macchine per il ghiaccio commerciali indipendenti, nei nuovi radiatori, e nei nuovi dispositivi di refrigerazione a temperatura molto bassa.

Applicazione	Refrigeranti	Vietato dal (data proposta)
Chiller centrifughi	Nuovi: FOR12A, FOR12B, HFC-134a ¹ , HFC-227ea, HFC-236fa, HFC-245fa, R-125/134a/600a (28.1/70/1.9), R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A ¹ , R-407C, R-410A , R-410B, R-417A, R-421A, R-422B, R-422C, R-422D, R-423A, R-424A, R-434A, R-438A, R-507A, RS-44 (composizione 2003), e THR-03.	1° gennaio 2024; tranne per un limite di utilizzo ridotto, ove consentito
Chiller volumetrici (con compressori alternativi, a vite o scroll)	Nuovi: FOR12A, FOR12B, HFC-134a ¹ , HFC-227ea, KDD6, R-125/134a/600a (28.1/70/1.9), R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A ¹ , R-407C, R-410A , R-410B, R-417A, R-421A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-434A, R-437A, R-438A, R-507A, RS-44 (composizione 2003), SP34E, e THR-03.	1° gennaio 2024; tranne per un limite di utilizzo ridotto, ove consentito
Magazzini frigoriferi	Nuovi: HFC-227ea, R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A ¹ , R-407A, R-407B, R-410A , R-410B, R-417A, R-421A, R-421B, R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-423A, R-424A, R-428A, R-434A, R-438A, R-507A, e RS-44 (composizione 2003).	1° gennaio 2023
	Nuovi: propilene (R-1270) e R-443A	Dopo 30 giorni dalla pubblicazione della normativa definitiva
Frigoriferi e congelatori domestici	Nuovi: FOR12A, FOR12B, HFC-134a , KDD6, R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A , R-407C, R-407F, R-410A , R-410B, R-417A, R-421A, R-421B, R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-426A, R-428A, R-434A, R-437A, R-438A, R-507A, RS-24 (formulazione 2002), RS-44 (formulazione 2003), SP34E, e THR-03.	1° gennaio 2021
Impianti di condizionamento e pompe di calore residenziali e commerciali leggeri	Nuovi: propilene (R-1270) e R-443A Retrofit: Tutti i refrigeranti classificati con classe di infiammabilità 3 nelle normative ANSI/ASHRAE 34-2013. Tutti i refrigeranti che rispettano i criteri della classe di infiammabilità 3 nelle normative ANSI/ASHRAE 34-2013.	Dopo 30 giorni dalla pubblicazione della normativa definitiva
Refrigerazione di prodotti alimentari del commercio al dettaglio (macchinari per la lavorazione e la distribuzione di alimenti refrigerati)	Nuovi: HFC-227ea, KDD6, R-125/290/134a/600a (55.0/1.0/42.5/1.5), R-404A , R-407A, R-407B, R-407C, R-407F, R-410A , R-410B, R-417A, R-421A, R-421B, R-422A, R-422B, R-422C, R-422D, R-424A, R-428A, R-434A, R-437A, R-438A, R-507A, RS-44 (formulazione 2003).	1° gennaio 2021

Tab. 1.d - Elenco dei refrigeranti che saranno proposti per il divieto negli Stati Uniti (18 aprile 2016), (in grassetto i più usati).

¹ HFC-134a: accettabile, soggetto a limitazioni di utilizzo, per le navi della marina militare, a partire dal 1° gennaio 2024; HFC-134a e R-404A: accettabili, soggetti a limitazioni di utilizzo, per i veicoli spaziali per il trasporto umano e le relative attrezzature di supporto, a partire dal 1° gennaio 2024.

Cina

È stato pianificato un programma di eliminazione accelerata degli HCFC. Le fasi prevedono: riduzione del 10% entro il 2015, riduzione del 35% entro il 2020, riduzione del 67,5% entro il 2025, riduzione del 100% entro il 2030, tolleranza del 2,5% dal valore base (quota equivalente annuale di CO₂ del 2013) per il periodo 2030-2040, ed eliminazione completa entro il 2040. La tabella seguente mostra i refrigeranti consigliati che possono sostituire l'R-22 per ogni applicazione.

Refrigerante	Sostituto consigliato	Applicazione
R-22	R-290 (propano)	Condizionatore per ambienti, sistema di refrigerazione indipendente commerciale
R-22	R-600a (isobutano)	Sistema di refrigerazione indipendente commerciale
R-22	R-744 (CO ₂)	Scaldabagno domestico con pompa di calore; scaldabagno industriale/commerciale con pompa di calore; condizionatore aria per veicoli; sistema di congelamento e refrigerazione industriale/commerciale (usato come refrigerante e refrigerante secondario)
R-22	R-717 (ammoniaca)	Magazzino refrigerato; trasporto refrigerato; unità condensante, sistema di refrigerazione industriale
R-22	R-32	Condizionatore unitario; sistema di refrigerazione acqua (pompa di calore); scaldabagno con pompa di calore

Tab. 1.e - Primo catalogo dei sostituti consigliati per gli HCFC (bozza), 2015, in Cina

Nel corso del 2016 potrebbero essere promulgate nuove normative per la riduzione o l'eliminazione graduale degli HFC.

Giappone

“Legge sull'uso razionale e la corretta gestione dei fluorocarburi”

Questa nuova normativa affronta i problemi che si verificano lungo tutto il ciclo di vita dei fluorocarburi. Classifica i refrigeranti HFC in base al loro GWP e specifica la data in cui essi saranno vietati, per ogni applicazione (vedere la tabella seguente).

Prodotti designati ¹	Refrigerante attuale	Valore target (GWP)	Anno target
Condizionamento domestico	R-410A, R-32	Meno di 750	2018
Condizionamento di ambienti commerciali	R-410A	Meno di 750	2020
Unità condensante e unità refrigerante	R-404A, R-410A, R-407C, R-744 (CO ₂)	Meno di 1500	2025
Magazzino frigorifero (per volumi superiori a 50.000 m ³)	R-404A, R-717 (NH ₃)	Meno di 100	2019

Tab. 1.f - Valore e anno target per ogni prodotto designato in Giappone ai sensi della Legge sull'uso razionale e la corretta gestione dei fluorocarburi

¹ Con alcune eccezioni

Altri requisiti:

- **indicazioni ed etichetta** per prodotti designati (con l'indicazione "senza gas fluorurati" o il grado di raggiungimento del valore target di GWP, l'anno target e il valore target di GWP, il valore di GWP del refrigerante utilizzato nei prodotti), con lo scopo di promuovere prodotti designati che utilizzino refrigeranti a basso GWP o refrigeranti naturali;
 - **prove regolari di rilevamento perdite**, servizio di chiamata per organizzare le riparazioni prima del riempimento, appena rilevata la perdita, registrazione della riparazione e informazione degli operatori di manutenzione, ecc;
- calcolo **della quantità di perdite annue di gas fluorurati**. Se tale quantità supera le 1.000 tonnellate di CO₂ equivalente, gli utenti, come società, devono segnalarlo ai relativi ministeri competenti, indicando gli uffici e le fabbriche in cui è stata rilevata la perdita. Il Ministero dell'Ambiente (MOE) e il Ministero dell'Economia, del Commercio e dell'Industria (METI) notificheranno ai relativi amministratori dei comuni e delle prefetture i risultati e i nomi delle aziende, ecc, e li pubblicheranno.

