



per il tecnico della refrigerazione e climatizzazione

## Per la prima volta un italiano Presidente dell'AREA 26 Associazioni europee del freddo e del condizionamento



**Il Board della presidenza dell'AREA: al centro Marco Buoni, Segretario generale dell'Associazione dei Tecnici del Freddo e Direttore tecnico del Centro Studi Galileo (alla sua sinistra: Grzegorz Michalski, Per Jonasson e alla sua destra Gerhard Neuhauser e Graeme Fox)**

# Corsi, convegni e seminari CSG-EEC-NAZIONI UNITE raggiungono più di 140 Paesi nel mondo

Da oltre quarant'anni il Centro Studi Galileo, leader nella formazione di tecnici del freddo e del condizionamento, eroga corsi teorico-pratici ad installatori, manutentori, progettisti e ditte del settore in Italia e all'estero. Insieme alla collegata britannica European Energy Centre ed all'Associazione dei Tecnici italiani del Freddo, il Centro Studi Galileo collabora con i maggiori esperti mondiali provenienti da Università, Enti ed Associazioni quali l'IIR di Parigi, le americane ASHRAE ed AHRI, le europee AREA, EPEE, Eurovent, le italiane Anima ed Assoclima, nonché con le Agenzie per l'Ambiente e lo Sviluppo Industriale delle Nazioni Unite UNEP, UNDP ed UNIDO.

In evidenza sul mappamondo i Paesi finora coinvolti in corsi, sessioni d'esame e convegni CSG-EEC-ATF.

## AMERICA SETTENTRIONALE E CENTRALE

### ● Stati Uniti, Washington DC & Manhattan, CSG-EEC

*"Energie rinnovabili alla George Washington University"*  
Corsi su gestione organizzativa-finanziaria di energie rinnovabili, veicoli elettrici e solare fotovoltaico.

### ● Piccole Antille & Suriname, Grenada, CSG-UNIDO

*"Train-the-trainers sugli infiammabili"*  
Studio della gestione di un centro di formazione e corso teorico-pratico di formazione e certificazione per insegnanti.

## AMERICA MERIDIONALE

### ● Argentina, Buenos Aires & Rosario, CSG-UNIDO

*"Workshop sulla refrigerazione commerciale: esperienze europee con le recenti alternative a basso GWP"*  
Seminari formativi organizzati con il Ministero dell'Ambiente e Sviluppo Sostenibile argentino e italiano, in collaborazione con UNIDO e 10 fra le maggiori imprese del freddo italiane, rivolti a tecnici ed esperti del settore, ditte di produzione e supermercati del grande Paese sudamericano.



### ● Colombia, Bogotá, CSG-EEC

*"Energie rinnovabili al Centro Metalmeccanico"*  
Corso su fotovoltaico, termico, eolico, biomasse e pompe di calore.

## AFRICA CENTRALE

### ● Gambia, Banjul, CSG-UNIDO

*"Sviluppo sostenibile sull'Atlantico"*  
Corsi formativi teorico-pratici sulla riduzione dei gas lesivi dell'ozono e ad elevato potenziale di riscaldamento globale tramite il trasferimento di competenze e tecnologie nel settore della refrigerazione e del condizionamento industriale.

● Ghana, CSG-UNDP *"Corso formativo per maneggiare gli idrocarburi con il supporto del Ministero dell'Ambiente"*

### ● Benin, Cotonou, CSG-UNEP

*"Refrigerazione nei Paesi Francofoni"*  
Riunione dei Coordinatori del Programma Ozono nell'Africa Francofona per il Ministero dell'Ambiente ed incontro tematico per

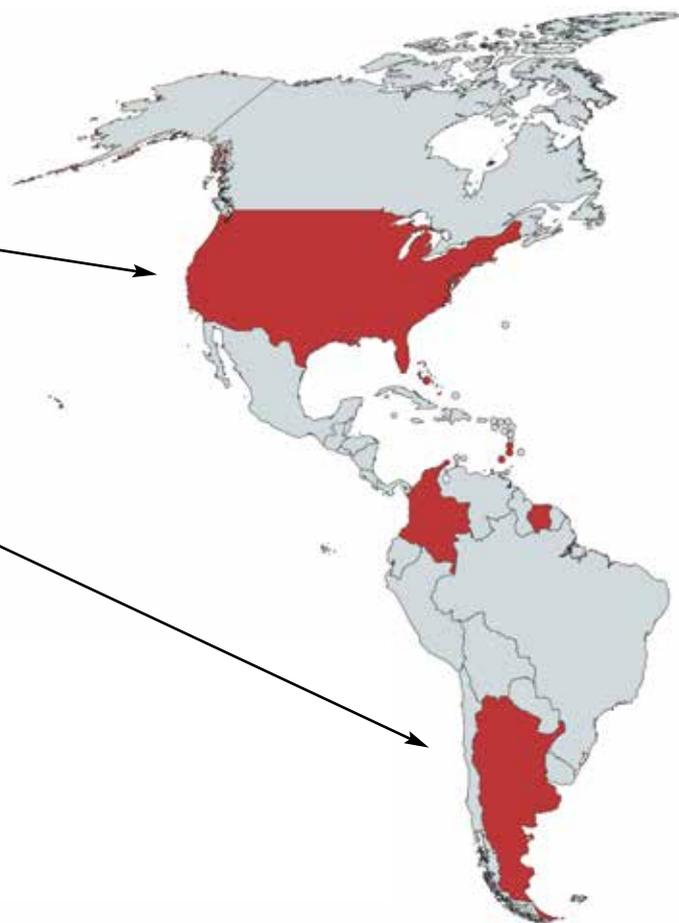
## AFRICA SETTENTRIONALE

### ● Tunisia, CSG-UNIDO-MINISTERO

*"Formare i formatori premiando le eccellenze locali"*  
Cinque corsi teorico-pratici nelle città di Tunisi, Djerba, Nabeul, Tabarka e Kairouan per più di 60 esperti ingegneri tunisini, futuri docenti ed esaminatori per i cinque centri di eccellenza del Paese, corredati da tavole rotonde e cooperazione con il Ministero e l'Agenzia Nazionale di Protezione dell'Ambiente rivolte alla stesura della legislazione nazionale per certificare le competenze dei tecnici.

### ● Algeria & Marocco, CSG-UNIDO-POLITO

*"Corsi e consulenze sulle nuove tecnologie"*



assistere la stesura dello schema di certificazione per tecnici del freddo, nonché la nascita di Associazioni del freddo per funzionari dei Paesi francofoni; corso per l'ottenimento del patentino frigoristi.

### ● Ruanda, Kigali, CSG-UNEP & Eritrea, Asmara, CSG-UNIDO

*"Patentino Europeo Frigoristi PEF per i Paesi Anglofoni"*

### ● Etiopia, Addis Abeba, CSG-UNEP

*"Eliminare gli ODS nel Corno d'Africa per l'implementazione di progetti del programma UNEP HPMP"*

● Nigeria, Lagos, CSG-EEC *"Corsi su gestione organizzativa-finanziaria delle energie rinnovabili"*



## GOLFO PERSICO

### ● **Iraq, delegazione irachena a Casale Monferrato, CSG-UNEP**

*"Buone pratiche in Iraq"*

UNEP, CSG e ATF collaborano per l'implementazione del Piano Nazionale di Eliminazione degli HCFC nel Paese, al fine di lavorare in modo sicuro con sistemi commerciali ad idrocarburi.

### ● **Bahrain, Manama, CSG-UNEP**

*"Schema di Certificazione in Bahrain"*

Ampio progetto di cooperazione con il Ministero dell'Ambiente e l'autorevole Società degli Ingegneri del Bahrain per la stesura dello schema di certificazione nazionale, corredato da più sessioni di formazione e certificazione "train-the-trainers" per esperti ingegneri e futuri docenti-esaminatori del Paese.



### ● **Arabia Saudita, Rowa & Dammam, CSG-UNEP-UNIDO**

*"Condizionamento nel deserto"*

Workshop sulle buone pratiche e Patentino per tecnici del freddo di una nota azienda costruttrice di condizionatori split (+50 tecnici).

## EUROPA

### ● **Regno Unito, EEC-CSG**

*"Energie rinnovabili in UK: University of London & East London University, Edinburgh Napier University & Heriot-Watt University"*  
Corsi su gestione tecnico-economica delle energie rinnovabili – inclusi eolico, solare fotovoltaico, biomasse ed energia dal moto ondoso, soluzioni con energie rinnovabili e loro gestione organizzativa-finanziaria, veicoli elettrici e blockchain; tavole rotonde per il Governo scozzese.

### ● **Francia e Germania**

*"Tavole rotonde con le Nazioni Unite per l'Ambiente"*

### ● **Bielorussia / Ucraina / Tajikistan / Uzbekistan, CSG-UNDP**

*"Progresso e formazione nei paesi Indoeuropei"*

Corso teorico-pratico "train-the-trainers" di formazione e certificazione per l'eliminazione degli ODS (sostanze lesive dell'ozono) per esperti della refrigerazione provenienti dai Paesi della Regione Indo-Europea.

### ● **Bosnia ed Erzegovina, Sarajevo, CSG-UNEP**

*"La nascita del Freddo bosniaco"*

Corso di formazione e certificazione per l'ottenimento del patentino frigoristi ed inaugurazione dell'Associazione bosniaca dei Tecnici del Freddo.

### ● **Montenegro, Podgorica, CSG "Patentino nei Balcani"**

Corso di aggiornamento per esperti del settore del freddo provenienti da Albania, Serbia, Macedonia, Bosnia e Montenegro per ottenere il patentino.

### ● **Turchia, Istanbul & Izmir, CSG "Corsi e convegni nel Bosforo"**

Grande cooperazione tra Italia e Turchia: le rispettive capitali del freddo Casale Monferrato e Izmir unite dal progetto "Adding value to the future", i cui risultati sono stati presentati durante la conferenza internazionale "Strengthen HVAC" a Smirne. A Istanbul anche

corsi per l'ottenimento del Patentino Europeo Frigoristi PEF.

### ● **Italia "Corsi ed esami in 15 sedi"**

Corsi su refrigerazione, condizionamento, pompe di calore nelle principali città tra cui Torino, Milano, Roma, Bologna, Agliana, Padova, Treviso, Napoli, Bari, Cagliari e Palermo, infine la sede principale a Casale Monferrato.



Negli ultimi dieci anni sono stati organizzati e portati a termine con successo più di 1500 corsi in aula e a distanza (tramite e-learning) da CSG-EEC per un totale di più di 10.000 tecnici italiani e 500 stranieri certificati e riconosciuti in tutto il mondo.

## ASIA CONTINENTALE

### ● **Cina, delegazione cinese, CSG-UNEP**

*"Refrigeranti alternativi e naturali per il freddo dell'oriente"*

Corso teorico-pratico "train-the-trainers" sull'utilizzo competente e sicuro di refrigeranti alternativi ed infiammabili per 18 Professori di Università ed Istituti tecnici della Cina, comprensivo di *site visit* ad impianti di produzione.



### ● **India, Maldive, Sri Lanka, Thailandia e Giordania, CSG-UNEP**

*"Convegni e Workshops sul freddo e sulle rinnovabili"*

Convegni e seminari su efficienza energetica e nuovi refrigeranti in collaborazione con UNEP ed Associazioni locali.



# Per la prima volta un italiano Presidente di tutte le 26 Associazioni europee della refrigerazione e del condizionamento

OLIVIER JANIN



Segretario Generale AREA

Marco Buoni è stato eletto dai dirigenti delle Associazioni del freddo e del condizionamento di 22 Nazioni d'Europa alla carica di Presidente AREA (Air conditioning and Refrigeration European Association), che raggruppa le 26 Associazioni dell'Unione.

Solitamente monopolio delle nazioni nordiche, il principale ruolo dei Tecnici del Freddo comunitari vede premiato il sud Europa.

Segretario Generale dell'italiana ATF (Associazione dei Tecnici del Freddo), è Direttore Tecnico del Centro Studi Galileo, leader della formazione per Tecnici del Freddo che da 45 anni organizza corsi e convegni sulla refrigerazione e sul condizionamento e da circa 15 anni collabora strettamente con le Nazioni Unite, in tutto il mondo. Inoltre, con la sede inglese dell'European Energy Centre (EEC), di cui è titolare il fratello Paolo Buoni, organizza corsi sulle energie alternative e rinnovabili nelle Università più prestigiose dei vari continenti, recentemente anche a Manhattan e Washington, nei pressi della Casa Bianca.

Marco Buoni è stato eletto all'unanimità Presidente di AREA durante l'Assemblea Generale, tenutasi a Vienna in occasione dell'annuale spring meeting. Grzegorz Michalski (KFCh, Polonia) e l'ex Presidente Gerhard Neuhauser (ÖKKV, Austria) si sono uniti al Consiglio.

26 associazioni nazionali e quasi 40 delegati si sono riuniti nella capitale austriaca, rendendo l'incontro la più grande Assemblea Generale finora organizzata da AREA, per l'occasione

ospitata dall'Associazione austriaca ÖKKV.

Buoni, membro attivo di AREA per 14 anni, dopo i sentiti ringraziamenti rivolti a Per Jonasson per gli eccellenti obiettivi raggiunti durante i suoi 4 anni di presidenza, ha annunciato il motto della sua direzione:

***“Un'autorevole Associazione Europea che punta alla collaborazione mondiale per raggiungere obiettivi globali”***

Nel suo discorso introduttivo, ha sottolineato l'importanza della rete AREA. *“Abbiamo assistito alla crescente rilevanza della nostra Associazione, così come delle singole Associazioni na-*

*zionali. Insieme siamo più forti.”* Ha poi proseguito elencando le sfide che sta affrontando l'industria: la sicurezza legata all'utilizzo di refrigeranti alternativi, gli standard, l'affidabilità, il recupero ed il riciclo di gas, l'efficienza energetica e la competenza tecnica che si può raggiungere tramite una formazione professionale che copra tutti i refrigeranti, in particolare includendo anche gli infiammabili. Ha altresì specificato che intende proseguire il lavoro di AREA a livello internazionale: *“Aspiriamo ad un'accettazione globale dei risultati che abbiamo raggiunto e del nostro eccellente operato in Europa.”*



AREA Board 2018-2020 (da sinistra a destra): Grzegorz Michalski, Per Jonasson, Marco Buoni (PRESIDENTE), Gerhard Neuhauser e Graeme Fox (N.B.: manca: Stig Rath).

## LE PROSSIME SFIDE DEL SETTORE E LE ATTIVITÀ INTERNAZIONALI CHE HANNO PORTATO ALLA PRESIDENZA DELL'AREA

I prossimi fluidi refrigeranti saranno tutti infiammabili, chi più (classe A3) e chi meno (classe A2L) per cui diverse problematiche dovranno essere affrontate dal nostro settore e dall'Area, l'associazione che riunisce tutte le associazioni europee dei tecnici della refrigerazione, alla cui presidenza siede ora l'Associazione dei Tecnici del Freddo ATF.

