



OFFICINE MARIO DORIN SINCE 1918

DORIN[®]
FOR THE ENVIRONMENT

HFO

Nota Tecnica



1. Che refrigeranti sono gli A2L?

I refrigeranti HFO (Idro-Fluoro-Olefine) sono refrigeranti in forma pura o di miscela. In forma pura si tratta di idrocarburi fluorurati che presentano un doppio legame carbonio. In virtù della loro struttura chimica sono sostanze che risultano essere instabili una volta rilasciate in atmosfera e che quindi si decompongono rapidamente. A differenza dei refrigeranti HFC, perciò non si accumulano in atmosfera e provocano un effetto serra (GWP) molto basso. Poiché non contengono cloro non provocano nemmeno danni all'ozono atmosferico. Per tali ragioni vengono considerati refrigeranti ecologici.

Tali refrigeranti (categorizzati come A2L) offrono ai produttori di impianti delle alternative affidabili che aiutano a minimizzare la riprogettazione degli impianti, dando la possibilità di avere maggior carica e una più facile integrazione dei componenti elettrici rispetto ai refrigeranti idrocarburi (HC) maggiormente infiammabili (A3).

Quali sono i refrigeranti A2L?

R1234yf	GWP	4
R1234ze	GWP	7
R454C	GWP	148
R454A	GWP	239
R454B	GWP	467
R452B	GWP	698
R455A	GWP	148
R32	GWP	675

1.1 Cosa significa A2L?

Secondo le norme ISO817, US ASHRAE 34 e EN378, la classificazione per ciò che riguarda la sicurezza dei refrigeranti è definita attraverso:

La lettera che indica il livello di tossicità:

- A: refrigerante con bassa tossicità;
- B: refrigerante tossico

Il numero che indica il livello di infiammabilità:

- 1 non infiammabile;
- 2L bassa infiammabilità;
- 2 infiammabile;
- 3 fortemente infiammabile.

ISO 817 Refrigerant Classification Scheme

A3	B3	Higher Flammability
A2	B2	Flammable
A2L	B2L	Lower Flammability
A1	B1	Non-Flammable
Lower Toxicity	Higher Toxicity	

Gli A2L sono pertanto refrigeranti con bassa tossicità e basso livello di infiammabilità.

Parametri principali che caratterizzano il grado di infiammabilità di un refrigerante:

il limite inferiore e superiore di infiammabilità (LFL) e (UFL)

la velocità di combustione (BV)

l'energia minima di accensione (MIE)

il calore di combustione (HOC)

Un requisito comune a tutte le classi di sicurezza dei refrigeranti infiammabili (cioè 2L, 2, e 3) è che la propagazione della fiamma deve avvenire durante la prova condotta secondo ASTM E681, metodo standard per determinare i limiti di concentrazione di infiammabilità di sostanze chimiche

Tutti i refrigeranti infiammabili, che abbiano un'infiammabilità inferiore (ad es. A2L) o superiore (ad es. A3), possono propagare una fiamma e pertanto avranno limiti di infiammabilità. Questi limiti (LFL e UFL) definiscono le concentrazioni minime e massime di una sostanza nell'aria in grado di propagare una fiamma. Sotto la LFL, non c'è abbastanza carburante per sostenere un incendio. Sopra l'UFL, la concentrazione è troppo alta e nell'aria non c'è ossigeno sufficiente. Più basso è il valore di LFL, maggiore è il rischio, poiché una concentrazione infiammabile può essere raggiunta più facilmente da una perdita. Per gli A2L vi è inoltre il limite della velocità di propagazione della fiamma che non deve essere superiore a 10 cm/sec

1.2 Conformità con il nuovo regolamento 2024/573

Il regolamento europeo 2024/573 (che sostituisce la direttiva F-Gas 517/2014) introduce ulteriori novità rispetto al vecchio regolamento finalizzate alla riduzione dell'utilizzo degli HFC. Dal 1 Gennaio 2025 e dal 1 Gennaio 2030 per le unità per refrigerazione, e dal 1 Gennaio 2027 e 1 Gennaio 2032 per i chillers saranno in vigore diversi divieti a seconda del tipo di utilizzo dell'impianto, si veda sotto quanto previsto:

Placing on the market prohibitions referred to in Article 11(1)