2. Il GWP è il miglior indicatore dell'impatto ambientale di un refrigerante?

Prima di tutto è importante comprendere meglio i concetti di GWP e TEWI:

GWP (potenziale di riscaldamento globale): questo è un fattore caratteristico che serve a stimare l'effetto serra di un gas rilasciato in atmosfera rispetto all'effetto della CO₂. Include l'assorbimento di radiazione termica di un dato gas e il tempo di permanenza delle molecole nell'atmosfera. Ad esempio il GWP della CO₂ è 1 e il GWP dell'R-134a è 1430: ciò significa che 1 kg di R-134a ha lo stesso effetto serra di 1430 kg di CO₂. Per questo motivo è importante passare ai refrigeranti con basso GWP.

TEWI (impatto totale equivalente di riscaldamento): esso comprende la somma delle emissioni di gas serra dirette (perdite e sfiati) e indirette (dovute all'energia in ingresso) provenienti da un certo dispositivo durante la sua vita utile. Il TEWI viene calcolato in base alla seguente equazione:

$$TEWI = GWP \cdot L \cdot n + GWP \cdot m \cdot (1 - \alpha) + n \cdot E \cdot \beta$$

dove:

GWP - Potenziale di riscaldamento globale del refrigerante (CO₂ equivalente) [kg CO₂/kg refrigerante]

L - Tasso di perdita annuale [kg/anno]

n - Anni di vita dell'impianto [anni]

m - Carica di refrigerante [kg]

α - Fattore di riciclo [%]: proporzione della carica di refrigerante (da 0 a 1) recuperata dal dispositivo quando viene smaltito alla fine della sua vita utile

E - Consumo annuale di energia [kWh/anno]

β - Emissioni di CO₂ durante la generazione di energia [kg CO₂/kWh]: a seconda del paese e delle fonti di energia utilizzate, β può variare da 0,35 a 0,9 con un valore medio mondiale di 0,53 kg CO₂/kWh (fonte: AIE - Agenzia internazionale dell'energia)

TEWI, espresso in kg di CO₂ equivalente, rappresenta l'impatto sul riscaldamento globale durante il ciclo di vita del dispositivo e comprende:

- **effetto diretto**, causato dal rilascio di refrigerante durante la vita utile e lo smaltimento;
- **effetto indiretto** dovuto alle emissioni di combustibili fossili utilizzati per generare l'energia elettrica necessaria al suo funzionamento.

Le emissioni dirette sono proporzionali al potenziale di riscaldamento del refrigerante e quindi l'uso di fluidi a basso GWP è il modo più semplice ed efficace per contenere le emissioni di anidride carbonica del dispositivo. Tuttavia non dobbiamo trascurare la semplice equazione: assenza di perdite = nessun contributo diretto al riscaldamento.

Il dispositivo di refrigerazione deve essere progettato con la più bassa carica di refrigerante possibile - a parità di capacità - e con i tassi di perdita più bassi che si possano ottenere. Adottando le precedenti misure, le emissioni indirette diventano il fattore predominante di riscaldamento (fino al 95% del TEWI, anche con refrigeranti con GWP medio), **spostando quindi l'attenzione sul rendimento termodinamico del dispositivo.**

Oggi, in base alla maggior parte delle normative, l'impatto ambientale dei dispositivi è dovuto quasi esclusivamente al GWP del refrigerante. Si auspica che in futuro siano prese in considerazione normative che tengano conto dell'impatto di riscaldamento totale. In ogni caso, il progettista di un sistema, nel rispetto dei limiti prescritti, non dovrebbe scegliere automaticamente il refrigerante con il più basso GWP se questo comporta una minore efficienza e un TEWI superiore.

3. In che modo i regolamenti influiranno sui refrigeranti più comuni?

La tabella seguente riassume i refrigeranti più comuni utilizzati ad oggi e, probabilmente, nei prossimi anni. In **verde** vengono indicati i refrigeranti che possono essere usati generalmente a lungo termine e in tutto il mondo; in **blu** vengono indicati quelli che saranno progressivamente eliminati o ridotti gradualmente in Europa e potranno ancora essere utilizzati per alcune applicazioni negli Stati Uniti e in Giappone; in **rosso** vengono indicati quelli che saranno generalmente eliminati in tutto il mondo. Vengono inoltre fornite informazioni sugli standard di sicurezza EN 378-1, EN 60335-1 ed EN 60079 per i refrigeranti tossici o infiammabili.