- Nuovi standard, di carattere generale EN378 e di prodotto EN60335-2-89; EN60335-2-40; EN60335-2-24.

- La EN378 uscita ancora nel 2016 spiega in generale come gestire i refrigeranti infiammabili e i limiti di carica negli ambienti, considerando le diverse collocazioni degli edifici e disposizioni degli impianti. AREA ha creato un'app per una sua semplificazione a livello di installazione di impianti, tradotta già in 14 lingue grazie alle 26 associazioni membri di AREA

- La EN60335 avrà l'arduo compito di dettare i limiti massimi di carica per tipologia di prodotto e di applicazione. Si prevede la loro emanazione nel 2018 e 2019.

- Nuove competenze per l'uso dei refrigeranti infiammabili che richiedono quindi una maggiore accortezza, professionalità, specializzazione e una checklist di procedure per compiere le operazioni corrette senza margine di errore. La EN13313 (presto riconosciuta a livello internazionale come ISO 22712), che è in fase di definizione e verrà emanata nei prossimi mesi, sarà un ottimo strumento per prepara-



*Nell'ultima assemblea generale a Vienna si sono discussi i problemi futuri del settore: eliminazione e aumento prezzi refrigeranti, sicurezza, formazione etc.*

rarci sui diversi refrigeranti, includendo infatti nell'appendice esempi delle competenze richieste per i refrigeranti che più differiscono dai tradizionali:

- Ammoniaca (problemi di tossicità, infiammabilità e di utilizzo di materiali particolari)
- Idrocarburi (problemi di infiammabilità)
- Anidride carbonica (problemi di alte pressioni e diversi componenti).

- Particolare attenzione alle competenze viene infatti data da tutte le istituzioni internazionali a partire dalle Nazioni Unite reparto ambientale (United Nations Environment) e dall'Associazione Americana AHRI che hanno redatto una certificazione internazionale dell'industria denominata Refrigerant Driving License RDL, scritta come contenuti dal Centro Studi Galileo e coordinata da un comitato tecnico di cui fa parte AREA.

- Il Phase down mondiale dei refrigeranti ad alto impatto ambientale sarà un argomento che influirà sul nostro lavoro per il prossimo decennio e oltre. L'Europa per prima si è mossa ed infatti si sono creati per primi nel nostro continente scenari di aumento dei prezzi, scarsità di approvvigionamento e cambio dei refrigeranti, puntando sempre più al recupero e riciclo degli stessi in quanto hanno assunto un valore economico importante.
- L'Efficienza energetica, anche se elencata per ultima, è in realtà il primo dei nostri obiettivi; non può esserci un cambiamento se non puntando ad un miglioramento dei consumi energetici e del rispetto dell'ambiente, cercando di aumentare l'uso di fonti energetiche rinnovabili, tra cui le pompe di calore. Tutto questo per ottenere pure una maggiore soddisfazione del cliente.



*Un momento dello speech presidenziale decreta il motto "United We Are Stronger".*



# CASTEL MAKES IT HAPPEN.

Scansiona il QR code, il link diretto con la **tecnologia** secondo Castel.



Evoluzione tecnologica? Integrazione della componente elettronica nei prodotti, per ottenere soluzioni flessibili ad ogni cambiamento. Con iCastel il futuro è già qui.



# Go Beyond Cool



## Soluzioni Danfoss per Celle Frigorifere. Semplici, sicure ed affidabili.

I componenti Danfoss sono il frutto di una pluriennale esperienza nell'applicazione delle celle frigorifere. Sono facilmente reperibili, ti consentiranno di essere conformi alle normative attuali e future e di risparmiare inoltre sui costi di installazione e manutenzione.

Fai la scelta giusta:

- protezione ottimale dei prodotti deperibili
- funzionamento efficiente
- lunga durata

Più di

# 60

famiglie di prodotto  
approvate per  
refrigeranti a basso  
GWP

Scopri di più sulle soluzioni Danfoss per celle frigorifere:  
[www.coldroom.danfoss.com](http://www.coldroom.danfoss.com)

ENGINEERING  
TOMORROW

# LA LEGGENDA CONTINUA

## UN SECOLO DI INNOVAZIONE



Una **Storia d'Eccellenza** che dura 100 anni  
Una Passione Familiare per **l'Innovazione e la Creatività**  
Il Desiderio di **Qualità e Standard Elevati**  
La Missione di **Crescere sul mercato**  
ed **Essere un Riferimento** per il settore

I **Compressori Transcrittici DORIN** sono il risultato di una ricerca tecnologica iniziata nel 1991.

Dopo quasi **30 anni di esperienza**, con più di **35000 compressori funzionanti** sul mercato, la **SERIE CD** rappresenta una **pietra miliare** per il mercato della refrigerazione



La **SERIE CD 500** soddisfa le necessità di **risparmio energetico ed efficienza** dei Vostri impianti.

I compressori possono raggiungere **Spostamenti Volumetrici fino a 98.58 in bassa temperatura m<sup>3</sup>/H** e **Potenze Nominali del motore fino a 80Hp**



# Sommario

## Direttore Responsabile

Enrico Buoni

## Responsabile di Redazione

M.C. Guaschino

## Comitato Scientifico

Marco Buoni, Marcello Collantin,  
PierFrancesco Fantoni, Enrico Girola,  
Marco Carlo Masoero, Alfredo Sacchi

## Redazione e Amministrazione

Centro Studi Galileo srl  
via Alessandria, 26  
15033 Casale Monferrato AL  
tel. 0142/452403  
fax 0142/909841

## Pubblicità

tel. 0142/453684

E-mail: [info@industriaeformazione.it](mailto:info@industriaeformazione.it)

[www.industriaeformazione.it](http://www.industriaeformazione.it)

[www.centrogalileo.it](http://www.centrogalileo.it)

continuamente aggiornati

[www.EUenergycentre.org](http://www.EUenergycentre.org)

per l'attività in U.K. e India

[www.associazioneATF.org](http://www.associazioneATF.org)

per l'attività dell'Associazione dei  
Tecnici del Freddo (ATF)

Corrispondente in Francia:

CVC

## La rivista viene inviata a:

### 1) Installatori, manutentori, riparatori, produttori e progettisti di:

A) impianti frigoriferi industriali, commerciali e domestici;

B) impianti di condizionamento e pompe di calore.

### 2) Utilizzatori, produttori e rivenditori di componenti per la refrigerazione.

### 3) Produttori e concessionari di gelati e surgelati.



N. 419 - Periodico mensile - Autorizzazione del Tribunale di Casale M. n. 123 del 13.6.1977 - Spedizione in a. p. - 70% - Filiale di Alessandria - Abbonamento annuo (10 numeri) € 36,00 da versare sul ccp 10763159 intestato a Industria & Formazione. Estero € 91,00 - una copia € 3,60 - arretrati € 5,00.

## Corsi, convegni e seminari CSG-EEC raggiungono più di 140 Paesi nel mondo 2

Editoriale

## Per la prima volta un italiano Presidente di tutte le 26 Associazioni europee della refrigerazione e del condizionamento 4

O. Janin – Segretario Generale AREA

## Tecnici specializzati negli ultimi corsi e patentini del Centro Studi Galileo 11

## Esperienza con sistemi di refrigerazione con R744 ed implementazione di multi eiettori ed evaporatori allagati 19

D. Agostini – Frigo-Consulting Ltd – Vicenza

Estratto – Introduzione – Luogo dell'installazione – Sistemi di refrigerazione – Esperienza operativa – Conclusioni

## Miglioramento dell'efficienza energetica con un sistema a cascata con gas refrigerante CO<sub>2</sub> 25

Y. Yamaguchi – Sanden-Vendo

Estratto – Introduzione – Ottimizzazione del sistema a cascata – Conclusioni

## Principi di base del condizionamento dell'aria 30

### Smaltimento dell'acqua di condensa del climatizzatore:

### come trasformare un problema in un'opportunità

P.F. Fantoni – 193<sup>a</sup> lezione

Introduzione – Il problema della condensazione nelle giornate torride – C'è condensazione e condensazione – Recupero dell'acqua di condensa – Bagnatura della batteria esterna

## Manuale fluidi refrigeranti per specialisti 32

### Informazioni utili dalla Confederazione Elvetica

Svizzera Energia – [www.freddoefficiente.ch](http://www.freddoefficiente.ch)

Misure costruttive – Basi per vani per macchinari – Ubicazione e quantità di riempimento massima – Sostituzione di fluidi non più consentiti – Retrofit con un fluido sostitutivo

## Linee guida ASERCOM per la progettazione di rack multi-compressore utilizzando variatori di frequenza 38

W. Zaremski – ASERCOM

Ambito e scopo – Selezione dei compressori – Caratteristiche di progetto – Funzioni di controllo – Stabilità delle condizioni di lavoro e risparmio energetico – Prolungamento della vita utile – Affidabilità – Conformità agli standard di sicurezza

## Sostituzione dell'R404A con R407H: alcune verifiche cautelative sulla compatibilità 46

P.F. Fantoni – 213<sup>a</sup> lezione di base

Introduzione – L'olio – Il filtro disidratatore – Compatibilità con materie plastiche

## Glossario dei termini della refrigerazione e del condizionamento 50

(Parte centosettantaseiesima) – A cura di P.F. Fantoni

Acida, condizione – CFM – Dispositivo di sicurezza – Hertz – Motore a 2 poli – SLHX - Therm



Aggiungi agli amici  
"Centro Studi Galileo"  
su Facebook



Diventa follower di  
"Centro Studi Galileo"  
su Twitter



Cerca i video di  
"Centro Studi Galileo"  
su YouTube

# SISTEMI DI RECUPERO E RICICLO

## RECYCLING AND RECOVERY SYSTEMS

F-GAS REGULATION - PHASE DOWN

Dal 2018 in poi, il regolamento (EU 517/2014) sui gas fluorurati prevede massicci tagli alle quantità disponibili di HFC nell'UE.

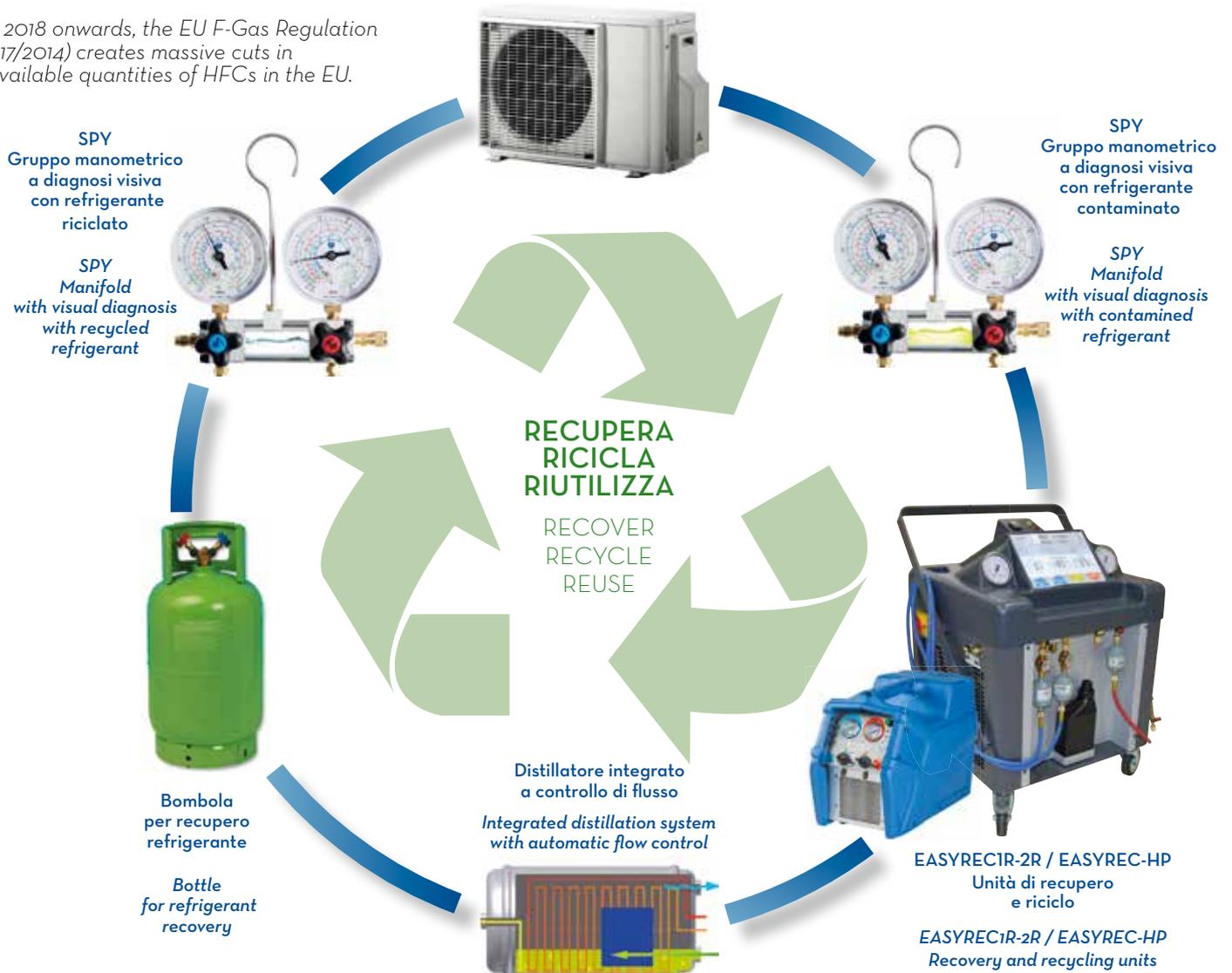
From 2018 onwards, the EU F-Gas Regulation (EU 517/2014) creates massive cuts in the available quantities of HFCs in the EU.