Products and equipment	Date of prohibition	
(1) Non-refillable containers for fluorinated greenhouse gases listed in Annex I, empty, partially or fully filled, used to service, maintain or fill refrigeration, air-conditioning or heat pump equipment, fire protection systems or electrical switchgear, or for use as solvents.	4 July 2007	
STATIONARY REFRIGERATION		
(2) Domestic refrigerators and freezers:	(a) that contain HFCs with GWP of 150 or more;	1 January 2015
	(b) that contain fluorinated greenhouse gases, except if required to meet safety requirements at the site of operation.	1 January 2026
(3) Refrigerators and freezers for commercial use (self-contained equipment):	(a) that contain HFCs with GWP of 2 500 or more;	1 January 2020
	(b) that contain HFCs with GWP of 150 or more;	1 January 2022
	(c) that contain other fluorinated greenhouse gases with a GWP of 150 or more.	1 January 2025

(4) Any self-contained refrigeration equipment, except chillers, that contains fluorinated greenhouse gases with a GWP of 150 or more, except if required to meet safety requirements at the site of operation.		1 January 2025
(5) Refrigeration equipment, except chillers and equipment covered in points (4) and (6), that contains, or whose functioning relies upon:	(a) HFCs with GWP of 2 500 or more except equipment intended for application designed to cool products to temperatures below – 50 °C;	1 January 2020
	(b) fluorinated greenhouse gases with a GWP of 2 500 or more, except equipment intended for application designed to cool products to temperatures below – 50 °C;	1 January 2025
	(c) fluorinated greenhouse gases with a GWP of 150 or more, except if required to meet safety requirements at the site of operation.	1 January 2030
(6) Multipack centralised refrigeration systems for commercial use with a rated capacity of 40 kW or more that contain, or whose functioning relies upon, fluorinated greenhouse gases listed in Annex I with GWP of 150 or more, except in the primary refrigerant circuit of cascade systems where fluorinated greenhouse gases with a GWP of less than 1 500 may be used.		1 January 2022

STATIONARY CHILLERS

(7) Chillers that contain, or whose functioning relies upon:	(a) HFCs with GWP of 2 500 or more except equipment intended for application designed to cool products to temperatures below – 50 °C;	1 January 2020
	(b) fluorinated greenhouse gases with a GWP of 150 GWP or more for chillers up to and including a rated capacity of 12 kW, except if required to meet safety requirements at the site of operation;	1 January 2027
	(c) fluorinated greenhouse gases for chillers up to and including a rated capacity of 12 kW, except if required to meet safety requirements at the site of operation;	1 January 2032
	(d) fluorinated greenhouse gases with a GWP of 750 for chillers above 12 kW, except if required to meet safety requirements at the site of operation.	1 January 2027

STATIONARY AIR-CONDITIONING EQUIPMENT AND STATIONARY HEAT PUMPS		
(8) Self-contained air-conditioning equipment and heat pumps, except chillers, that:	(a) plug-in room air-conditioning equipment which is moveable between rooms by the end user that contains HFCs with GWP of 150 or more;	1 January 2020
	(b) plug-in room air-conditioning equipment, monoblock air-conditioning equipment, other self-contained air-conditioning equipment and self-contained heat pumps, with a maximum rated capacity of up to and including 12 kW that contain fluorinated greenhouse gases with a GWP of 150 or more, except if required to meet safety requirements. If safety requirements at the site of operation would not allow using fluorinated greenhouse gases with GWP of less than 150, the GWP limit is 750;	1 January 2027
	(c) plug-in room air-conditioning equipment, monoblock air-conditioning equipment, other self-contained air-conditioning equipment and self-contained heat pumps, with a maximum rated capacity of up to and including 12 kW that contain fluorinated greenhouse gases, except if required to meet safety requirements. If safety requirements at the site of operation would not allow using alternatives to fluorinated greenhouse gases, the GWP limit is 750;	1 January 2032
	(d) monoblock and other self-contained air-conditioning equipment and heat pumps, with a maximum rated capacity of more than 12 kW but not exceeding 50 kW that contains fluorinated greenhouse gases with a GWP of 150 or more, except if required to meet safety requirements. If safety requirements at the site of operation would not allow using fluorinated greenhouse gases with GWP of less than 150, the GWP limit is 750;	1 January 2027
	(e) other self-contained air-conditioning equipment and heat pumps that contain fluorinated greenhouse gases with GWP of 150 or more, except if required to meet safety requirements. If safety requirements at the site of operation would not allow using fluorinated greenhouse gases with GWP of less than 150, the GWP limit is 750.	1 January 2030

I refrigeranti A2L sono una buona risposta a questo scenario, ad esempio: R454C e R455A avendo GWP=148 costituiscono soluzioni a lungo termine per parecchi campi di utilizzo.