	GWP	EU ¹	USA ¹	CINA	GIAPPONE	Commenti
Naturali						
R-717 (Ammoniaca)	0	Carica massima ^{2,3} : 0,35 g/m ³ × volume dell'ambiente.	Accettata per certe applicazioni. Limiti di carica, se presenti, sconosciuti.	Raccomandata per certe applicazioni (vedere Tab. 1.e).	Limiti di carica, se presenti, sconosciuti.	B2L ⁶ , corrosività.
R-744 (CO ₂)	1	Carica massima ² : 100 g/m ³ × volume dell'ambiente.	Accettata nella maggior parte delle applicazioni. Limiti di carica, se presenti, sconosciuti.			A1 ⁶ , alta pressione.
HCs						
R-1270 (Propilene)	2	Carica massima ^{2,3} : 0,008 kg/m ³ × volume dell'ambiente, non superiore a 1,5 kg.	Accettato per certe applicazioni. Ref.: la carica massima per ogni circuito è 150 g.	-	Limiti di carica, se presenti, sconosciuti.	A3 ⁶
R-600a (Isobutano)	3	Carica massima ^{2,3} : 0,011 kg/m ³ × volume dell'ambiente, non superiore a 1,5 kg.	A/C: il limite massimo dipende dal refrigerante e dall'utilizzo finale.	Raccomandato per certe applicazioni (vedere Tab. 1.e).		
R-290 (Propano)	3.3	Carica massima ^{2,3} : 0,008 kg/m ³ × volume dell'ambiente, non superiore a 1,5 kg.				
R-600 (Butano)	4	Carica massima ^{2,3} : 0,0076 kg/m ³ × volume dell'ambiente, non superiore a 1,5 kg.				
HFO e relative miscele						
R-1234yf	4	Carica massima ^{2,3} : 0,06 kg/m ³ × volume dell'ambiente, non superiore a 11,4 kg.	A/C automobili e veicoli a motore soggetto a condizioni. ⁴	-	Consentito (vedere Tab. 1.f).	A2L ⁶
R-1234ze(E)	7	Carica massima ^{2,3} : 0,09275 kg/m ³ × volume dell'ambiente, non superiore a 14,1 kg.	A/C per processi industriali. ⁴	-		
R-455A	145	Carica massima ³ : da stabilire.	Ad oggi non indicato come accettabile o vietato.	-	Consentito, ad eccezione dei magazzini frigoriferi (oltre i 50.000 m ³).	
R-454B	465	Le date di entrata in vigore dei divieti, con alcune eccezioni, dipenderanno dall'applicazione finale e dal valore di GWP in base al regolamento Gas Fluorurati ad Effetto Serra del 2014 (vedere tabella 1.a).	Refrigeratori, magazzini frigoriferi, macchine per il ghiaccio commerciali, frigoriferi e congelatori domestici, A/C per processi industriali, impianti di refrigerazione per processi industriali, distributori automatici, refrigerazione di alimentari del commercio al dettaglio, dispositivi di refrigerazione. ⁴	-	A/C per ambienti,	A1 ⁶
R-450A	547			-	A/C commerciale,	
R-513A	631			-	unità condensante e unità refrigerante. ⁵	
R-452B	676			Ad oggi non indicato come accettabile o vietato.	-	
R-448A	1273		Macchine per il ghiaccio commerciali, refrigerazione di alimentari del commercio al dettaglio ⁴	-	Unità condensante e unità refrigerante. ⁵	A1 ⁶
R-449A	1397			-		
R-452A	2141		Ad oggi non indicato come accettabile o vietato.	-	Da eliminare progressivamente (vedere Tab. 1.f).	

	GWP	EU ¹	USA ¹	CINA	GIAPPONE	Commenti
HCFO						
R-1233zd(E)	4.7	Obblighi di comunicazione. Requisiti di sicurezza e ambientali (ISO-5149; EN378).	Ad oggi non indicato come accettabile o vietato.	-	-	A1 ⁶ , ODP=0,0002
HFCs						
R-32	675	Le date di entrata in vigore dei divieti, con alcune eccezioni, dipenderanno dall'applicazione finale e dal valore di GWP in base al regolamento Gas Fluorurati ad Effetto Serra del 2014 (vedere tabella 1.a).	A/C per ambienti indipendente. ⁴	Raccomandato per certe applicazioni (vedere Tabella 1.e).	A/C per ambienti, A/C commerciale, unità condensante e unità refrigerante. ⁵	A2L ⁶
R-134a	1430	Per R-32, carica massima ² : ³ : 0,061 kg/m ³ × volume dell'ambiente, non superiore a 11,7 kg.	Saranno progressivamente eliminati in base al regolamento EPA 20 (vedere Tabella 1.c).	-	Unità condensante e unità refrigerante. ⁵	A1 ⁶
R-407C	1774			-	Saranno eliminati progressivamente (vedere Tab. 5).	
R-407F	1825			-		
R-410A	2088			-		
R-407A	2107			-		
R-507A	3900			-		
R-404A	3922			-		
HCFC						
R-22	1822	Eliminato in base al regolamento 1005/2009 della Commissione Europea.	Sarà eliminato nel 2020 in base al regolamento "Protezione dell'ozono stratosferico: rettifiche al sistema di ammissibilità per il controllo della produzione, dell'importazione e dell'esportazione di prodotti contenenti HCFC, 2015-2019" dell'EPA.	Eliminazione in corso.	Eliminato	A1 ⁶ , ODP=0,06

Tab. 3.a - Refrigeranti utilizzati più di frequente per le applicazioni di refrigerazione (Ref.) e condizionamento aria (A/C).

- ¹ Le leggi e i regolamenti locali possono superare gli standard tecnici se vengono adottati dei limiti più stringenti.
- ² In base agli standard di sicurezza EN378-1:2012. I limiti fanno riferimento alla carica massima per ogni circuito; è consentito avere più di un circuito nello stesso ambiente, con il limite di carica che sarà lo stesso per ogni circuito. Per la CO₂ se c'è un sistema di sfato, il limite può essere modificato in base alla tossicità rispetto al ricambio d'aria orario.
- ³ Indipendentemente dalla massa di refrigerante, devono essere presi in considerazione i requisiti di protezione contro le esplosioni. Per esempio la temperatura delle superfici calde deve essere inferiore a un valore specificato (370°C per il propano); le potenziali fonti di accensione devono essere "sigillate" o separate dalle aree soggette a potenziali fughe di gas (in base a IEC 60079).
- ⁴ Refrigerante raccomandato da EPA per le applicazioni indicate.
- ⁵ Applicazioni per le quali può essere utilizzato qualsiasi tipo di refrigerante, secondo la Tab. 1.f.
- ⁶ Gruppo di sicurezza del refrigerante (Tab. 3.b).

	Minore tossicità	Maggiore tossicità
Maggiore infiammabilità	A3	B3
Minore infiammabilità	A2	B2
	A2L	B2L
Nessuna propagazione delle fiamme	A1	B1

Tab. 3.b - Classificazione di sicurezza del refrigerante in base alle normative ASHRAE 34

5. Qual è il miglior refrigerante?

Si noti che non tutti i refrigeranti consentiti dalle normative avranno successo sul mercato. I principali fattori determinanti per la scelta di un refrigerante sono GWP, infiammabilità e altri svantaggi pratici, pressioni politiche, applicazioni e paese di utilizzo.

Inoltre, l'andamento dei prezzi e la disponibilità di ogni refrigerante dipenderanno probabilmente dalla "quota" UE di gas fluorurati e dalla diffusione mondiale dei refrigeranti. Il prezzo influenzerà inoltre la diffusione, rendendo più imprevedibile la scelta.