SAVE  
THE PLANET



SAVE  
MONEY



Più alto è il GWP del refrigerante, più sarà soggetto alla Phase-down (riduzione graduale) dell'HFC, con conseguenti **aumenti dei prezzi e potenziale carenza**. HFO puri, CO<sub>2</sub>, idrocarburi, ammoniaca, HFC riciclati o rigenerati non rientrano nella Phase-down (riduzione graduale). **L'HFC riciclato e rigenerato - anche con GWP > 2500 - può ancora essere utilizzato per il servizio fino al 2030.**

The higher the GWP of the refrigerant, the more it will come under pressure by the HFC phase-down, leading to likely **price increases and potential shortages**. Pure HFOs, CO<sub>2</sub>, hydrocarbons, ammonia, reclaimed or recycled HFCs etc. do not fall under the phase-down. **Recycled and reclaimed HFCs - even with a GWP > 2500 - can still be used for service until 2030.**

Tecnici di 3 generazioni in 40 anni di corsi con una media di oltre 3000 allievi all'anno si sono specializzati al CSG



Roberto Ferraris, docente CSG, ha appena terminato un corso di Tecniche Frigorifere nella sede di Roma. Tutti i corsi CSG sono anche disponibili online, visibili su tablet, cellulare, computer o televisore al sito [www.galileo-online.it](http://www.galileo-online.it)

## Tecnici specializzati negli ultimi corsi e patentini del Centro Studi Galileo



GLI ATTESTATI DEI CORSI, I PIÙ RICHIESTI DALLE AZIENDE, SONO ALTRESÌ UTILI PER LA FORMAZIONE DEI DIPENDENTI PREVISTA DAL DLGS 81/2008 (EX LEGGE 626) E DALLA CERTIFICAZIONE DI QUALITÀ

L'elenco in continuo aggiornamento di tutti i nominativi, divisi per provincia, dei tecnici specializzati negli ultimi anni nei corsi del Centro Studi Galileo si può trovare su [www.centrogalileo.it](http://www.centrogalileo.it) (alla voce "Corsi > organizzazione")

DAL NUMERO PRECEDENTE CONTINUA L'ELENCO DEI TECNICI SPECIALIZZATI NEGLI ULTIMI CORSI NELLE VARIE REGIONI ITALIANE

Video su [www.youtube.com](http://www.youtube.com) ricerca "Centro Studi Galileo"

Foto su [www.centrogalileo.it](http://www.centrogalileo.it) e [www.facebook.com/centrogalileo](http://www.facebook.com/centrogalileo)

### TECNICI CHE HANNO OTTENUTO IL PATENTINO ITALIANO FRIGORISTI - PIF A MILANO

**Agatino Marco**  
Giarre

**Pasquali Alessio**  
ANALYTICAL SERVICE srl  
Cassina De' Pecchi

**Amatrudo Emilio**  
AREA scarl  
Como

**Bisicchia Giuseppe**  
AREA scarl  
Como

**Burla Diego**  
AREA scarl  
Como

**Leone Elia**  
AREA scarl  
Como

**Gianni Roberto**  
BIEMMEB DI BELLONI  
Treviglio

**Fucci Marco**  
FM IDRAULICA DI FUCCI  
Settimo M.se

**Perlo Danilo Luca**  
OLICAR GESTIONE srl  
Bra

**Quiriconi Mauro**  
OLICAR GESTIONE srl  
Bra

**Luca Gabriele**  
RONCHINI RV GRANDI  
IMPIANTI  
Faloppio

**Alvarez Ursi Luis Ernesto**  
SISTEM SERVICE srl  
Bergamo

**Lo Medico Matteo**  
SITAV spa  
Rottofreno

**Merluzzo Francesco**  
SITAV spa  
Rottofreno

### TECNICI CHE HANNO OTTENUTO IL PATENTINO ITALIANO FRIGORISTI - PIF AD AGLIANA

**Caramia Giuseppe**  
CARMA IMPIANTI  
Capraia e Limite

**Bertolacci Cristian**  
CENTRO ARIA COMPRESSA  
Porcari

**Ucar Mirko**  
CPL CONCORDIA scarl  
Concordia S/S

**Cristina David**  
CPL CONCORDIA scarl  
Concordia S/S

**Mazziotta Davide**  
ELETECNO ST spa  
Robbiate

**Soldi Simone**  
ELETECNO ST spa  
Robbiate



Il Docente Madi Sakande ha consegnato, nella sede dei Corsi di Bologna, gli Attestati del corso di preparazione del Patentino Italiano Frigoristi PIF ad un gruppo di Tecnici del Freddo. In Italia sono 61.000 i tecnici con la certificazione PIF, di questi 10.000 sono stati esaminati dal CSG nelle 15 sedi in tutte le regioni italiane.



Anche a Milano la sede del Centro Studi Galileo è molto attiva con gli esami per il Patentino Frigoristi, requisito fondamentale per acquistare gas e affrontare la professione. Il CSG propone webinar, corsi online gratuiti, informativi periodici per prepararsi agli importanti argomenti tecnici oggetto d'esame.

**Martini Mirko**  
MARTINI srl  
San Donà di Piave

**Violo Alessandro**  
MARTINI srl  
San Donà di Piave

**Michieli Antonio**  
MARTINI srl  
San Donà di Piave

**Morandini Daniele**  
MORANDINI FAUSTO  
Borno

**Bilato Massimo**  
P&B SERVICE srl  
Saletto

**Piovan Rino**  
P&B SERVICE srl  
Saletto

**Funes Daniele**  
SADES IMPIANTI srl  
Belluno

**Monicolini Marco**  
GRANDI SALUMIFICI  
ITALIANI spa  
Modena

**Pasquale Maurizio**  
GRANDI SALUMIFICI  
ITALIANI spa  
Modena

**Secomandi Carlo Giuseppe**  
IL KOALA soc. coop.  
Buggiano

**Pallucca Fabrizio**  
JOLLY 93  
Grosseto

**Lizzerini Fabio**  
LAZZERINI MAURO  
Prato

**Allegri Claudio**  
PRINZ srl  
San Donnino

**Ardeti Gabriele**  
PRINZ srl  
San Donnino

**Trapassi David**  
Siena

**Dolce Davide**  
DD TERMOIDRAULICA  
San Donà di Piave

**Marchesin Arnaldo**  
ELECTRA SYSTEM DI DAMO sas  
Oderzo



In Tunisia il Centro Studi Galileo è stato incaricato dalle Nazioni Unite di tenere dei corsi formativi per docenti di Tecniche Frigorifere per iniziare anche in questo paese la formazione e certificazione utilizzando l'esperienza europea ed in particolare quella internazionale del CSG.

**TECNICI CHE HANNO  
OTTENUTO IL  
PATENTINO ITALIANO  
FRIGORISTI - PIF  
A MOTTA DI LIVENZA**

**Algarotti Andrea**  
Fornace

**Casarin Davide**  
Spinea

**Casarotto Alessio**  
Villadose

**Dall'O' Francesco**  
SADES IMPIANTI srl  
Belluno

**Burato Simone**  
SAMMONTANA  
Colognola ai Colli

**Corkovic Dario**  
SAMMONTANA  
Colognola ai Colli

**Boscaro Massimiliano**  
TECNO SERVICE  
CAMERE scpa  
Torino

**Martignago Claudio**  
TLA TECNOLOGIE LIQUIDI  
ALIMENTARI srl  
Cornuda

**Castellani Dario**  
TOPSERVICECOOP  
Valeggio S/M

**Tronchin Francis**  
Venezia

**Zamparutti Bruno**  
Talmassons

**Pesci Marco**  
CLIMA SERVICE DI PESCI sas  
Milano

**Badodi Giancarlo**  
COMMATRE' srl  
Reggio Emilia

**Caruana Enzo**  
CONDIZIONATORI BOLOGNA  
Bologna

**Medici Michele**  
CZ DI CALISTRI ERIO & C. snc  
Granaglione

**Bifulco Angelo**  
FRIGO SERVICE RPF srl  
Spilamberto

**Grassi Roberto**  
HG SUPPORT  
Aix En Provence

**Gafriller Erwin**  
HOFER GROUP srl  
S. Cristina

**Orlandini Corrado**  
PRINZ srl  
San Donnino

**Salaris Luca**  
PRINZ srl  
San Donnino

**Spano Nicolò**  
Genova

**Flamur Duqi**  
TECNOGRUPPO snc  
DI PAESANI  
S. Giovanni in Marignano

**Parmeggiani Paolo**  
TISECO srl  
Mirandola



Nelle Sede Centrale Centro Studi Galileo di Casale Monferrato i docenti Ferraris e Boscain osservano gli allievi effettuare le prove pratiche per l'ottenimento del Patentino Italiano Frigoristi. La prova consiste nel controllo delle pressioni, temperature e con metodo indiretto nel verificare il corretto funzionamento della macchina. Il metodo indiretto è utile nella compilazione del registro delle apparecchiature durante le visite periodiche obbligatorie.

### CORSI A CASALE MONFERRATO

**AET snc**  
DI TALAMAZZINI E AELLO  
Talamazzini Eugenio  
Milano

**AIT SCHWEIZ AG**  
Cordella Stefano  
Volpe Christian  
St Antonino

**ALTERNATIVA IMPIANTI  
DI BONGIANNI**  
Bongianni Giulio  
San Giuliano Terme

## TECNICI CHE HANNO OTTENUTO IL PATENTINO ITALIANO FRIGORISTI - PIF A CALDERARA DI RENO

**D'Amaro Enrico**  
ARTIC ENERGY  
Anzola Emilia



Il Docente Stefano Sarti posa con gli allievi che hanno appena ricevuto l'attestato di frequenza al Corso per Impianti alimentati da ammoniaci. I nuovi refrigeranti sono rispettosi del pianeta ma presentano caratteristiche di infiammabilità da non sottovalutare che richiedono formazione e attenzione specifica. Il CSG ha già formato 500 tecnici sugli idrocarburi, 500 sull'ammoniaca e 200 sull'anidride carbonica come gas refrigerante. Marco Buoni, eletto all'unanimità a maggior Presidente di AREA, è stato pioniere a livello europeo della formazione e certificazione per Tecnici del Freddo e anche per questo motivo è il primo italiano a presiedere tutte le Associazioni di Tecnici del Freddo dell'Unione Europea.

**ANDRAWES EBRAHIM**  
Sesto San Giovanni

**AQUA IGNIS**  
Zanatta Sergio  
Vidracco

**ARCH SERVICE GROUP srls**  
Porcello Salvatore  
Sodero Lorenzo  
Cameri

**ARIETE srl**  
Spinetta Giorgio Ettore  
Tortona

**ATLAS COPCO ITALIA spa**  
Fistolera Andrea  
Cinisello B.mo

**B&C srl**  
Caprotti Anna  
Desio

**BLUE DIESEL srl**  
Losciale Vincenzo  
Bisceglie

**BUHLER spa**  
Mairo Daniele  
San Felice Segrate

**BURLODGE srl**  
Aguzzi Luigi  
Gamba Matteo  
Seriata

**CALCATERRA LUCA**  
Bellano

**CARI DI VENEGONI**  
Venegoni Alessandro  
Magenta



Prove pratiche per l'ottenimento del Patentino Italiano Frigoristi nella sede centrale di Casale Monferrato. Eseguire una perfetta brasatura è prova fondamentale per ottenere la certificazione e per garantire una tenuta dell'impianto senza alcuna perdita di refrigerante come richiesto dalla normativa EN378.

**CASTEL srl**  
Crippa Francesco  
Pessano con Bornago

**CENTRO ARIA COMPRESSA**  
Parenti Adolfo  
Porcari

**CHIARAMIDA ENZO**  
Casalborgone

**CITE IMPIANTI  
DI CIAMPI E TESTONI snc**  
Aimo Gian Luca  
Trino

**CLIMA COMFORT  
DI CORRIERI**  
Cei Manuel Simone  
Corrieri Flavio  
Asti

**CLIMA SERVICE sas  
DI PESCI**  
Pesci Marco  
Milano

**CORLATTI ANDREA**  
Peschiera Borromeo

**CRIVA DI NANO**  
Nano Luigi  
San Lorenzo In Campo

**DI GIUSEPPE MIRKO**  
Alice Bel Colle

**ENDRICI MASSIMO**  
Amblar - Don

**FERLA SERVICE srl**  
Ferla Ettore  
Pissavini Davide  
Credera Rubbiano

**FINAL TECH DI FINALE**  
Finale Andrea  
Isola Asti

**FRIGOMANIA DI SORITO**  
Sorito Alberto  
San Sosti

**GARBATO ESIDORO**  
Pompeiana

**GEOLOG srl**  
Zoccali Salvatore Andrea  
San Giuliano M.se

**GIERRE SERVICE  
DI GRASSO**  
Grasso Nello Andrea  
Pessano con Bornago



Presso il CER (Centro Energie Rinnovabili di Milano) inaugurato dal Direttore Nazioni Unite Rajendra Shende nel 2007, il Centro Studi Galileo tiene un corso sull'installazione dei pannelli solari termici.

**HILA SOKOL**  
Asti

**HYOS srls**  
Scaglianti Fabio  
Milano

**IDROZETA DI ZONI LUCA**  
Zoni Luca  
Lentate S/Seveso

**IL DISGELO srl**  
Peronace Simone  
Settimo T.se

**IVS TEAM srl**  
Lucchini Roberto  
Cherasco

**LO CICERO PIETRO**  
Adrano

**LORUSSO ANDREA**  
Casalborgone

**LOZIO IMPIANTI**  
Lozio Andrea  
Castellar G.

**MERCANZIN STUFE**  
Mercanzin Paolo  
Mediglia

**MG IMPIANTI  
DI MARCO GIANNONE**  
Santinelli Giovanni  
Cesano Maderno



Il candidato Tecnico del Freddo durante l'esame deve sostenere, tra le prove pratiche, un esercizio di rilevamento dati. In questo caso il tecnico sta rilevando il grado di vuoto raggiunto e il tempo di risalita della pressione per valutare la tenuta dell'impianto e eliminare tutte le impurità dell'impianto (incondensabili, umidità etc.).

**MIB GLOBAL SERVICES sas**  
Beneficio Sergio  
Settimo Milanese

**MONDIAL FRAMEC srl**  
Abramo Salvatore  
Mirabello M.to

**MORRA EQUIPMENT sas**  
Digiovanni Michele  
Bra

**PROJECT CLEAN GROUP srl**  
Allegra Naomi  
Trezzano S/N

**QUINTO IMPIANTI srl**  
Barraco Simone  
Esposito Raffaele  
Magnetti Andrea  
Minetti Nicolò  
Palumbo Andrea  
Sesia Marco  
Asti

**RATIONAL PRODUCTION srl**  
Bonfanti Giuliano  
Grassi Pietro  
Papa Stefano  
Albano S. Alessandro

**RISSONE MASSIMO**  
Caluso

**SALERNITANA IMPIANTI srl**  
Coppola Mario  
Salerno Zi

**SIRAGUSA ALBERTO**  
Torino

**SIVIERO ELETTRICA**  
Siviero Emanuele  
San Pietro Mosezzo Fr. Nibbia

**STRAMENGA ANDREA**  
Termoli

**TECHNICAL SERVICE srl**  
Genasetti Luigi  
Biandronno

**THERMO 3 LIVORNO  
DI ARMADORI**  
Armadori Gianluca  
Livorno

**ZAMITI FULVIO  
DI ZAMITI PAOLO**  
Guerra Dario  
Zamiti Paolo  
Genova

**ZILIO ENERGIA**  
Scotti Gabriele  
Castelletto M.to

**ZORZI FRIGOTECNICA srl**  
Casula Daniele  
D'Avola Filippo  
Merano



A Motta di Livenza, durante l'esame del Patentino Frigoristi, un Tecnico esegue una saldobrasatura. Soprattutto in previsione dello storico cambio di refrigeranti, che saranno leggermente infiammabili, eseguire brasature di livello sarà fondamentale per l'incolumità di tecnici e utilizzatori finali per evitare perdite di refrigerante.