1.3 Normative di sicurezza

Quando l'apparecchiatura sia contemplata esplicitamente all'interno della normativa si fa riferimento a questa, es EN 60335-2-89 per il freddo commerciale/industriale, EN 60335-2-40 per chiller, pompe di calore e climatizzazione fissa. Se la norma specifica per l'apparecchiatura non ha integrato la nuova classificazione A2L è necessario utilizzare la norma di riferimento generale, nel nostro caso la EN 378 nelle attuali revisioni nelle sue varie parti 1-2-3-4 alle quali si rimanda.

Altro requisito da soddisfare per l'impianto è la rispondenza alla direttiva PED 2014/68 che disciplina le attrezzature in pressione

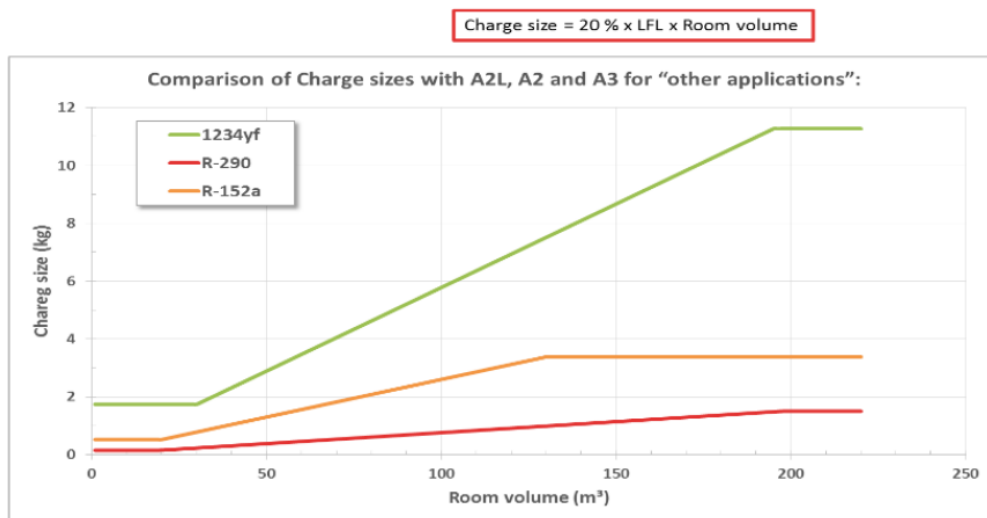
Sicurezza

2.1 Regole generali

I sistemi di refrigerazione che utilizzano refrigeranti infiammabili devono rispettare regole di sicurezza particolari includendo dispositivi di sicurezza e particolare design per le apparecchiature elettriche, l'introduzione di ventilatori da usare nel caso di perdita di refrigerante per prevenire la formazione di miscele di gas infiammabile e evitare il pericolo di incendio.

È necessario rispettare i limiti massimi di concentrazione, il limite pratico per un refrigerante rappresenta il livello di concentrazione più elevato in uno spazio occupato, che non produrrà effetti dannosi (ad es. acuti) o non creerà un rischio di accensione del refrigerante. E' utilizzato per determinare la massima carica per tale refrigerante in un'applicazione specifica.

R1234yf	LFL (kg/m ³)	0.289	Pr. lim. (kg/m ³)	0.058
R1234ze	LFL (kg/m ³)	0.303	Pr. lim. (kg/m ³)	0.061
R454C	LFL (kg/m ³)	0.293	Pr. lim. (kg/m ³)	0.059
R454A	LFL (kg/m ³)	0.278	Pr. lim. (kg/m ³)	0.056
R454B	LFL (kg/m ³)	0.303	Pr. lim. (kg/m ³)	0.061
R452B	LFL (kg/m ³)	0.31	Pr. lim. (kg/m ³)	0.062
R455A	LFL (kg/m ³)	0.431	Pr. lim. (kg/m ³)	0.086
R32	LFL (kg/m ³)	0.307	Pr. lim. (kg/m ³)	0.061



Inoltre vanno rispettate alcune regole generali:

-In caso di manutenzione dovendo aprire le tubazioni utilizzare attrezzature che non producano scintille né tantomeno fiamme;

-La componentistica elettrica deve essere contenuta in quadri elettrici nei quali il refrigerante (in caso di fuga) non abbia possibilità di penetrare ed essere innescato da possibile scintillio dei contatti.