Si può dire che un refrigerante tecnicamente migliore e consentito dalle diverse normative potrebbe non essere quello più usato per una specifica applicazione.

Tendenze di mercato delle applicazioni HVAC/R

Le tendenze nell'uso di refrigeranti nel **mercato HVAC/R** stanno cambiando definitivamente a causa di svariati fattori, in particolare le normative e i regolamenti internazionali.

In tale contesto, la scelta di un refrigerante per una specifica applicazione diventa più complessa.

La conoscenza non solo delle **norme**, ma anche di altri fattori, come gli **svantaggi** o le **tendenze del mercato** dei refrigeranti, può rappresentare il primo passo per essere pronti per il nuovo scenario.

1. In che modo le nuove normative influenzeranno il mercato dei refrigeranti?

La situazione globale può essere riassunta in termini generali come segue ¹:

- **UE:** gli HFC con **GWP \geq 150** saranno progressivamente vietati, con alcune eccezioni: apparecchiature fisse di refrigerazione e di condizionamento dell'aria (vietati quelli con $\text{GWP} \geq 2500$), impianti di climatizzazione monosplit (vietati quelli con $\text{GWP} \geq 750$).
- **USA:** gli HFC come l'**R-404A** saranno progressivamente vietati; le miscele di R-410A e HFO come R-448A, R-449A, R-450A, R-513A potranno ancora essere utilizzate per alcune applicazioni.
- **Cina:** gli HCFC saranno proibiti con alcune eccezioni e si raccomanda la loro sostituzione con refrigeranti naturali, non è comunque ancora disponibile una effettiva regolamentazione.
- **Giappone:** gli HFC con **GWP \geq 750** (condizionamento aria) e **GWP \geq 1500** (refrigerazione) saranno progressivamente vietati, con alcune eccezioni: magazzini frigoriferi ($\text{GWP} \geq 100$) e dispositivi mobili di condizionamento aria ($\text{GWP} \geq 150$).

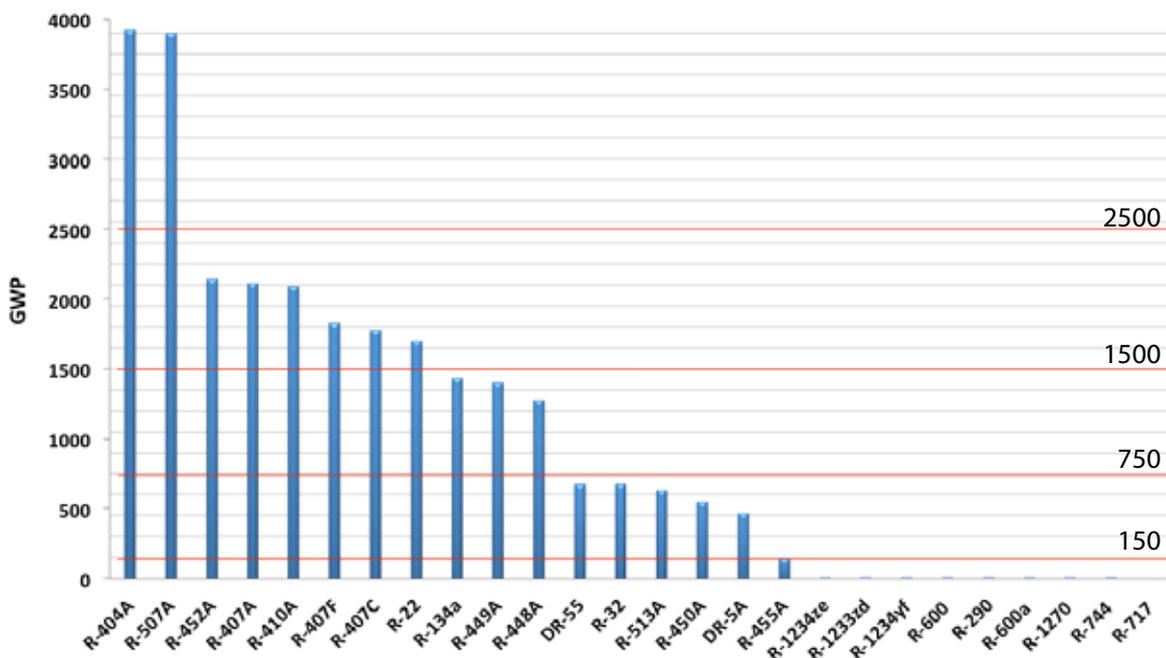


Fig. 1.a - Valori di GWP per i refrigeranti più comuni.

La tendenza è molto chiara: **si va verso i refrigeranti con un basso GWP**. Tra questi si stanno distinguendo i refrigeranti **naturali**, in particolare: R-744 (CO₂), R-717 (ammoniaca) e R-290 (propano). Tuttavia questi presentano alcune limitazioni che li rendono adatti solo con alcune restrizioni, come l'elevata infiammabilità del propano, l'elevata pressione necessaria per la CO₂, con la relativa bassa efficienza nei climi caldi, oltre all'elevato livello di conoscenze tecniche necessarie, e la tossicità e la corrosività dell'ammoniaca. Per ulteriori dettagli vedere la tabella 2.b.

Le conseguenze saranno le seguenti:

- la riduzione o l'eliminazione graduale degli HFC guideranno le nuove scelte di progettazione per tutte le applicazioni;
- le prime applicazioni a essere interessate saranno quelle di refrigerazione, in quanto esse sono attualmente progettate con refrigeranti a elevato GWP, come l'R-404A;
- Gli obiettivi di progettazione saranno: uso di refrigeranti a basso GWP, riduzione della carica di refrigerante, riduzione delle perdite di refrigerante, aumento dell'efficienza energetica.

¹ Per ulteriori dettagli fare riferimento all'allegato

2. Quali sono gli andamenti futuri?

Nel medio termine² (5-10 anni):

- **Refrigerazione:** si prevede che le miscele di HFC e HFO come l'**R-448A** e l'**R-449A** sostituiranno l'**R-404A** e l'**R-507A**, utilizzati attualmente. **L'R-744 (CO₂)** è ampiamente utilizzata nei paesi nordici dell'UE, nei quali le condizioni climatiche sono più favorevoli, e si prevede un aumento del suo utilizzo in tutto il mondo nei prossimi anni. **L'R-717 (ammoniaca)** è attualmente utilizzata per poche applicazioni e probabilmente continuerà a essere utilizzata nel futuro prossimo, solo per esse.
- **Condizionamento aria:** l'**R-410A** è ancora il refrigerante più comunemente utilizzato ma, grazie alla sua graduale diminuzione, può essere sostituito progressivamente dall'**R-32** (HFC con un GWP molto più basso: 675).