## CORSI A ROMA

**CIQUATTRO SERVIZI EDILI srl**  
Costa Fabrizio  
Guazzoli Gianluca  
Fiumicino

**DAGATEL srl**  
Galtelli Daniele  
Bonomo Delfino  
Roma



**GNODI SERVICE srl**

Lucentini Simone  
Somma Lombardo

**IRPINIA COFFEE snc**

Nazzaro Alfonso  
Chiusano San Domenico

**PUNTURO DAVIDE**

Rocca di Papa

**TECHNODAL srl**

Nocera Giordano  
Roma

**TECNO srl**

Cantagallo Pierfrancesco  
Ferentino

**TECNOIMPIANTI srl**

Shelbaya Ahmed Mohamed  
Ahmed  
Roma

**TERMOCUCCI DI CUCCI**

Cucci Mattia  
Roma

**AZ srl**

Zangrando Daniele  
Sesto San Giovanni

**CARBOTERMO spa**

Berti Andrea  
Milano

**CLIMAT srl**

Mizzoni Marco  
Roma

**COOPLAT**

Ciani Lorenzo  
Firenze

**ELETTRO CG**

Calanni Pileri Gaetano  
Mazzano

**EUROTHERMICA srl**

Moccagatta Diego  
Casale M.to

**IDEALSERVICE soc. coop.**

Sclabas Andrea  
Pasian di Prato

**IDROSERVICE DI QUIROZ**

Quiroz Garcia Silvio Mesias  
Milano

**JOHNSON CONTROL spa**

Rinaldi Gabriele  
Lomagna

**PUNTO ARIA srl**

Laterza Vito Giuseppe  
Sedriano

**TENE DANIELE**

San Secondo Pinerolo

**CORSO A MILANO PER  
INSTALLATORI E  
MANUTENTORI DI  
IMPIANTI ENERGETICI  
ALIMENTATI DA FONTI  
RINNOVABILI**

**AD IMPIANTI DI DEMAIO**

Demaio Antonio  
Milano

**DODDE FRANCESCO**

Formia

**ELC IMPIANTI DI LA CERRA**

La Cerra Eugenio  
Apollosa



Un numeroso gruppo di allievi ha appena ottenuto il Patentino Italiano Frigoristi e posa nella conference hall Galileo di Palazzo Anna d'Alencon, sede centrale CSG a Casale Monferrato. Questi tecnici avranno il diritto e il dovere di svolgere le visite periodiche sugli impianti che contengono più di 5 ton CO2 eq di gas (Es. 3,5 kg per R134a – 2,4 kg per R410a). La nuova APP di AREA scaricabile su Android e Apple store permette di fare questi calcoli oltre che ad usare lo standard EN378.

HVAC/R  
Service Products



# TAP

## Kit di manometro e termometro digitali

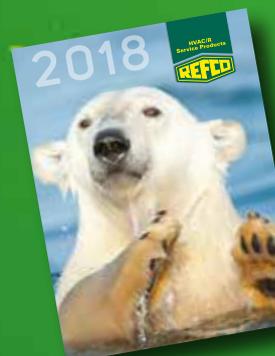
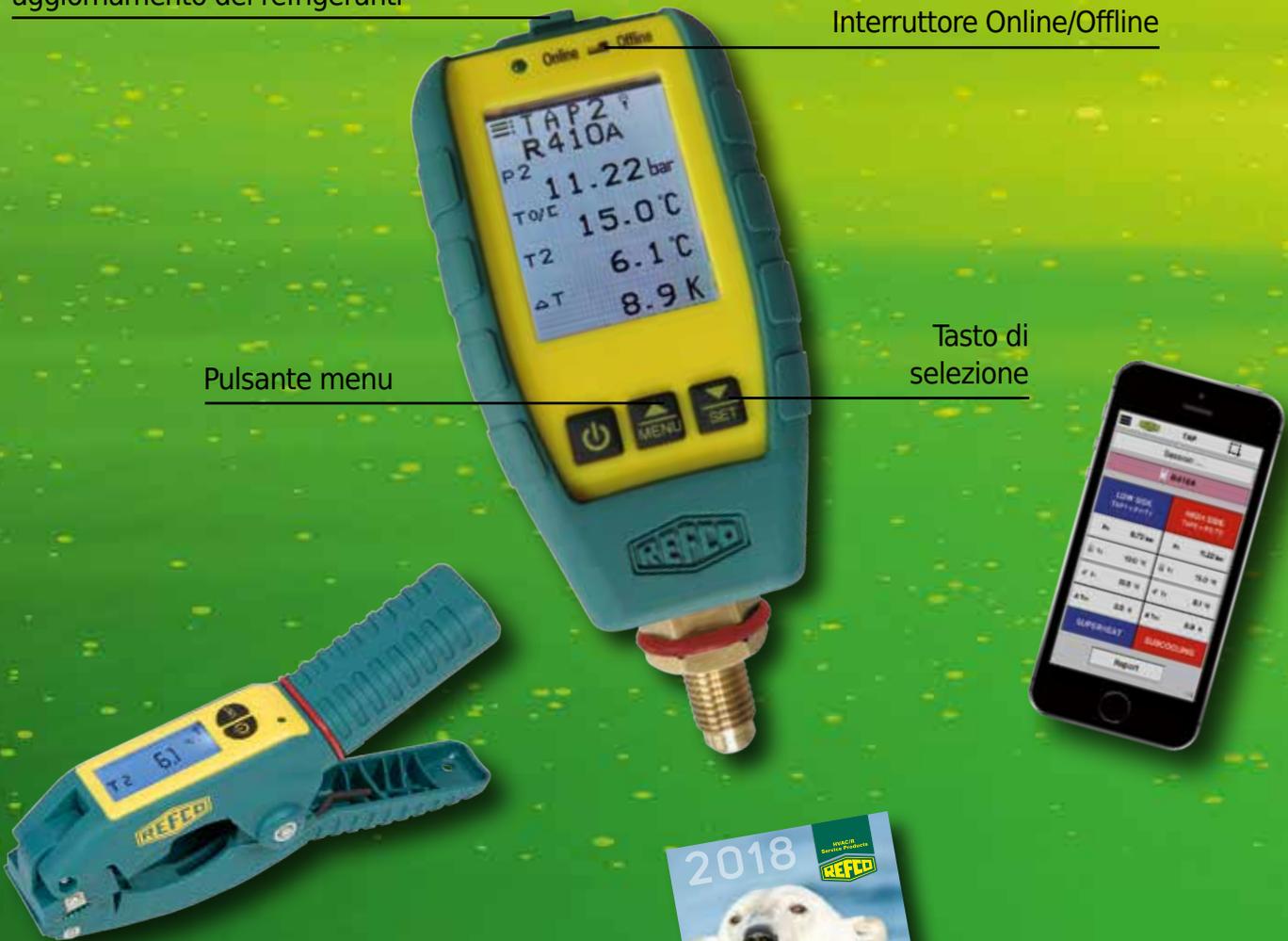
- Perfetto per la prima diagnosi di sistema
- Non è necessario portare un gruppo manometrico completo e pesante
- Consiste di una pinza wireless di tipo K e un manometro con display
- Funziona con o senza un dispositivo mobile

Interfaccia Micro USB per  
aggiornamento dei refrigeranti

Interruttore Online/Offline

Pulsante menu

Tasto di  
selezione



**REFCO Manufacturing Ltd.**  
6285 Hitzkirch - Switzerland  
[www.refco.ch](http://www.refco.ch)

# Unità Copeland EazyCool™ ZX per Applicazioni di Refrigerazione Indoor e Outdoor



## Principali Vantaggi

- Le dimensioni compatte permettono il massimo risparmio di spazio
- Installazione semplice
- I modelli ZX sono qualificati per molteplici refrigeranti e offrono la massima efficienza
- Ridotte emissioni sonore per utilizzo in ambienti urbani
- I modelli ZX Outdoor sono ideali per funzionamento in condizioni climatiche estreme
- Significativo risparmio energetico grazie all'efficienza dei compressori Copeland Scroll™ Digital
- Elevata affidabilità grazie alle funzionalità di diagnostica

Le unità di refrigerazione ZX sono la scelta ideale per vari tipi di applicazioni:



Minimarket



Negozi nelle stazioni di servizio



Celle frigorifere



Fast food, bar e ristoranti



Per ulteriori dettagli, si prega di visitare il sito [www.emersonclimate.eu](http://www.emersonclimate.eu)

Emerson Commercial & Residential Solutions

Emerson Climate Technologies S.r.l., Via Ramazzotti, 26, IT-21047 Saronno (VA), Italia  
Tel: +39 02 96 17 81 - Fax: +39 02 96 17 88 88 - E-mail: [italy.sales@emerson.com](mailto:italy.sales@emerson.com)

**EMERSON**



## Esperienza con sistemi di refrigerazione con R744 ed implementazione di multi eiettori ed evaporatori allagati

DARIO AGOSTINI

Frigo-Consulting Ltd – Vicenza



Articolo tratto dal 17° Convegno Europeo  
Richiedere atti e video

### ESTRATTO

Due impianti di refrigerazione con CO<sub>2</sub>, dotati di compressione parallela ed eiettori, sono stati progettati, installati ed avviati nel 2014 in un supermercato in Svizzera.

Sono stati realizzati sia con alcuni componenti aggiuntivi per commutare il funzionamento sia con alcuni strumenti di misura per poter verificare il funzionamento in differenti modalità operative e secondo diversi metodi di controllo.

Si analizzano qui i dati raccolti durante il primo anno di funzionamento.

Da fine 2014 i due impianti funzionano con gli eiettori operativi. Gli eiettori

#### Nomenclatura

HT	alta temperatura (compressore parallelo)
TN	temperatura normale o media temperatura
BT	bassa temperatura
IHX	scambiatore di calore interno

recuperano parte del lavoro di espansione che altrimenti sarebbe perso. Essi convogliano il liquido e il vapore dal separatore liquido, posto a valle degli evaporatori TN, al ricevitore del liquido in media pressione.

Grazie agli eiettori del liquido e al separatore di liquido TN, le pressioni di aspirazione degli impianti A e B sono state aumentate. Inoltre i due impianti sono dotati ciascuno di un separatore di liquido BT e di due scambiatori interni di calore per poter innalzare le rispettive pressioni di aspirazione nelle parti BT.

Passando dal funzionamento in modalità booster a quello con eiettori, il consumo di energia degli impianti si è ridotto dal 15 al 20%.

A seconda del tipo di applicazione, della regione climatica e della richiesta di recupero di calore, grazie all'ausilio degli eiettori l'aumento di efficienza energetica annuale di un sistema di refrigerazione CO<sub>2</sub>, rispetto ad un sistema ordinario con compressione parallela, è compreso tra il 15 e il 25%.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> booster transcritico, compressione parallela, eietto, field test, recupero di calore

### 1. INTRODUZIONE

Le installazioni CO<sub>2</sub>-Booster transcritiche stanno diventando il tipo di impianto di refrigerazione preferito da sempre più gruppi europei del retail. A seconda della località, che gli impianti siano concepiti per un effi-

ciente recupero di calore con basse temperature ambiente o per operare con alte temperature ambiente, grazie alle alte pressioni di funzionamento, essi sono caratterizzati da elevate perdite di carico per l'espansione nella valvola di alta pressione.

Nel corso degli anni sono state testate diverse soluzioni in tali impianti per ridurre queste perdite. Dalla prima installazione con compressione parallela (Giroto, Minetto 2008) realizzata nel 2009, la compressione parallela si è molto diffusa e alcuni retailers la richiedono oggi come standard. Sono state implementate e testate anche altre varianti come il sottoraffreddamento all'uscita dal gas cooler o l'impiego di unità di compressione-espansione.

Un'altra possibilità per ridurre tali perdite di carico è l'impiego degli eiettori. Nel 2013 è stato avviato un impianto di refrigerazione CO<sub>2</sub> transcritico con 3 eiettori (Schoenenberger, 2013). Esso impiega un metodo semplice e sicuro per ridurre drasticamente il consumo di energia di un impianto di refrigerazione CO<sub>2</sub> transcritico.

Dopo un anno di esperienza, sono stati realizzati altri due impianti più evoluti con cinque eiettori ciascuno ed evaporatori allagati sia in TN che in BT.

Questi impianti sono completamente identici ed operano nello stesso luogo.

Ciò permette un confronto diretto tra differenti modalità di funzionamento, il loro comportamento e il loro consumo energetico.

## 2. LUOGO DELL'INSTALLAZIONE

Il luogo dell'installazione si trova nella Svizzera centrale, a 450 metri di altitudine sul livello del mare, con una temperatura media annuale di +9.6°C. Il supermercato ha un'area vendita di circa 5250 metri quadrati con una lunghezza totale di banchi pari a 130 metri per quelli TN e di 38 metri per quelli BT. I banchi TN non hanno chiusure. Inoltre ci sono cinque celle frigorifere TN per un volume totale di 493 metri cubici e quattro celle di congelazione BT con un volume totale di 128 metri cubici.

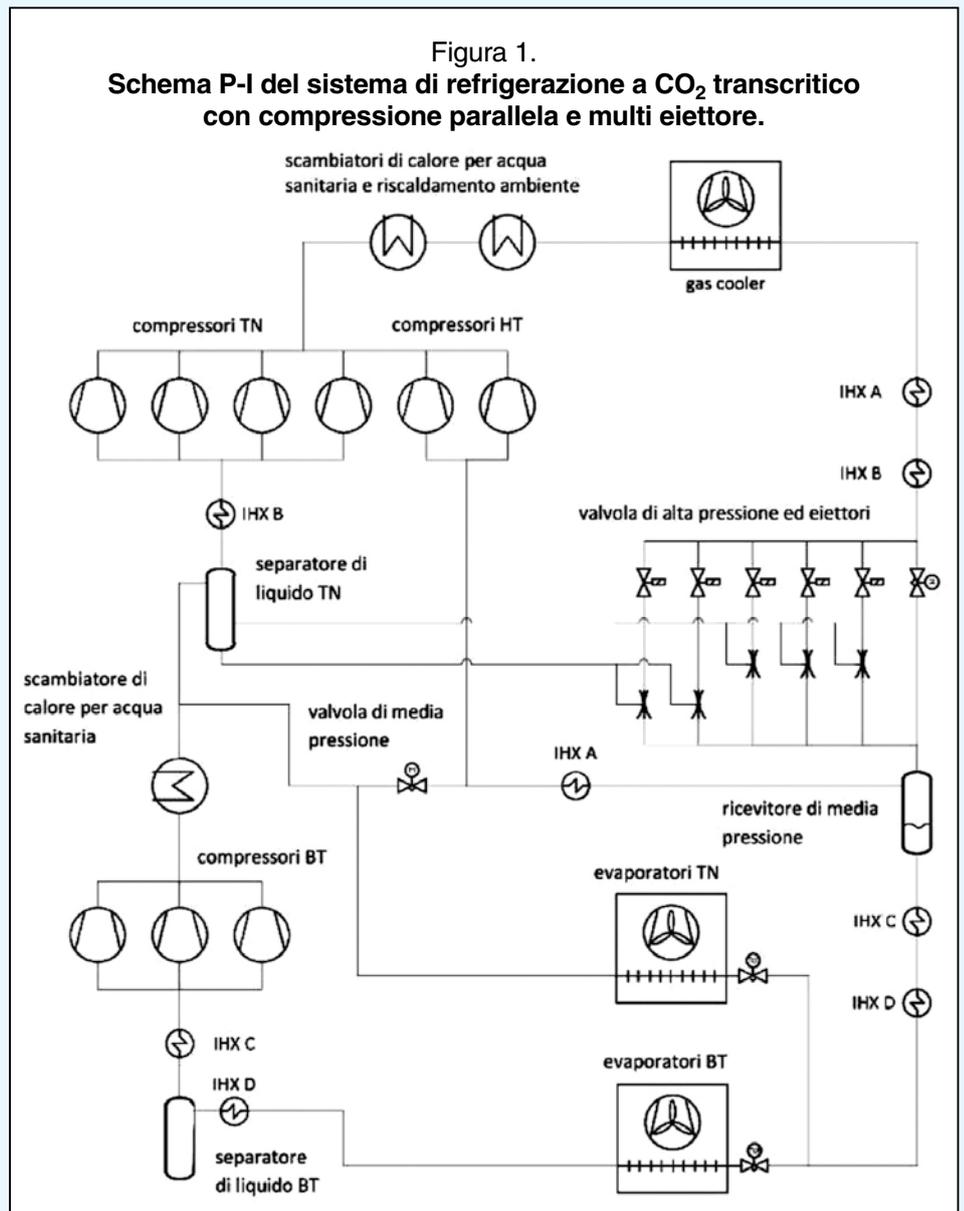
La richiesta frigorifera totale è suddivisa tra due identiche centrali frigorifere. In più, ci sono degli scambiatori per il recupero di calore per riscaldare l'acqua sanitaria e riscaldare l'ambiente. In primis il calore è usato per il supermercato, un suo eccesso viene inviato ad altre utenze nella shopping mall.