-Settare i sensori di spegnimento dell'impianto sotto al limite inferiore di esplosività;

- Il personale deve avere con sé un rilevatore di gas portatile durante la manutenzione o la riparazione;
- Va comunque garantita una ventilazione adeguata.

2.2 Valutazione del rischio

La valutazione del rischio deve essere introdotta in loco per garantire di lavorare in sicurezza. Questo strumento dà informazioni su come lavorare in sicurezza, quali situazioni di rischio può dover affrontare il personale e di quali informazioni\strumenti\abilità necessita.

Tale valutazione segue alcuni step:

- Identificazione dei possibili rischi;
- Valutazione dei rischi in termini di pericolosità e frequenza;
- Introduzione del sistema di sicurezza per ridurre il rischio quando questo non è trascurabile;
- Procedere con la valutazione finché il rischio non risulta basso.

Questa procedura è specifica per ogni applicazione.

Un tipico schema di valutazione dei rischi è rappresentato nell'immagine seguente

	Consequence				
Likelihood	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Critical
Rare	LOW Accept the risk Routine management	LOW Accept the risk Routine management	LOW Accept the risk Routine management	MEDIUM Specific responsibility and treatment	HIGH Quarterly senior management review
Unlikely	LOW Accept the risk Routine management	LOW Accept the risk Routine management	MEDIUM Specific responsibility and treatment	MEDIUM Specific responsibility and treatment	HIGH Quarterly senior management review
Possible	LOW Accept the risk Routine management	MEDIUM Specific responsibility and treatment	MEDIUM Specific responsibility and treatment	HIGH Quarterly senior management review	HIGH Quarterly senior management review
Likely	MEDIUM Specific responsibility and treatment	MEDIUM Specific responsibility and treatment	HIGH Quarterly senior management review	HIGH Quarterly senior management review	EXTREME Monthly senior management review
Almost certain	MEDIUM Specific responsibility and treatment	MEDIUM Specific responsibility and treatment	HIGH Quarterly senior management review	EXTREME Monthly senior management review	EXTREME Monthly senior management review

2.3 Design, manutenzione, regole di intervento

Per maneggiare i fluidi refrigeranti è necessario essere qualificati: questo è vero per ogni refrigerante, e a maggior ragione per gli A2L a causa della loro maggiore pericolosità.

Il regolamento 2024/573 dispone regole riguardo la verifica delle perdite/recupero del gas, la tenuta del registro dell'apparecchiatura (libretto di impianto), la frequenza dei controlli, l'acquisto del gas, come la vendita e immissione in commercio delle apparecchiature oltre ai divieti già visti prima.

La EN378 nelle sue quattro parti specifica per i vari ruoli, costruttore, installatore, manutentore, utilizzatore i requisiti richiesti per l'impianto.

La EN378-1 specifica i criteri di classificazione e di selezione applicabili ai sistemi di refrigerazione.

La parte 2 della norma è applicabile alla progettazione costruzione e installazione dei sistemi refrigeranti incluse le tubazioni, i componenti e i materiali. Specifica inoltre i requisiti per la prova la messa in servizio e la marcatura e documentazione.

La parte 3 specifica i requisiti dei luoghi di installazione delle apparecchiature, come ad esempio le sale macchine, definendo le specifiche per l'aerazione, le porte, gli accessi, l'illuminazione, gli allarmi e i rilevatori.

La parte 4 indica quali sono le istruzioni operative e la documentazione per la corretta conduzione e manutenzione dell'impianto.

3 Come sostituire il refrigerante in uso con uno del tipo A2L

Premesso che i fluidi A2L devono essere utilizzati unicamente nelle apparecchiature nuove o impiegate in impianti specificatamente progettati per il funzionamento con questi prodotti, in nessun caso, un impianto funzionante con un fluido non infiammabile può essere retrofittato con un fluido infiammabile se prima non viene condotto uno studio adeguato di valutazione dei rischi, senza riqualificazione preventiva e autorizzazione per rimanere conformi alle normative vigenti.

L'R455A e l'R454C sono ottimi sostituti dell'R404A. Per fare questa sostituzione è necessario, come detto, riqualificare l'installazione esistente.

È importante sottolineare che la valutazione del rischio deve essere fatta prima della riqualificazione dell'impianto onde verificarne l'effettiva fattibilità.