Nel lungo termine (>10 anni):

- Gli HFO, come l'**R-1234yf** e l'**R-1234ze(E)** e i refrigeranti naturali, in particolare l'**R-744 (CO₂)**, l'**R-717 (ammoniaca)** e l'**R-290 (propano)**, diventeranno probabilmente i prodotti più diffusi per la refrigerazione e per le applicazioni di condizionamento in tutto il mondo; infatti hanno il più GWP basso tra i refrigeranti presentati nella seguente tabella. L'unica eccezione è l'**R-32** (o soluzioni simili, ad esempio l'**R-452B**) che, invece, rappresenta il miglior compromesso tra GWP, le limitazioni e l'efficienza per le applicazioni di condizionamento con split.

Si illustrano i dettagli su questo possibile elenco di alternative ai refrigeranti attualmente utilizzati

Applicazione	Refrigeranti attuali	Refrigeranti alternativi	GWP	Limitazioni
Refrigerazione	R-404A, R-507A, R-744 (CO ₂), R-717 (ammoniaca)	R-744 (CO₂)	1	Alta pressione, elevato livello di conoscenze tecniche
		R-717 (ammoniaca)	0	Bassa infiammabilità, tossicità, corrosività, elevato livello di conoscenze tecniche, è necessaria un'autorizzazione
		R-448A	1273	Elevato GWP, glide = 6°C
		R-449A	1397	Elevato GWP, glide = 6°C
		R-455A	145	Bassa infiammabilità, glide = 12°C
		R-410A	2088	Elevato GWP
		R-407A	2107	Elevato GWP, glide = 7°C
		R-407F	1825	Elevato GWP, glide = 7°C
Refrigerazione e A/C	R-134a	R-1234yf	4	Bassa infiammabilità, elevati costi di produzione
		R-1234ze(E)	6	Bassa infiammabilità, elevati costi di produzione
		R-290 (propano)	3,3	Elevata infiammabilità, restrizioni locali
		R-600a (isobutano)	3	Elevata infiammabilità, restrizioni locali
		R-600 (butano)	4	Elevata infiammabilità, restrizioni locali
		R-1233zd(E)	4,7	ODP= 0,0002, elevati costi di produzione
		R-450A	547	GWP medio, glide = inferiore a 1°C
		R-513A	631	GWP medio
A/C (in particolare unità split)	R-410A, R-407C, R-22	R-32	675	GWP medio, bassa infiammabilità, elevata temperatura di scarico
		R-452B	676	GWP medio, infiammabilità molto bassa, glide = 1,5°C, disponibile in commercio a partire dal secondo semestre del 2016 (previsto)
		R-454B	465	GWP medio, infiammabilità molto bassa, glide= 1,5°C, disponibile in commercio a partire dal secondo semestre del 2016 (previsto)
		R-1270 (propilene)	2	Elevata infiammabilità, restrizioni locali

Tab. 2.b - Elenco dei refrigeranti utilizzati negli impianti di refrigerazione e di condizionamento aria (in grassetto i più comuni).

La tabella sopra mostra anche che i refrigeranti alternativi accettabili presentano svantaggi e limitazioni, come infiammabilità, glide (che comporta bassa efficienza e difficoltà di progettazione degli evaporatori) o corrosività. Le normative possono inoltre influenzare altre variabili in tutto il mondo, come il prezzo del refrigerante: "Si prevede che la diminuzione causerà anche un aumento dei prezzi dei gas fluorurati in relazione al loro GWP, con un costo aggiuntivo previsto di 35€/t CO₂eq."³

² Qui si fa riferimento ai refrigeranti che possono essere utilizzati, in termini generali, nel corso dei prossimi 5-10 anni in base alle normative. Tuttavia, nel frattempo potranno essere utilizzati anche i refrigeranti indicati per il lungo termine.

³ Green Cooling Technologies: Market trends in selected refrigeration and air conditioning subsectors. G-S02-2014-en-01. Eschborn, maggio 2014.

In Europa e in Giappone, la decisione sul refrigerante sarà influenzata anche dalla frequenza dei **controlli delle perdite** prescritta dalle normative. La scelta del refrigerante sarà quindi un compromesso tra gli aspetti ambientali e i costi delle diverse applicazioni (progettazione, sviluppo e manutenzione).

In seguito si mostrano alcuni esempi.

Unità condensanti



Unione europea

L'unità condensante è un prodotto che comprende almeno un compressore a comando elettrico e un condensatore, in grado di raffreddare e mantenere la temperatura costantemente bassa o media in un impianto o un dispositivo refrigerato, utilizzando un ciclo di compressione del vapore, collegato a un evaporatore e a un dispositivo di espansione.

In base alla classificazione dei gas fluorurati, le unità condensanti rientrano nella categoria dei "apparecchiature di refrigerazione fisse". Dal 2020, gli HFC con un GWP superiore a 2500 saranno vietati per questa categoria. Ciò significa che sarà vietato il refrigerante più utilizzato per le unità condensanti, l'R-404A.

Le alternative di breve e medio termine con GWP inferiore a 2500 che possono essere utilizzate per questa applicazione sono:

- R-410A, R-448A, R-449A, R-407A, R-407F e R-452A.

Esse sono immediatamente disponibili, poiché sono state realizzate per sostituire l'R-404A. Il GWP di questi refrigeranti è comunque piuttosto elevato, pertanto le tonnellate di CO₂ equivalente per circuito saranno verosimilmente superiori a 5 (cioè 2,4 kg di R-410A o R-407A; 3,9 kg di R-448A; 3,6 kg di R-449A; 2,7 kg di R-407F; 2,3 kg di R-452), deve essere eseguito un controllo periodico delle perdite e si verificherà probabilmente un aumento dei prezzi.

Una soluzione di lungo periodo di refrigerante naturale unico che non richiede controlli periodici delle perdite è:

- l'R-744 (CO₂) (con gli svantaggi legati all'alta pressione e all'elevato livello di conoscenze tecniche necessarie).

Un'altra alternativa, adatta alle applicazioni con temperatura media o bassa è:

- l'R-455A (nessun controllo delle perdite; essendo moderatamente infiammabile il limite di carica deve essere definito; glide = 12°C, che influenzerà la struttura dell'evaporatore).