## 3. SISTEMI DI REFRIGERAZIONE

I due sistemi di refrigerazione per l'area vendita consistono ciascuno di quattro compressori TN e di due compressori HT. La CO<sub>2</sub> in mandata dei compressori TN ed HT attraversa gli scambiatori per il recupero di calore sia per l'acqua sanitaria che per il riscaldamento ambiente prima di rilasciare calore all'esterno tramite il gas cooler. A valle del gas cooler, la CO<sub>2</sub> espande dall'alta alla media pressione nell'eiettore o nella valvola di alta pressione.

La fase del vapore nel ricevitore di media pressione è surriscaldata da un IHX prima di essere compressa dai compressori HT. Se questi compressori non dovessero avere una cilindrata sufficiente per elaborare tutto il vapore, una parte di esso espande nella linea di aspirazione dei compressori TN. La fase del liquido nel ricevitore di media pressione è sottoraffreddata attraverso due IHX nella linea di aspirazione dei compressori BT prima di alimentare gli evaporatori TN e BT. La CO<sub>2</sub> proveniente dagli evaporatori BT è surriscaldata nell'IHX prima di essere compressa dai tre compressori BT.

La linea di aspirazione dei due eiettori del liquido è collegata alla parte con



la CO<sub>2</sub> in fase liquida nel separatore del liquido TN. Ciò permette di convogliare il liquido dal separatore di liquido TN al ricevitore in media pressione, aspirato grazie all'espansione della CO<sub>2</sub> nella parte in alta pressione fino alla media pressione. La linea di aspirazione dei tre eiettori del vapore è collegata alla fase vapore presente nel separatore del liquido dei compressori TN. Gli eiettori del vapore precompressano il vapore dalla pressione di aspirazione dei compressori TN sino a quella dei compressori HT, sempre grazie all'espansione della CO<sub>2</sub> dalla parte in alta pressione a quella di media pressione. In tal modo, la portata del vapore è compressa dai compressori HT anziché da quelli TN. I compressori HT funzionano in condizioni operative migliori rispetto ai com-

pressori TN e necessitano di minor energia per comprimere la stessa quantità CO<sub>2</sub>.

Il liquido nella linea di aspirazione BT evapora tramite l'IHX D grazie al sottoraffreddamento del liquido in media pressione. Se la quantità di liquido proveniente dagli evaporatori BT fosse maggiore di quanto l'IHX D permetta di far evaporare, il liquido ristagna nel suo separatore BT. Lo IHX C, in ogni caso, surriscalda la CO<sub>2</sub> prima che raggiunga i compressori BT.

La possibilità di rimuovere il liquido dalle linee di aspirazione TN e BT, prima che raggiunga i rispettivi compressori, permette di ridurre il set point di surriscaldamento negli evaporatori TN e BT o anche di far operare gli impianti con allagamento degli evaporatori. Questo garantisce un maggior

valore del coefficiente di scambio termico negli evaporatori, ed in conclusione, la temperatura di evaporazione può essere aumentata.

### 3.1 Condizioni di progetto

Gli impianti di refrigerazione sono stati progettati considerando di poter funzionare sia nella tradizionale modalità operativa booster con valori di surriscaldamento standard sia in modalità operativa con eiettore e con surriscaldamento ridotto o nullo. In caso di inattesi problemi, è possibile commutare il funzionamento nell'una o nell'altra modalità operativa.

Inoltre, ciò da la possibilità di comparare le due modalità operative o differenti set points operativi. Infatti sono stati installati dei componenti aggiuntivi per commutare il funzionamento e degli strumenti di misura per poter indagare sui diversi modi operativi. Grazie all'esperienza acquisita, i prossimi impianti potranno essere semplificati. Ciascuno degli impianti fornisce una capacità di refrigerazione di 95 kW in TN e di 29 kW in BT. Sono stati considerati i seguenti parametri di progetto:

renti modalità di controllo dell'alta pressione. Una modalità prevede l'uso della valvola di controllo dell'alta pressione in combinazione agli eiettori. Questa modalità presenta il vantaggio che la differenza tra il set point del valore dell'alta pressione e il suo valore effettivo sia simile a quella dei sistemi booster tradizionali.

Un'altra modalità prevede di controllare l'alta pressione esclusivamente con gli eiettori. Questo offre il vantaggio che tutta la portata di massa espande attraverso gli eiettori, permettendo di avere il massimo beneficio dall'energia di espansione, anche se ci si attende che la differenza tra il set point del valore dell'alta pressione e il suo valore effettivo sia maggiore che nella modalità tradizionale.

Diversi fattori, come le condizioni di ingresso del flusso primario, di quello aspirato e come la necessità di coprire il fabbisogno totale dell'installazione, influenzano la progettazione degli eiettori ed il loro abbinamento in un sistema ad eiettori multipli (Banasiak et al. 2011, Hafner et al. 2012).

Ovviamente non esiste una geometria unica per tutte le condizioni di operati-

### 3.2 Avviamento dell'impianto

Gli impianti, nell'agosto 2014, sono stati dapprima avviati e tarati per funzionare secondo la convenzionale modalità di funzionamento di un booster con compressione parallela e surriscaldamento standard di 8 K. A novembre l'impianto A è stato commutato a funzionare con surriscaldamento ridotto negli evaporatori.

Dopo un mese di esperienza in questa modalità di funzionamento dell'impianto A, a dicembre 2014, anche l'impianto B viene commutato nella modalità di funzionamento con eiettore. Da allora entrambi gli impianti hanno continuamente funzionato nella modalità con eiettori.

## 4. ESPERIENZA OPERATIVA

### 4.1 Consumo di energia durante l'avviamento

Il grafico 1 mostra il consumo di energia quotidiano, convertito in consumo annuale per metro di lunghezza di banco durante il periodo di commutazione al funzionamento con eiettore. I consumi rappresentati consistono nel consumo totale di energia di ciascun impianto.

L'asse del tempo è diviso in tre periodi: nel primo periodo entrambi gli impianti A e B hanno funzionato nella modalità booster tradizionale. Nel periodo intermedio, l'impianto A ha funzionato con gli eiettori attivi, mentre invece quello B era ancora funzionante in modalità booster tradizionale. Durante l'ultimo periodo, entrambi gli impianti hanno funzionato nella modalità con eiettori attivi.

Nel primo periodo, prima di commutare l'impianto A nella modalità con eiettore, il consumo energetico tra i due impianti differiva del 5%. Ciò è dovuto probabilmente alla richiesta frigorifera leggermente maggiore nell'impianto B. Altri influenti fattori, come temperatura esterna, temperatura e umidità in area vendita, richiesta dal recupero di calore, periodo di apertura del mercato, comportamento dello staff e della clientela, sono trascurati perché i due impianti operano sulla stessa area vendita.

Nel periodo intermedio, con l'impianto

	Modalità operativa Booster	Modalità operativa con Eiettore
Compressori HT	$\pm 0 \text{ }^\circ\text{C} / 35 \text{ bar}_a$	$+ 3 \text{ }^\circ\text{C} / 38 \text{ bar}_a$
Compressori TN	$- 8 \text{ }^\circ\text{C} / 28 \text{ bar}_a$	$- 2 \text{ }^\circ\text{C} / 33 \text{ bar}_a$
Compressori BT	$- 33 \text{ }^\circ\text{C} / 13 \text{ bar}_a$	$- 26 \text{ }^\circ\text{C} / 16 \text{ bar}_a$
Temperatura min. / max. di uscita dal gas cooler	$+ 5 \text{ }^\circ\text{C} / + 36 \text{ }^\circ\text{C}$	$+ 8 \text{ }^\circ\text{C} / + 36 \text{ }^\circ\text{C}$
Alta pressione min. / max	$45 \text{ bar}_a / 92 \text{ bar}_a$	$50 \text{ bar}_a / 92 \text{ bar}_a$
Min. set point di surriscaldamento agli evaporatori	8 K	0 K – 4 K

Gli evaporatori dei banchi verticali, di quelli serviti, delle celle TN e BT come pure delle macchine del ghiaccio sono calcolati e dimensionati per funzionare con un convenzionale surriscaldamento di 8 K. Grazie a ciò, gli evaporatori hanno la stessa dimensione che avrebbero nei sistemi convenzionali. Inoltre i banchi non hanno alcun tipo di chiusure, nonostante esse permetterebbero un addizionale riduzione del consumo energetico.

In un tradizionale booster con compressione parallela, il controllo dell'alta pressione avviene grazie alla valvola di controllo dell'alta pressione. Funzionando con gli eiettori, cinque di essi operano in parallelo a questa valvola. Così è possibile verificare diffe-

renze di installazione. Ci sono diversi modi per dimensionare e gestire gli eiettori. Gli eiettori possono essere attivati e disattivati secondo il livello del liquido nel separatore, oppure secondo il valore dell'alta pressione oppure secondo le rispettive pressioni ottimali di progetto. Gli eiettori degli impianti citati hanno ugelli di diverso diametro e sono dimensionati per diversi valori dell'alta pressione, come pure per aspirare il liquido o precomprimere il vapore. A seconda del set point dell'alta pressione, della differenza tra il valore di set point e quello reale dell'alta pressione, del valore di pressione ottimale per ciascun eiettore, come pure del livello del liquido nel separatore, si attivano gli eiettori in quel momento più idonei.

A funzionante in modalità operativa con eiettore, il suo consumo medio di energia cala da 2160 kWh/m-a a 1612 kWh/m-a. Ciò corrisponde ad una riduzione del 25% di energia consumata durante il funzionamento con eiettore rispetto al funzionamento come un impianto booster convenzionale con compressione parallela.

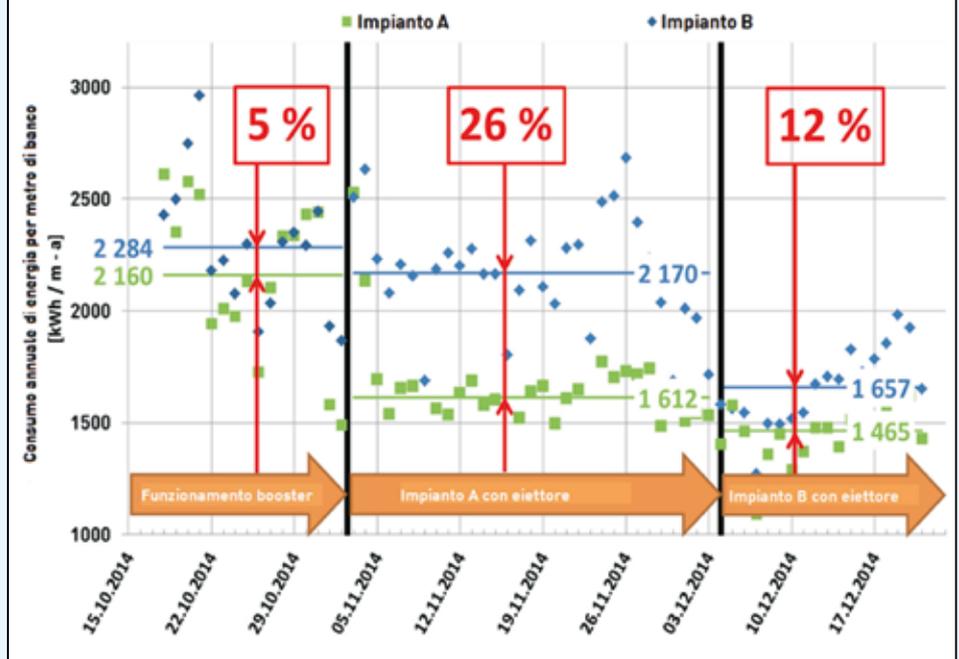
Durante lo stesso periodo il consumo medio dell'impianto B è sceso da 2284 kWh/m-a a 2170 kWh/m-a, che corrisponde ad una riduzione del 5%. Conseguentemente, la riduzione del consumo di energia del periodo in esame può essere assunta pari al 20%. Nel terzo periodo, che parte dal momento in cui l'impianto B funziona in modalità con eiettore, il suo consumo di energia scende del 24%, da 2170 kWh/m-a a 1657 kWh/m-a. Per l'impianto A, nello stesso periodo, il consumo di energia cala del 9%, da 1612 kWh/m-a a 1465 kWh/m-a.

La commutazione dell'impianto B alla modalità di funzionamento con eiettore riduce di circa il 15% i consumi. La differenza residua commutando gli impianti A e B al funzionamento con eiettore, è dovuta ai differenti set points in evaporazione.

L'impianto A funziona con un set point di -2°C come temperatura di evaporazione in TN, invece quello B funzionava con un set point di -4°C, a causa di un banco che serviva carne che aveva difficoltà a raggiungere il range di temperatura tra -1°C e +1°C.

In seguito è stato innalzato il set point dell'impianto B a -3°C, grazie alla sostituzione degli ugelli della valvola di espansione del banco servito.

Grafico 1.  
Consumi energetici degli impianti A e B raffigurati come consumi annuali per metro di banchi.



#### 4.2 Funzionamento durante il periodo estivo

Il grafico 2 illustra diversi parametri operativi dell'impianto B nella giornata del 2 luglio 2015 durante il periodo di apertura del mercato, che va dalle ore 8.00 alle ore 20.00. I valori della temperatura sono riferiti all'asse y a sinistra mentre quelli della pressione, come quelli del livello del liquido, si riferiscono all'asse y a destra. In questo periodo la temperatura esterna si è attestata tra valori compresi tra +23.2°C al mattino e +32.8°C al pomeriggio.

La temperatura di uscita della CO<sub>2</sub> dal

gas cooler varia parallelamente alla temperatura ambiente tra +26.4°C e +36.5°C. L'alta pressione in questo periodo ha assunto valori compresi tra 68.4 bar<sub>a</sub> e 88.3 bar<sub>a</sub>, in funzione della temperatura di uscita dal gas cooler. La media pressione, compresa tra valori di 36.3 bar<sub>a</sub> e 40.7 bar<sub>a</sub>, ha avuto un valore medio di 39.4 bar<sub>a</sub>. La linea azzurra mostra la temperatura di evaporazione TN, con un valore medio pari a -3.1°C.

La temperatura di evaporazione in BT ha avuto nello stesso periodo un valore medio di -26.5°C, indicato dalla linea blu scuro. La linea verde rappresenta invece il livello del liquido nel separatore del liquido TN, il cui livello è variato tra il 7 e il 40%. Nella parte più bassa del grafico si indica lo stato operativo dei compressori e degli eiettori.

Si nota che almeno un eiettore è sempre attivo. A loro è assegnata una priorità in funzione dell'alta pressione e del livello del liquido nel separatore per mantenere l'alta pressione. La qualità del controllo dell'alta pressione è comparabile a quella di un sistema tradizionale. Il numero di cicli di accensione e spegnimento dei compressori è ridotto rispetto ad un impianto tradizionale. Inoltre di tanto in tanto aumenta il livello del liquido nel sepa-

**NCR**  
Biochemical

*L'evoluzione delle tecnologie chimiche per il trattamento acque dei circuiti di raffreddamento con torri evaporative o condensatori evaporativi*

- Antincrostanti - anticorrosivi - biocidi - antialghe.
- Sistemi automatici di dosaggio, controllo, gestione spurghi, ecc.
- Prodotti per lavaggi acidi con inibitori di corrosione per una protezione ottimale anche delle superfici zincate.
- Prodotti per lavaggi neutro-alcasini con impianto in esercizio.
- Gratis: analisi chimiche e consulenza per la definizione del trattamento ottimale e della migliore gestione del bilancio d'acqua.

N.C.R. Biochemical S.p.A. - Via dei Carpentieri, 8 - Zona Industriale "Il Prato" - 40050 Castello d'Argile (Bologna) - Italia  
Tel. (+39) 051 6869611 - Fax (+39) 051 6869617 - www.ncr-biochemical.it - E-mail: info@ncr-biochemical.it

ratore TN. Si ritiene che ciò sia in relazione ad un'elevata richiesta di refrigerazione. Il set point della temperatura di evaporazione dei compressori TN, come pure il set point della pressione intermedia, variano secondo il livello di liquido nel separatore TN. Si nota che incrementando il livello del liquido calano sia la temperatura di evaporazione dei compressori TN che la pressione intermedia.

Una modalità alternativa per la regolazione consisterebbe nel variare il surriscaldamento anziché la temperatura di evaporazione.

## 5. CONCLUSIONI

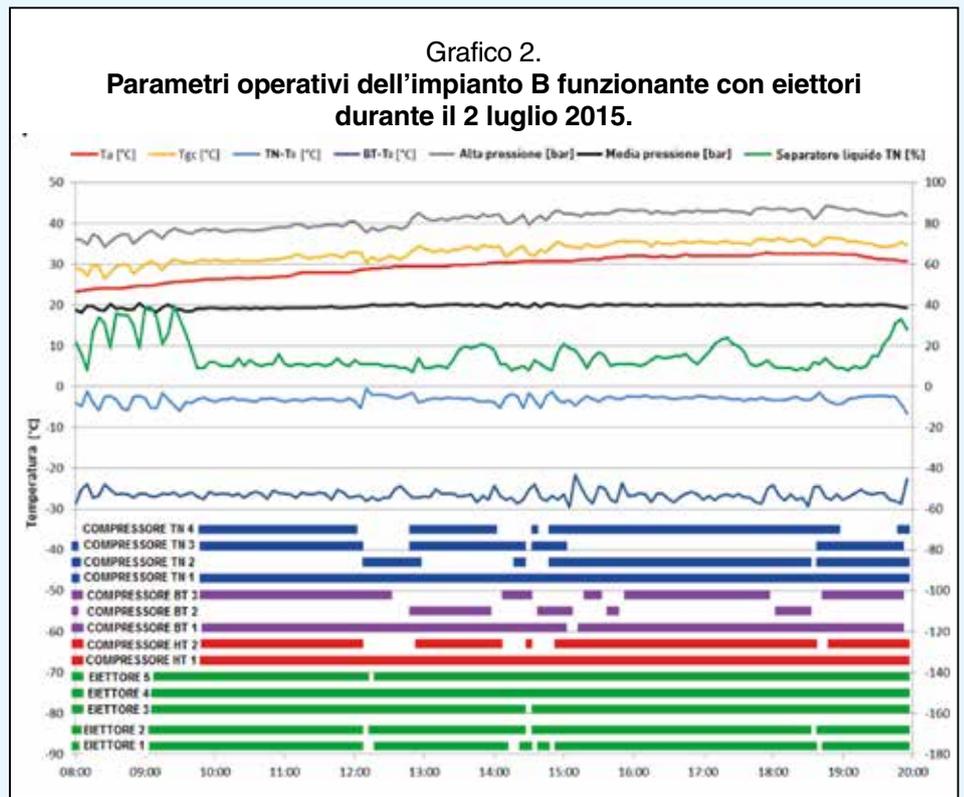
Due impianti a CO<sub>2</sub> con eiettori con compressione parallela e 5 eiettori ciascuno sono stati progettati, installati ed avviati nel 2014 in un supermercato in Svizzera. Ciascun impianto è stato progettato per una capacità di refrigerazione di 95 kW in TN e di 29 kW in BT. I due impianti di refrigerazione sono stati progettati per poter funzionare sia come booster convenzionali con surriscaldamento standard sia come impianti con eietttore con surriscaldamento ridotto o nullo.

Sono stati installati delle parti aggiuntive e della strumentazione di misura, per poter commutare al funzionamento in modalità booster tradizionale o con eiettori attivi, così da poter indagare sulle differenti modalità operative e di controllo.

Gli eiettori recuperano parte del lavoro di espansione che sarebbe altrimenti perso nell'espansione dall'alta alla media pressione. Il lavoro recuperato è usato per inviare il liquido e il vapore dal separatore del liquido, posto a valle degli evaporatori TN, al ricevitore di media pressione, posto a monte di tutti gli evaporatori. Inoltre gli impianti sono equipaggiati con un separatore di liquido BT e due IHX, che permettono di aumentare l'omologa temperatura di evaporazione.

Gli impianti lavorano tutto l'anno nella modalità operativa con eietttore, così da avere un'alta efficienza con elevate temperature ambiente estive e durante il recupero di calore invernale.

Grazie all'eietttore del liquido e al separatore del liquido TN, la corrispondente pressione di aspirazione dell'impianto



A è stata innalzata da -8 °C a -2 °C mentre nel caso dell'impianto B da -8 °C -3 °C. Grazie inoltre al separatore di liquido in BT e ai due scambiatori di calore per il sottoraffreddamento del liquido, la pressione di aspirazione in BT degli impianti A e B è stata innalzata da -33 °C a -26 °C.

Il set point del surriscaldamento degli evaporatori varia tra 0 K e 4 K, a seconda del tipo di evaporatore. Con questi set points, tutti i banchi e le celle TN e BT raggiungono la richiesta temperatura nonostante l'incremento della temperatura di evaporazione. Si ritiene che un incremento della temperatura di evaporazione permetta di ridurre i cicli di sbrinamento degli evaporatori TN. Si nota che il consumo di energia degli impianti A e B a seguito dell'avviamento è stato ridotto tra il 15 e il 20% commutando alla modalità operativa con eietttore. Inoltre traspare che in questa modalità operativa gli impianti hanno un comportamento stabile. Il numero di cicli di accensione e spegnimento dei compressori è ridotto rispetto agli impianti convenzionali. Pure la temperatura di evaporazione denota un comportamento stabile.

I set point dell'evaporazione dei compressori TN e BT variano secondo il livello del liquido nei rispettivi separatori, anche se questa funzione si potrà

modificare nei prossimi impianti facendo variare il surriscaldamento degli evaporatori. Inoltre, si intravede del potenziale per l'ottimizzazione dei prossimi impianti progettandoli in modo leggermente diverso e semplificandoli. Il calcolo dell'impianto con le opportune temperature di evaporazione ed ambiente consente di prevedere un aumento di efficienza della centrale del 20%. A seconda dell'applicazione, della regione climatica e della richiesta di recupero di calore, il potenziale di miglioramento dell'efficienza su base annua di un impianto con eietttore rispetto ad un tradizionale sistema R744 con compressione parallela, è compreso tra il 15 e il 25%.

Ultime informazioni su  
[www.associazioneATF.org](http://www.associazioneATF.org)

Continua a seguire  
Centro Studi Galileo su:





# LA MIGLIORE CONNESSIONE TUBI SENZA SALDATURA

LOKRING® è l'alternativa preferita alla saldatura grazie alla sua indiscutibile economicità, alla sua elevata affidabilità ed alla rapidità di installazione.



Filiale  
VULKAN Italia S.R.L. | Via dell'Agricoltura 2 | 15067 Novi Ligure (AL) | Italy  
Phone +39 01 43 31 02 11 | Fax +39 01 43 32 97 40 | Mail info@vulkan-italia.it | www.vulkan.com

**VULKAN  
LOKRING**



**CARROZZERIE ISOTERMICHE  
E FRIGORIFERE**

# COLD CAR

Strada Paniate, 1  
15040 OCCIMIANO (AL)  
Tel. +39 0142 400611  
Fax +39 0142 809456  
www.coldcar.it  
e-mail: info@coldcar.it

**SINCERT**  
[CERTO]  
SISTEMA QUALITÀ  
CERTIFICATO  
UNI EN ISO 9001  
N. 324



# Miglioramento dell'efficienza energetica con un sistema a cascata con gas refrigerante CO<sub>2</sub>

YUKIO YAMAGUCHI

L'Autore è relatore al Convegno a Izmir organizzato da CSG con la missione Italia-Turchia sulla refrigerazione (10 industrie italiane partner CSG hanno partecipato).

Sanden-Vendo



Articolo tratto  
dal 17° Convegno Europeo  
Richiedere atti e video

inferiore rispetto al refrigerante HFC. Questa relazione mostra anche quanto sia importante l'ottimizzazione della pressione di scarico, della pressione di aspirazione e dello scambiatore di calore interno per avere delle prestazioni migliori.

**Parole Chiave:** CO<sub>2</sub>, Anidride carbonica, Coefficiente delle prestazioni, Cascade.

rante CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> in cascata. La relazione dimostra come usare il refrigerante CO<sub>2</sub>, con un sistema refrigerante CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> in cascata in ambienti con condizioni di temperatura elevate.

## OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA A CASCATA

### Configurazione del sistema a cascata CO<sub>2</sub>

Il sistema a cascata è strutturato da un ciclo ad alta temperatura e da un ciclo a bassa temperatura, entrambi i cicli vengono combinati insieme termodinamicamente tramite uno scambiatore di calore a cascata (Figura 1). Entrambi i sistemi refrigeranti hanno

## ESTRATTO

Il riscaldamento globale è un problema comune in tutto il mondo. Dal punto di vista del riscaldamento globale sostituire il refrigerante HFC con il refrigerante naturale è uno dei mezzi utilizzati per ridurre il riscaldamento globale prodotto dai gas dei sistemi refrigeranti utilizzati nei negozi alimentari come i supermercati o i minimarket. L'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) è uno dei candidati migliori per quanto riguarda l'impatto sul riscaldamento globale dei refrigeranti (GWP = Global Warming Potential).

Tuttavia i sistemi refrigeranti a CO<sub>2</sub> hanno un'efficienza di raffreddamento più bassa dato che hanno una temperatura critica bassa. Inoltre il refrigerante CO<sub>2</sub> ha un sistema di pressione superiore rispetto al refrigerante HFC. Quindi solitamente i sistemi refrigeranti in cascata sono equipaggiati con refrigerante HFC nel ciclo ad alta temperatura.

Questa relazione indica il potenziale del sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> anche se il refrigerante CO<sub>2</sub> ha un'efficienza

## INTRODUZIONE

Le vetrine refrigerate installate nella maggior parte dei supermercati e minimarket funzionano con sistemi refrigeranti a base di refrigerante HCFC o HFC. Tuttavia il refrigerante HCFC e HFC ha un impatto ambientale (GWP) elevato. Quindi è necessaria un'alternativa ai refrigeranti HCFC e HFC per abbassare l'impatto ambientale (GWP). Per ridurre il riscaldamento globale causato dai gas si studiano soluzioni creando varie configurazioni di sistemi refrigeranti che utilizzano il refrigerante CO<sub>2</sub>.

Come ben risaputo, il refrigerante CO<sub>2</sub> ha un'efficacia inferiore in ambienti con temperature elevate. Il sistema refrigerante funziona in condizioni super critiche quando la temperatura supera i 30.98 °C, quindi è importante controllare la pressione di scarico per avere un coefficiente di prestazioni migliore (COP).