I refrigeranti adatti esclusivamente per medie temperature che potrebbero essere utilizzati per questa applicazione sono:

- R-450A e R-513A (controllo delle perdite da 9,1 kg di R-450A o 7,9 kg di R-513A);
- R-1234yf e R-1234ze(E) (nessun controllo delle perdite ma essendo moderatamente infiammabile i limiti di carica sono 0,06 e 0,09275 kg/m³ × il volume delle stanze per ogni circuito, non superiore rispettivamente a 11,4 e 14,1 kg. Ad esempio per una stanza di 100 m³ la carica massima è rispettivamente di 6 kg e 9 kg per circuito).

USA

Le unità condensanti a distanza, secondo i regolamenti SNAP, hanno una resa frigorifera tipica da 1 kW a 20 kW (refrigerazione da 0,3 a 5,7 tonnellate) e sono costituiti da un (e a volte due) compressore/i, un condensatore, e un ricevitore montati in una singola unità, che si trova normalmente al di fuori dell'area di vendita.

Dal 2018, l'R-404A non sarà più consentito per questa applicazione. I regolamenti SNAP indicano, tra gli altri, i seguenti refrigeranti come consentiti:

- R-410A, R-449A, R-448A, R-744 (CO₂), R-407A, R-407F;
- R-134a, R-450A, R-513A (solo per le temperature medie).

Nella norma non viene menzionato nessun obbligo di controllo delle perdite, tuttavia il possibile aumento dei prezzi dei refrigeranti con GWP elevato, come R-22, R-410A, R-407A/F deve essere tenuto in considerazione, così come la possibilità che siano vietati in futuro.

Giappone

Le unità condensanti sono classificate come "unità condensanti e refrigeranti", pertanto dal 2025 il limite GWP sarà 1500. Gli attuali refrigeranti HFC menzionati per queste applicazioni sono l'R-404A, l'R-410A e l'R-407C. Quindi le opzioni dopo il 2025 sono:

- R-448A, R-449A (con il problema di un GWP di quasi 1400);
- R-744 (CO₂) (con gli svantaggi legati all'alta pressione);
- R-134a, R-450A, R-513A, R-1234yf e R-1234ze(E) (solo per le temperature medie).

Vetrine refrigerate



Unione Europea

Le vetrine refrigerate sono solitamente classificate nella categoria dei "frigoriferi e congelatori per uso commerciale, sigillati ermeticamente", in base alla classificazione dei gas fluorurati. Dal 2020, i refrigeranti con un GWP superiore a 2500 saranno vietati, mentre dal 2022 il limite sarà 150. Ciò significa che dal 2020 sarà vietato il refrigerante più utilizzato, l'R-404A.

Le alternative di breve termine con GWP inferiore a 2500 che possono essere utilizzate fino al 2022 sono:

- R-410A, R-448A, R-449A, R-407A, R-407F, R-452A.

Esse sono immediatamente disponibili, poiché sono compatibili con le applicazioni del R-404A. Il GWP di questi refrigeranti è comunque piuttosto elevato, ma le tonnellate di CO₂ equivalente per circuito per questa applicazione sono solitamente inferiori a 10 (cioè 4,8 kg di R-410A o R-407A; 7,8 kg di R-448A; 7,2 kg di R-449A; 5,4 kg di R-407F; 4,6 kg di R-452), in questo caso i dispositivi sigillati ermeticamente sono esenti dal controllo delle perdite.

Dopo il 2022 (medio e lungo termine), le uniche alternative con un GWP inferiore a 150 saranno:

- **R-744 (CO₂)** (con gli svantaggi legati all'alta pressione e all'elevato livello di conoscenze tecniche necessarie);
- **R-290 (propano), R-600a (isobutano), R-600 (butano)**: a causa della loro infiammabilità, la carica per circuito deve essere rispettivamente inferiore a 0,008, 0,011 e 0,0076 kg/m³ × volume dell'ambiente, non superiore a 1,5 kg. Ad esempio per un ambiente di 100 m³ i limiti sono 0,8 kg per l'R-290 e l'R-600; e 1,1 kg per l'R-600a. Devono essere presi in considerazione i requisiti di protezione contro le esplosioni e le normative locali, se presenti.

Un'altra alternativa, adatta alle applicazioni con temperatura media o bassa è:

- **R-455A** (nessun controllo delle perdite; essendo moderatamente infiammabile il limite di carica deve essere definito; glide = 12°C, che influenzerà la struttura dell'evaporatore).

Adatte esclusivamente per medie temperature, le opzioni disponibili sono:

- **R-1234yf e R-1234ze(E)** (nessun controllo delle perdite ma essendo moderatamente infiammabile i limiti di carica per circuito sono 0,06 e 0,09275 kg/m³ × il volume dell'ambiente, non superiore rispettivamente a 11,4 e 14,1 kg. Ad esempio per una stanza di 100 m³ la carica massima è rispettivamente di 6 kg e 9 kg per circuito).

USA

Le vetrine refrigerate rientrano nella categoria dei "dispositivi indipendenti", che comprende frigoriferi, congelatori, e armadi frigoriferi (aperti o con porte) in cui tutti i componenti per la refrigerazione sono integrati e, per i tipi più piccoli, il circuito frigorifero è interamente brasato; questi sistemi sono completamente riforniti di refrigerante di fabbrica e in genere richiedono solo l'alimentazione elettrica per funzionare.

I refrigeranti consentiti per questa applicazione e che saranno utilizzati con maggiore probabilità sono i seguenti:

- **R-448A e R-449A** (con il problema di un GWP di quasi 1400);
- **R-744 (CO₂)**: nei regolamenti SNAP non viene indicata nessuna limitazione di carico, ma devono essere tenuti in considerazione l'alta pressione e l'elevato livello di conoscenze tecniche necessarie;
- **R-290 (propano) e R-600a (isobutano)**, con il limite di carica di 150 g per circuito;
- **R-450A** (GWP medio, solo per le temperature medie).

Giappone

Le vetrine refrigerate sono classificate come "unità condensanti e refrigeranti", pertanto dal 2025 il limite GWP sarà 1500. Gli attuali refrigeranti HFC menzionati per queste applicazioni sono l'R-404A, l'R-410A e l'R-407C. Le opzioni dopo il 2025 sono quindi:

- **R-448A, R-449A** (con il problema di un GWP di quasi 1400);
- **R-744 (CO₂)** (con gli svantaggi legati all'alta pressione);
- **R-290, R-600a e R-600** (occorre tenere in considerazione la loro infiammabilità);
- **R-134a, R-450A, R-513A, R-1234yf e R-1234ze(E)** (solo per le temperature medie).