Questa relazione mostra le impostazioni di pressione ottimali e la configurazione ottimale dello scambiatore di calore interno di un sistema refrige-

### Nomenclatura

T<sub>a</sub>: Temperatura ambiente [°C]  
P<sub>d</sub>: Pressione di scarico [MPa]  
P<sub>s</sub>: Pressione di aspirazione [MPa]  
h: Entalpia [kJ/kg]  
Q: Flusso trasf. di calore [W]  
W: Potenza [W]  
M: Portata massica [kg/hr]  
T<sub>n</sub>: Temperatura refrigerante al punto n nel diagramma T-h [°C]  
COP: Coefficiente di prestazioni  
η: Rendimento isoentropico  
HT: Ciclo a alta temperatura  
LT: Ciclo a bassa temperatura  
ΔP: Differenza di pressione tra aspirazione del ciclo ad alta temperatura e lo scarico del ciclo a temperature basse

Figura 1.  
Configurazione del sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>

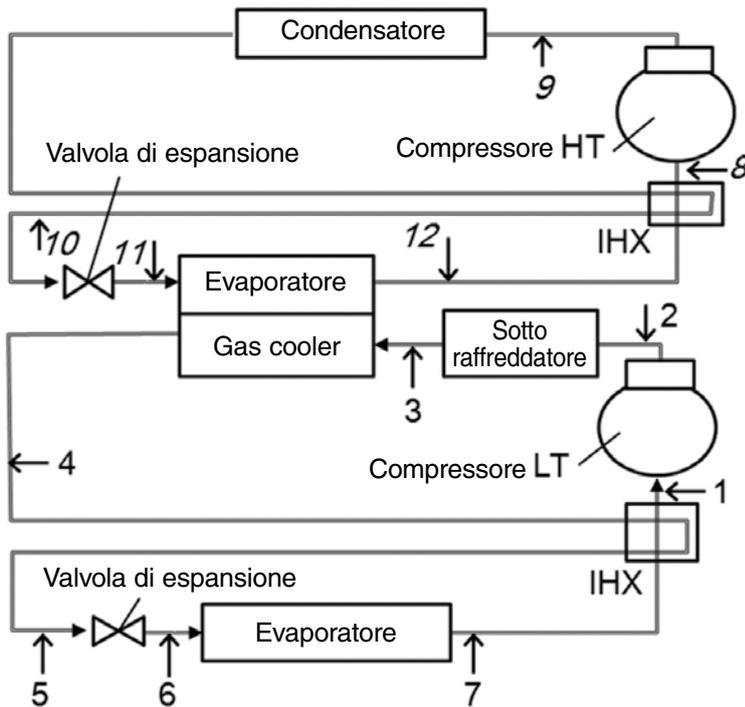
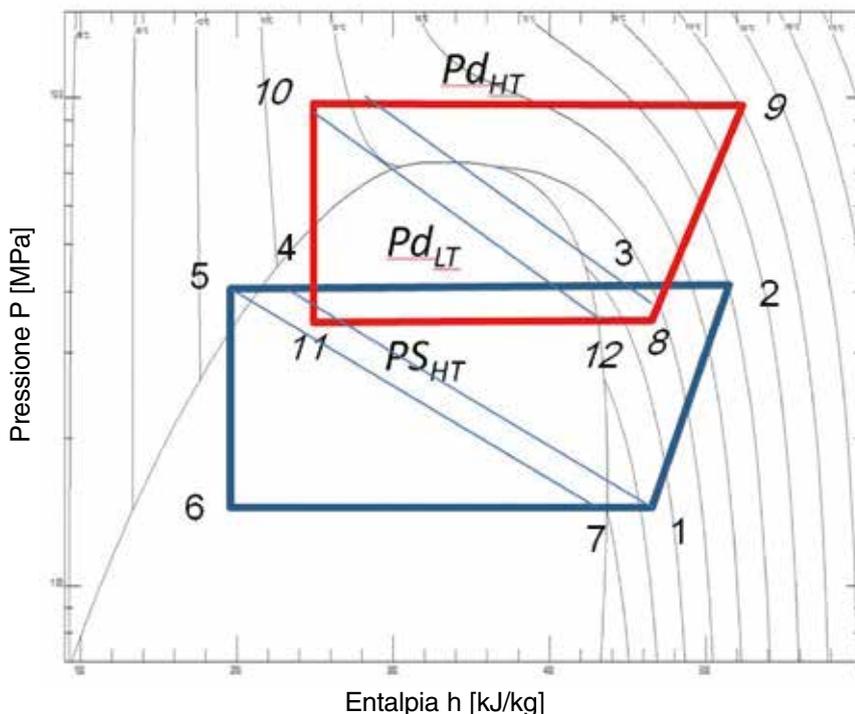


Figura 2.  
Diagramma p-h del sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>



un compressore, un gas cooler, valvola di espansione, evaporatore e uno scambiatore di calore interno (IHX). Il ciclo a bassa temperatura ha uno scambiatore di calore aggiuntivo tra il compressore e il gas cooler come

“pre-raffreddatore”. Il calore rilasciato dal ciclo a bassa temperatura viene trasferito all’evaporatore del ciclo ad alta temperatura. La figura 2 mostra il diagramma p-h del sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>.

Il sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> che usa il refrigerante CO<sub>2</sub> per entrambi i cicli (a bassa e alta temperatura) non è mai stato studiato precedentemente, a causa sia del basso rendimento da parte del refrigerante CO<sub>2</sub> in ambienti con temperature elevate, sia per la sua bassa temperatura critica. Tuttavia controllando la pressione di scarico del refrigerante CO<sub>2</sub> si riesce a migliorare significativamente il coefficiente di prestazione (COP). Entrambi i cicli del refrigerante CO<sub>2</sub> a bassa e alta temperatura possiedono uno scambiatore di calore (IHX) per migliorare la loro efficienza. L’effetto dello scambiatore di calore (IHX) viene studiato in questa relazione.

### Calcolo del rendimento del sistema

Il rendimento del sistema refrigerante in cascata è dimostrato dalla formula (1) alla (5). La quantità totale di calore trasferito  $Q_{TL}$  può essere espressa dalla portata di massa del refrigerante nel ciclo a temperature basse ( $M_{LT}$ ) e la differenza dell’entalpia tra l’ingresso (Figura 2 punto 6,  $h_6$ ) e l’uscita (Figura 2 punto 7,  $h_7$ ) dell’evaporatore nel ciclo a bassa temperatura.

Il funzionamento del ciclo ad alta temperatura dipende dalla differenza dell’entalpia dell’evaporatore in cascata (Figura 2 punto 12,  $h_{12}$  e punto 11,  $h_{11}$ ) e al carico termico sullo scambiatore di calore in cascata (Figura 2 punto 3,  $h_3$  e punto 4,  $h_4$ ) del ciclo a bassa temperatura. Nella formula (2) la capacità del ciclo ad alta temperatura è equivalente al carico termico dal ciclo a bassa temperatura.

Il coefficiente di prestazione (COP) del sistema refrigerante a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> è mostrato dalla formula (5).

$$Q_{LT} = M_{LT} \cdot (h_7 - h_6) \quad (1)$$

$$Q_{HT} = M_{HT} \cdot (h_{12} - h_{11}) \quad (2)$$

$$= M_{LT} \cdot (h_3 - h_4)$$

$$W_{LT} = M_{LT} \cdot (h_2 - h_1) / \eta_{LT} \quad (3)$$

$$W_{HT} = M_{HT} \cdot (h_9 - h_8) / \eta_{HT} \quad (4)$$

$$COP = Q_{LT} / (W_{LT} + W_{HT}) \quad (5)$$

### Scambiatore di calore interno

Lo scambiatore di calore (IHX) viene installato per aumentare il coefficiente di prestazione (COP). La configurazione dello scambiatore di calore (IHX)

dipende dalle condizioni di funzionamento. Comunque la configurazione dello scambiatore (IHX) non è modificabile, quindi è necessario decidere la configurazione di funzionamento in funzione delle temperature che riguarda tutto l'anno.

La percentuale degli intervalli di temperatura ambientale (Tabella 2) è stata calcolata utilizzando dati ambientali prelevati nella zona di Milano per 8 anni ottenuti da Climate-Zone.com.

In figura 3 mostra il COP annuale con il rapporto di trasferimento del calore nello scambiatore di calore (IHX). La massima quantità di calore trasferito (Figura 2 punto 7-1 punti equivalenti 4-5) è impostata sulla differenza di entalpia da  $h_1$  fino a  $h_7$  ( $T_1 =$  da  $-3.3$  fino a  $22.0$  °C).

Il rapporto del trasferimento di calore con il 0% ottiene il più alto COP. Questo risultato dimostra che l'uso del IHX non è necessario per medie temperature come nella zona di Milano.

#### Impostazioni della pressione e risultati del calcolo

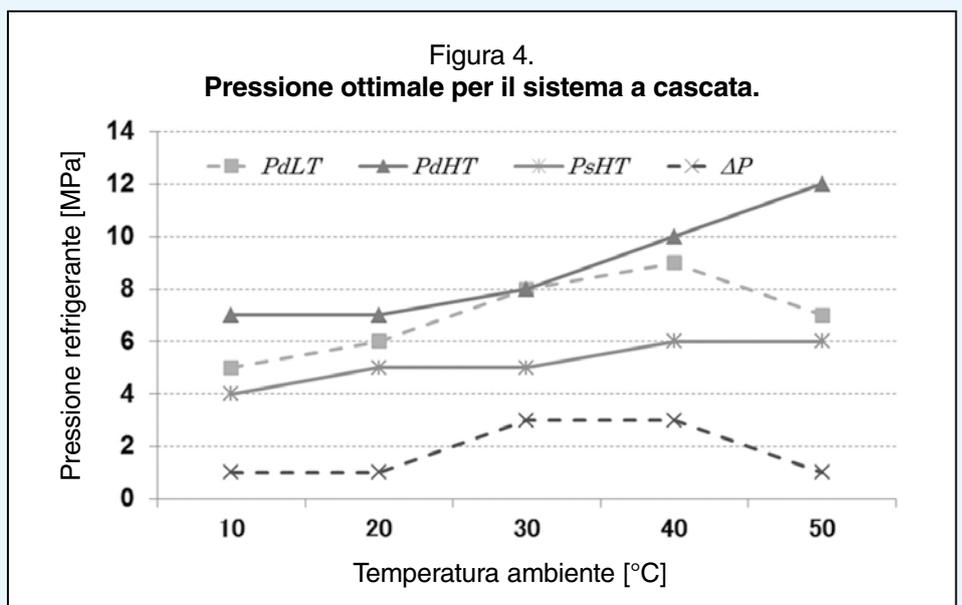
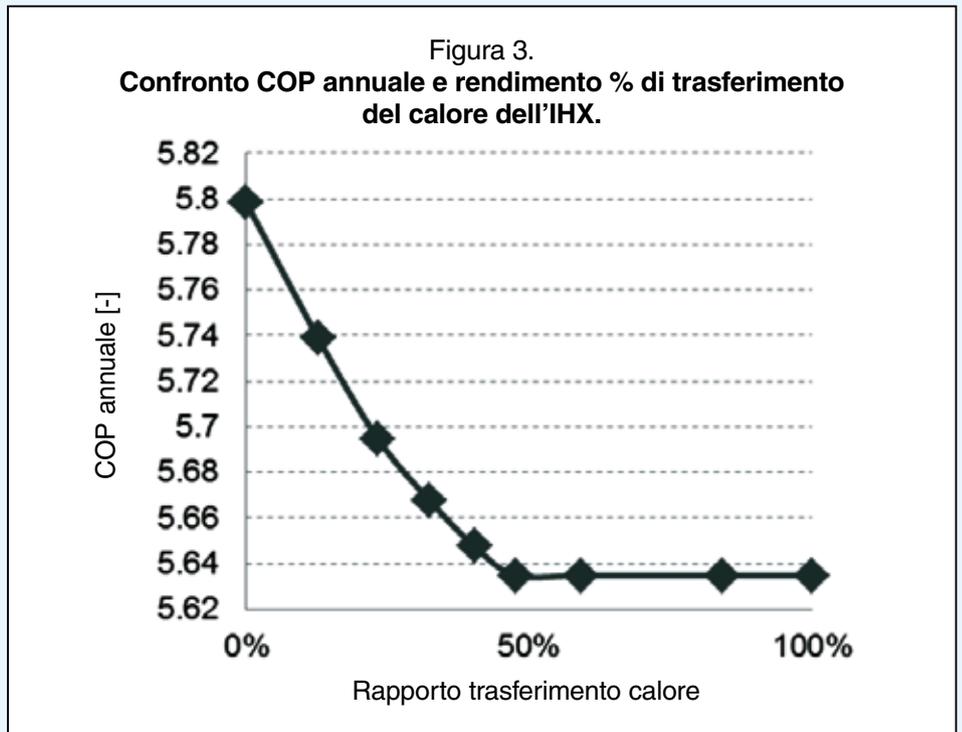
In figura 4 è possibile vedere i risultati dei calcoli delle impostazioni di pressione che danno il coefficiente di prestazione (COP) maggiore per entrambi i cicli di refrigerazione ad alta pressione e a bassa pressione.

Con la temperatura ambiente da  $10$  °C ( $T_a=10$ ) a  $40$  °C ( $T_a=40$ ) la pressione di scarico nel ciclo a bassa temperatura, da il coefficiente di prestazione (COP) maggiore, è aumentato dalla temperatura ambiente. Tuttavia alla temperatura ambiente di  $50$  °C ( $T_a=50$ ), il coefficiente di prestazione (COP) migliore è dato dalla pressione di scarico ( $P_{dLT}$ ) di  $7$ MPa. Il motivo di questo cambiamento deriva dal rendimento isoentropico del compressore.

Il rendimento isoentropico di questo compressore ha un picco del rapporto di compressione di  $2.3$  ( $P_d/P_s$ ) e si riduce drasticamente sopra il rapporto di compressione di  $2.5$ .

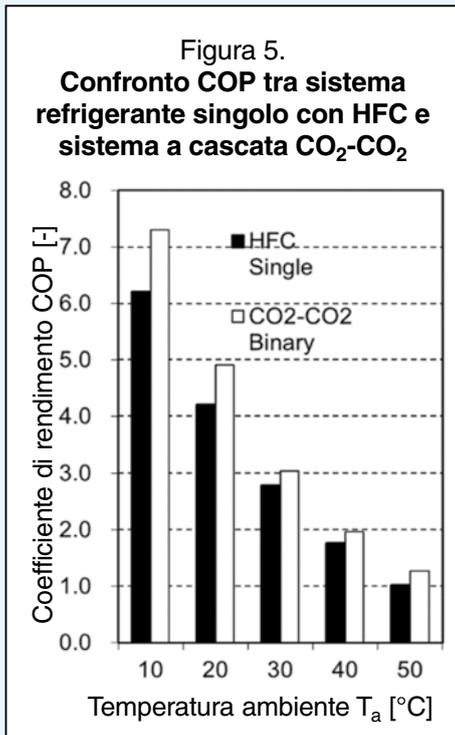
La piccola differenza di pressione tra la pressione di aspirazione del ciclo a bassa temperatura ( $P_{dLT}$ ) e la pressione di scarico del ciclo ad alta temperatura ( $P_{dHT}$ ) fornisce un piccolo rapporto di compressione del compressore. Questo piccolo rapporto di compressione aiuta ad aumentare l'efficienza volu-

Intervalli temperatura [°C]	Numero di mesi			Rapporto totale [%]
	con temperature medie	con temperature massime	con temperature minime	
sotto10	4	2	6	20.3
da 10 a 20	5	5	6	81.3
da 20 a 30	3	5	0	67.7
da 30 a 40	0	0	0	0.0



metrica del compressore. Tuttavia il migliore coefficiente di prestazione (COP) a temperatura  $30$  °C ( $T_a=30$ ) e  $40$  °C ( $T_a=40$ ) è dato dalla differenza di

pressione ( $\Delta P$ ) di  $3$ MPa. Perché alzando la pressione di scarico del ciclo a bassa temperatura, migliora lo scarico del calore nel pre-cooler.