Chiller



Unione Europea

Un chiller è un prodotto che comprende almeno un compressore e un evaporatore, in grado di raffreddare e mantenere la temperatura di un liquido per consentire il raffreddamento di un dispositivo o sistema refrigerato; potrebbe integrare o non integrare il condensatore, le attrezzature del circuito di raffreddamento e altri strumenti secondari.

In base alla classificazione dei gas fluorurati, i chiller rientrano nella categoria delle "apparecchiature di refrigerazione fisse". Pertanto dal 2020, i refrigeranti con un GWP superiore a 2500 saranno vietati. I refrigeranti più comunemente utilizzati attualmente saranno ancora consentiti:

- **R-410A, R-407C e R-134a** (è necessario un controllo delle perdite se la carica è superiore rispettivamente a 2,4, 2,8 e 3,5 kg).

Le alternative con GWP inferiore sono:

- **R-1234yf, R-1234ze(E)** e R-717 (NH₃) (nessun controllo delle perdite);
- **R-290, R-600a, R-600 e R-1270** (Devono essere presi in considerazione i requisiti di protezione contro le esplosioni e le normative locali, se presenti);
- **R-32, R-452B, R-454B, R-450A, R-513A** (controllo delle perdite da 7,4 kg per R-32 e R-452B, 10,8 kg per R-454B, 9,1 kg per R-450A e 7,9 kg per R-513A).

Si tenga presente che i chiller sono generalmente installati all'aperto. In questo caso non ci sono limiti di carica dovuti all'infiammabilità.

USA

In base ai regolamenti SNAP la definizione di chiller è: sistemi che solitamente servono a raffreddare l'acqua, che viene poi fatta circolare per consentire il raffreddamento e aumentare il benessere all'interno di un edificio o in un altro luogo. I refrigeranti possono essere classificati per tipo di compressore, compresi quelli centrifughi, alternativi, scroll, a vite e rotanti. I chiller utilizzati per raffreddare i processi industriali sono inclusi nella voce "refrigerazione dei processi industriali". I refrigeranti consentiti, a seconda del tipo di chiller, sono:

- **R-513A, R-450A, R-1234ze** e R-717 (NH₃) possono essere utilizzati per tutti i tipi di chiller;
- **R-410A, R-407C, R-134a** sono consentiti per tutti i tipi di chiller, ad eccezione di quelli con compressore scroll;
- **R-1233zd(E)** è consentito solo per i chiller centrifughi.

Giappone

Per quanto ne sappiamo, ci sono due categorie di applicazioni di climatizzazione: domestica e commerciale. Nel primo caso, il limite GWP sarà 750 dal 2018; nel secondo, 750 dal 2020. I chiller possono essere di tipo commerciale o non commerciale, ma si suppone che il limite per i condizionatori sia di 750 per tutte le applicazioni, dal momento che non è stata data nessuna informazione ulteriore. Ciò significa che l'R-410A e l'R-407C non saranno consentiti. Le alternative potrebbero essere:

- **R-32, R-452B, R-454B, R-450A, R-513A;**
- i refrigeranti con GWP inferiore come **l'R-1234yf, l'R-1234ze(E), l'R-717 (NH₃)**, gli idrocarburi come **l'R-290, l'R-600a, l'R-600 e l'R-1270**, anche se deve essere presa in considerazione la loro infiammabilità, in particolare degli ultimi quattro. Non sono note restrizioni per i gas infiammabili in Giappone.

Allegato



I refrigeranti per le applicazioni di refrigerazione e condizionamento aria che saranno consentiti (**verdi**), vietati (**rossi**) o consentiti con eccezioni (**arancione**) in base al regolamento Gas Fluorurati ad Effetto Serra (UE), ai Regolamenti EPA SNAP (USA) e alla Legge sull'uso razionale e la corretta gestione dei fluorocarburi (GIA). Si tenga presente che le date vietate sono diverse per ogni caso, fare riferimento alla sezione 1 per le date specifiche.

Applicazioni di refrigerazione

	Oltre 2500			2500-1500												1500-750														
	R-404A			R-507A			R-452A			R-407A			R-410A			R-407F			R-134a			R-449A			R-448A					
	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP			
	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP
Bottle cooler	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Abbattitore di temp./Celle di fermo-lievita	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Centrale frigorifera (comprese le unità remote, ≥40 kW)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unità moto-condensante per ambienti commerciali (comprese le unità remote, <40kW)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Vetrine refrigerate	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Refrigerazione professionale (stagionatura, maturazione,...)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Magazzini refrigerati/centri di distribuzione	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Applicazioni di condizionamento

	2500-1500									1500-750			750-150											
	R-410A			R-407C			R-134a			DR-55			R-32			R-513A			R-450A					
	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP			
	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP			
Chiller	●	● ¹⁵	●	●	● ¹⁵	●	●	● ¹⁵	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Pompa di calore commerciali	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Condizionamento per centri di calcolo	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Essiccatore (fissi)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Sistema di recupero calore	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Rooftop	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chiller di processo	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

¹ Vietati nelle nuove unità a media temperatura indipendenti con una capacità del compressore al di sotto di 2.200 Btu/ora e senza evaporatore allagato, dal 1° gennaio 2019. Vietati nelle nuove unità a media temperatura indipendenti con una capacità del compressore pari o superiore a 2.200 Btu/ora e unità a media temperatura indipendenti con evaporatore allagato, dal 1° gennaio 2020. Vietati nelle nuove unità a bassa temperatura indipendenti, dal 1° gennaio 2020 (Regolamento EPA SNAP 20).

² Vietati nelle nuove unità a media temperatura indipendenti con una capacità del compressore al di sotto di 2.200 Btu/ora e senza evaporatore allagato, dal 1° gennaio 2019. Vietati nelle nuove unità a media temperatura indipendenti con una capacità del compressore pari o superiore a 2.200 Btu/ora e unità a media temperatura indipendenti con evaporatore allagato, dal 1° gennaio 2020. (Regolamento EPA SNAP 20)

³ Consentiti per volumi inferiori a 50.000 m³.

⁴ Solo dispositivi indipendenti per basse temperature (pari o inferiori a 32°F (0 °C)) (Regolamento EPA SNAP 20).

⁵ Dispositivi indipendenti per basse temperature (pari o inferiori a 32°F (0 °C)) e medie temperature (superiori a 32°F (0 °C)) (Regolamento EPA SNAP 20).

⁶ Limite di carica da definire.

⁷ Carica massima per circuito: 0,09275 kg/m³ × volume ambiente (in base a EN-378), non superiore a 14,1 kg; potrebbero valere i requisiti di protezione contro le esplosioni e le normative locali.

⁸ Carica massima per circuito: 0,06 kg/m³ × volume ambiente (in base a EN-378), non superiore a 11,4 kg; potrebbero valere i requisiti di protezione contro le esplosioni e le normative locali.

⁹ Carica massima per circuito: 0,0076 kg/m³ × volume ambiente (in base a EN-378), non superiore a 1,5 kg; potrebbero valere i requisiti di protezione contro le esplosioni e le normative locali.

GWP

GWP																																			
750-150									Meno di 150																										
R-513A			R-450A			R-455A			R-1234ze(E)			R-1233zd(E)			R-1234yf			R-600			R-290			R-600a			R-744			R-717					
EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP
●	●	●	●	●	●	● ⁶	●	●	● ⁷	●	●	● ⁶	●	●	● ⁸	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	● ¹¹	n.a.*	● ¹²	● ¹¹	n.a.*	● ¹³	●	n.a.*	● ¹⁴	●	n.a.*	●	●	n.a.*
●	●	●	●	●	●	● ⁶	●	●	● ⁷	●	●	● ⁶	●	●	● ⁸	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	● ¹¹	n.a.*	● ¹²	●	n.a.*	● ¹³	●	n.a.*	● ¹⁴	●	n.a.*	●	●	n.a.*
●	●	●	●	●	●	● ⁶	●	●	● ⁷	●	●	● ⁶	●	●	● ⁸	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	● ¹²	●	n.a.*	● ¹³	●	n.a.*	● ¹⁴	●	n.a.*	●	●	n.a.*
●	●	●	●	●	●	● ⁶	●	●	● ⁷	●	●	● ⁶	●	●	● ⁸	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	● ¹¹	n.a.*	● ¹²	● ¹¹	n.a.*	● ¹³	●	n.a.*	● ¹⁴	●	n.a.*	●	●	n.a.*
●	● ⁵	●	●	●	●	● ⁶	●	●	● ⁷	●	●	● ⁶	●	●	● ⁸	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	● ¹¹	n.a.*	● ¹²	● ¹¹	n.a.*	● ¹³	●	n.a.*	● ¹⁴	●	n.a.*	●	●	n.a.*
●	●	●	●	●	●	● ⁶	●	●	● ⁷	●	●	● ⁶	●	●	● ⁸	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	● ¹²	●	n.a.*	● ¹³	●	n.a.*	● ¹⁴	●	n.a.*	●	●	n.a.*

GWP

GWP																										
Meno di 150																										
DR-5A			R-1234ze(E)			R-1233zd(E)			R-1234yf			R-600			R-290			R-600a			R-1270					
EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP	EU	US	JP
●	●	●	●	●	●	●	● ¹⁷	●	●	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	● ¹²	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	●	●	n.a.*
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	● ¹⁶	n.a.*	● ¹²	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	●	●	n.a.*
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	● ¹²	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	●	●	n.a.*
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	● ¹²	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	●	●	n.a.*
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	● ¹⁶	n.a.*	● ¹²	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	●	●	n.a.*
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	● ¹⁶	n.a.*	● ¹²	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	●	●	n.a.*
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	● ⁹	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	● ¹²	●	n.a.*	● ¹⁰	●	n.a.*	●	●	n.a.*

¹⁰ Carica massima per circuito: 0,008 kg/m³ × volume ambiente (in base a EN-378), non superiore a 1,5 kg; potrebbero valere i requisiti di protezione contro le esplosioni e le normative locali.

¹¹ Carica massima per circuito: 150 g. Si applicano condizioni specifiche - vedere il regolamento.

¹² Carica massima per circuito: 0,011 kg/m³ × volume ambiente (in base a EN-378), non superiore a 1,5 kg; potrebbero valere i requisiti di protezione contro le esplosioni e le normative locali.

¹³ Carica massima per circuito: 100 g/m³ × volume ambiente (in base a EN-378).

¹⁴ Carica massima per circuito: 0,35 g/m³ × volume ambiente (in base a EN-378); potrebbero valere i requisiti di protezione contro le esplosioni e le normative locali.

¹⁵ Consentiti per compressori centrifughi, alternativi, a vite e industriali; non consentiti per compressori scroll.

¹⁶ Per l'uso in sistemi di condizionamento aria indipendenti; si applicano condizioni specifiche - vedere Regolamento EPA SNAP 19.

¹⁷ Consentiti solo per compressori centrifughi.

* Non sono disponibili le informazioni sui limiti di carica o sull'infiammabilità dei gas in Giappone.

- Refrigeranti consentiti
- Refrigeranti consentiti con eccezioni
- Refrigeranti vietati (date di entrata in vigore dei divieti tra il 2015 e il 2025)

Headquarters ITALY

CAREL INDUSTRIES Hqs.

Via dell'Industria, 11
35020 Brugine - Padova (Italy)
Tel. (+39) 0499 716611 - Fax (+39) 0499 716600
carel@carel.com

Sales organization

CAREL Asia Ltd.
www.carel.com

CAREL Australia Pty Ltd.
www.carel.com.au

CAREL Central and Southern Europe
www.carel.com

CAREL Deutschland GmbH
www.carel.de

CAREL Electronic (Suzhou) Co. Ltd.
www.carel-china.com

CAREL France Sas
www.carelfrence.fr

CAREL HVAC/R Korea Ltd
www.carel.com

CAREL Controls Ibérica, S.I.
www.carel.es

CAREL Italy
www.carel.it

CAREL ACR Systems India (Pvt) Ltd.
www.carel.in

CAREL Mexicana S de RL de CV
www.carel.mx

CAREL Middle East DWC LLC
www.carel.com

CAREL Nordic AB
www.carel.com

CAREL Russia LLC
www.carelrussia.com

CAREL Controls South Africa (Pty) Ltd.
www.carelcontrols.co.za

CAREL Sud America Instrumentação Electronica LTDA
www.carel.com.br

CAREL Thailand Co., Ltd.
www.carel.co.th

CAREL U.K. LTD
www.careluk.co.uk

CAREL U.S.A. L.L.C.
www.carelusa.com

Affiliates

CAREL Czech & Slovakia
CAREL spol. s.r.o.
www.carel-cz.cz

CAREL Ireland
FarrahVale Controls & Electronics Ltd.
www.carel.com

CAREL Japan Co., Ltd.
www.carel-japan.com

CAREL Turkey
CFM Sogutma ve Otomasyon San. Tic. Ltd.
www.carel.com.tr