Quindi il carico termico sul ciclo ad alta temperatura si riduce. Il coefficiente di prestazione (COP) del sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> a diverse temperature ambientali viene confrontato con i tipici sistemi refrigeranti che usano l'R404A (Figura 5) Il sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> ha un'efficienza migliore dal 10% al 20% rispetto al sistema refrigerante R404A. Comunque il vantaggio è maggiore in ambienti con temperature più basse. Questo significa che il sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> ha un'efficienza annuale migliore del 20% rispetto ai tipici sistemi refrigeranti con R404A, perché la temperatura ambientale media è sotto i 20 °C nella maggior parte delle città del mondo. La differenza del coefficiente di prestazione (COP) a temperature ambientali alte (superiori a 30 °C) è minore rispetto a quello a temperature ambientali basse. Questo risultato è stato ottenuto con un sistema a cascata ottimizzato/esaminato in un'area con temperature ambientali medie (Tokyo). Pertanto il rapporto di trasferimento del calore attraverso lo scambiatore di calore (IHX) è stato impostato a 0%. Tuttavia in aree con temperature ambientali alte è necessario un rapporto di trasferimento del calore più alto. Quindi è necessaria una configurazione differente del sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> per aree con temperature ambientali elevate.

## Risultati sperimentali

Il sistema refrigerante è stato installato in un impianto di prova (Figura 6) ed è stato collegato ad una normale vetrina che si trova nei tipici minimarket Giapponesi (Figura 7).

Il rendimento è stato misurato sulla potenza assorbita dal compressore e da un misuratore di portata del refrigerante. Le condizioni del test sono raffigurate nella tabella 2.



Le pressioni ottimizzate sono raffigurate in Figura 9. Questo risultato del test a T<sub>a</sub> = inferiore ai 30 °C è simile al risultato derivato dai calcoli. Tuttavia il risultato rinvenuto sopra i 30 °C ha un divario di circa 3MPa. Si presume che questo divario provenga dalla caduta di pressione del refrigerante nel gas cooler e nel pre-cooler per causa della portata volumetrica superiore in queste condizioni.

L'efficienza è confrontata come rapporto del rendimento tra il sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> e il sistema refrigerante singolo HFC (Figura 10). I risultati dei calcoli mostrano il rendimento



migliore del sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> da circa 15% a 20% e il risultato del test dimostra un rendimento migliore di circa il 15% da parte del sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> rispetto al sistema refrigerante singolo HFC.

**Tabella 2.**  
**Condizioni test del sistema refrigerante.**

T <sub>a</sub> [°C]	H <sub>a</sub> [%RH]	T <sub>cvs</sub> [°C]	H <sub>cvs</sub> [%RH]	T <sub>sc</sub> [°C]
2.0	45.0	22.0	35.0	4.0
7.0	50.0	22.0	35.0	4.0
20.0	55.0	25.0	45.0	4.0
28.0	60.0	26.0	50.0	4.0
35.0	65.0	27.0	50.0	4.0
40.0	65.0	27.0	50.0	4.0

Figura 9.

Confronto della pressione ottimizzata tra il metodo calcolato ed i risultati sperimentali ottenuti del COP sul sistema binario CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>

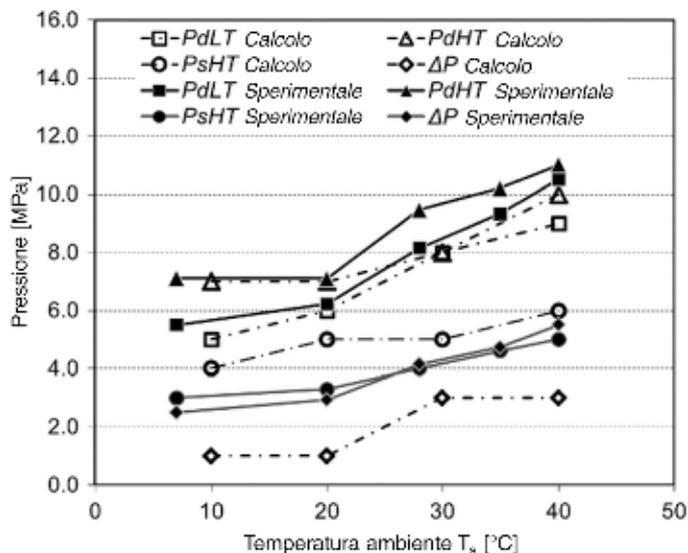
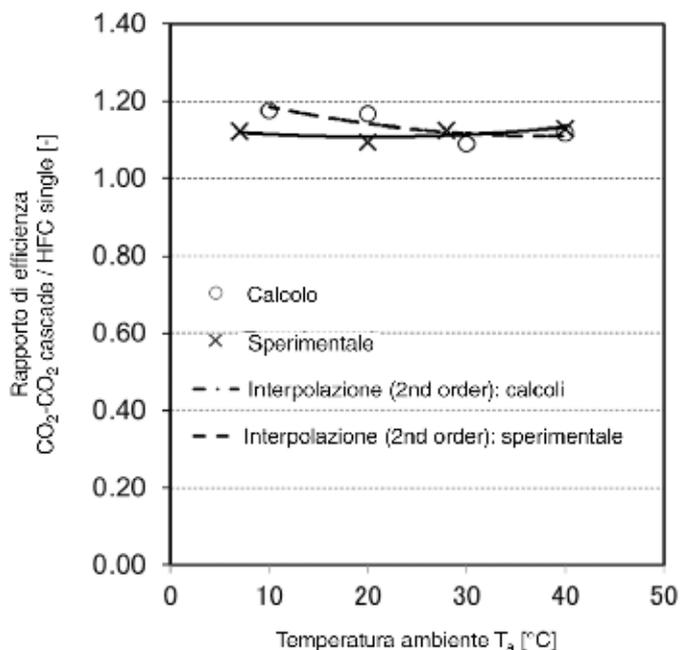


Figura 10.

Confronto del COP tra sistema refrigerante CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> e refrigerante HFC



## CONCLUSIONI

Momentaneamente il sistema refrigerante HFC è ampiamente utilizzato nel settore della refrigerazione. La quantità di refrigerante HFC utilizzato è in continuo aumento a causa della sostituzione dei CFC e HCFC.

Il refrigerante CO<sub>2</sub> è preso in considerazione come soluzione alternativa per ridurre il riscaldamento globale provocato dai gas e anche dell'emissione di CO<sub>2</sub> prodotta dall'energia utilizzata dai sistemi refrigeranti.

Generalmente l'energia utilizzata dai

sistemi refrigeranti in un minimarket è all'incirca il 50% dell'energia totale consumata nel negozio, quindi diminuendo l'energia utilizzata dai sistemi refrigeranti si riduce significativamente l'emissione di CO<sub>2</sub> totale dei negozi alimentari come i minimarket.

Il refrigerante CO<sub>2</sub> non è utilizzato per il ciclo ad alta temperatura nei sistemi a cascata a causa della bassa temperatura critica. Tuttavia questa relazione dimostra che il sistema a cascata CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> ha un rendimento migliore rispetto ai sistemi refrigeranti HFC nel settore commerciale.

In aggiunta dovrebbe essere considerata l'ottimizzazione delle configurazioni degli scambiatori di calore (IHX) per le aree con temperature ambientali elevate per un rendimento migliore.

**CierreEsse**  
arredamenti

DITTA ARREDAMENTI DI LOCALI PUBBLICI  
A CABIATE (COMO)

**CERCA FRIGORISTA**

con competenze elettriche per sviluppo banchi  
e realizzazione impianti per banchi refrigerati,  
con o senza esperienza.

Inviare il proprio CV al seguente indirizzo mail:

[federica.baldo@cierreesse.com](mailto:federica.baldo@cierreesse.com)

o telefonare al numero: 031/3559101 rif. Sig.ra Federica Baldo

## RIVISTA DIGITALE

Tutte le riviste possono essere pure sfogliate online in formato digitale.

### Al seguente link:

<http://bit.ly/rivista4-2018>

può prendere visione delle ultime notizie dal mondo della refrigerazione e del condizionamento





## Principi di base del condizionamento dell'aria

**Smaltimento dell'acqua di condensa del climatizzatore:  
come trasformare un problema in un'opportunità**

**193<sup>a</sup> lezione**

**PIERFRANCESCO FANTONI**

### **CENTONOVANTATREESIMA LEZIONE DI BASE SUL CONDIZIONAMENTO DELL'ARIA**

*Continuiamo con questo numero il ciclo di lezioni di base semplificate per gli associati sul condizionamento dell'aria, così come da 20 anni sulla nostra stessa rivista il prof. Ing. Pierfrancesco Fantoni tiene le lezioni di base sulle tecniche frigorifere. Vedi [www.centrogalileo.it](http://www.centrogalileo.it). Il prof. Ing. Fantoni è inoltre coordinatore didattico e docente del Centro Studi Galileo presso le sedi dei corsi CSG in cui periodicamente vengono svolte decine di incontri su condizionamento, refrigerazione e energie alternative.*

*In particolare sia nelle lezioni in aula sia nelle lezioni sulla rivista vengono spiegati in modo semplice e completo gli aspetti teorico-pratici degli impianti e dei loro componenti.*

**È DISPONIBILE  
LA RACCOLTA COMPLETA  
DEGLI ARTICOLI  
DEL PROF. FANTONI  
Per informazioni: 0142.452403  
[corsi@centrogalileo.it](mailto:corsi@centrogalileo.it)**

*È vietata la riproduzione dei disegni su qualsiasi tipo di supporto.*

### **INTRODUZIONE**

Alcune volte semplici accorgimenti permettono non solo di eliminare un problema, ma anche di trasformarlo in un'occasione per migliorare il funzionamento di un'apparecchiatura.

Come visto nei precedenti numeri della rivista, i climatizzatori ad uso residenziale o piccolo commerciale devono sempre fare i conti con lo smaltimento dell'acqua di condensa che si forma inevitabilmente sulla batteria interna.

Tale acqua può essere vantaggiosamente utilizzata per migliorare il funzionamento del climatizzatore.

### **IL PROBLEMA DELLA CONDENSAZIONE NELLE GIORNATE TORRIDE**

Non sempre l'acqua di condensa risultante dal processo di raffreddamento dell'aria risulta essere un problema od un "fastidio". In alcuni casi può essere utile avere a disposizione dell'acqua, senza doverla attingere da altre fonti. Soprattutto senza dover predisporre circuiti idraulici per la sua adduzione da altri luoghi o dover sostenere costi aggiuntivi.

Sappiamo tutti come i climatizzatori split siano apparecchiature destinate fondamentalmente a lavorare nelle giornate caldo-torride, con temperature di condensazione che possono arrivare anche a 50 °C o più e che potrebbero "andare in crisi" quando la loro

installazione non è stata ottimale, quando non ricevono la dovuta necessaria periodica manutenzione oppure quando proprio si registrano quei picchi di temperatura dell'aria ambiente in alcune giornate dell'anno.

All'aumento della temperatura di condensazione fa pari passo l'aumento della pressione di condensazione, con tutte le conseguenze che ne derivano per quanto riguarda i consumi elettrici, la capacità di raffreddamento della macchina, lo sforzo a cui viene sottoposto il compressore. Escludendo i primi due casi citati, a cui si può porre con successo rimedio, il terzo rappresenta, invece, una situazione limite a cui non si può trovare soluzione in quanto indipendente dalla volontà del conduttore o del manutentore dell'impianto. Anzi, per meglio dire, quasi sempre indipendente, dato che, come vedremo nelle prossime righe, esiste la possibilità di trovare una soluzione che accomodi un po' la situazione e permetta di attenuare gli effetti negativi causati dalle alte temperature ambiente.

### **C'È CONDENSAZIONE E CONDENSAZIONE**

Uno degli svantaggi della condensazione in aria è proprio quello che la temperatura e la pressione di condensazione sono costrette a "seguire" la temperatura dell'aria di raffreddamento della batteria nelle sue escursioni termiche. Si è disposti a sopportare tale inconveniente dato che l'aria è un

Figura 1.  
**Grazie al riutilizzo dell'acqua di condensa che si produce all'evaporatore il sistema permette di raffreddare il condensatore quando la temperatura dell'aria ambiente è molto elevata. La freccia gialla indica la pompa per pressurizzare l'acqua da spruzzare sulla batteria esterna.**  
 (adattato da catalogo Tecnosystemi)

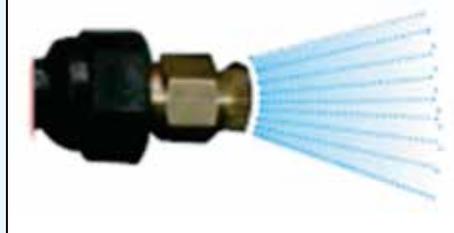


fluido di raffreddamento disponibile gratuitamente. Infatti l'acqua, che ha proprietà di scambio termico migliori e generalmente è disponibile a temperature piuttosto costanti anche durante tutto l'arco della stagione estiva, ha il problema del costo.

Condensare in acqua è più efficiente ma anche più oneroso dal punto di vista della gestione economica del climatizzatore.

Un primo punto fisso che si è scelto, quindi, è quello di ricorrere all'utilizzo dell'acqua solo in quei casi in cui effettivamente la condensazione in aria risulta essere troppo penalizzante per l'efficienza dell'apparecchiatura. Il che significa far lavorare normalmente il climatizzatore in aria e, solo quando

Figura 2.  
**Ugello che consente di nebulizzare l'acqua e di spruzzarla sulla batteria esterna.**  
 (catalogo Tecnosystemi)



necessario, ricorrere all'utilizzo dell'acqua.

Anche con tale assunto, però, ricorrere all'uso dell'acqua può risultare economicamente oneroso, sia in termini di allestimento del circuito idraulico necessario allo scopo sia in termini di gestione poiché, ovviamente, l'acqua ha un suo costo.

### RECUPERO DELL'ACQUA DI CONDENZA

Ecco, allora, l'idea di recuperare l'acqua proveniente dalla condensa che si forma sulla batteria interna del climatizzatore al fine di utilizzarla per il raffreddamento del condensatore quando quest'ultimo va in crisi per le alte temperature ambiente.

Nella figura 1 si può osservare come viene concretizzata tale idea. Il sistema che viene proposto è costituito da una pompa per lo scarico della condensa che è in grado di pressurizzare l'acqua che viene raccolta nella vaschetta di scarico dell'unità interna e, attraverso una semplice tubazione in gomma, inviarla all'unità esterna.

L'acqua viene pressurizzata ad una pressione che supera i 10 bar e quindi è in grado di sopportare anche eventuali perdite di carico (come ad esempio si verificano nei tratti verticali ascendenti che si devono superare quando l'unità esterna è posta ad un'altezza maggiore dell'unità interna).

Non ci sono, dunque, particolari complicanze legate all'allestimento del circuito idraulico necessario ad addurre l'acqua verso il condensatore dato che la fonte di approvvigionamento risulta

Figura 3.  
**Parte retrostante della batteria condensante ed alloggiamento degli ugelli spruzzatori.**  
 (catalogo Tecnosystemi)



essere molto vicina, come succede per la maggior parte delle installazioni di questo tipo.

### BAGNATURA DELLA BATTERIA ESTERNA

A questo punto, attraverso una serie di ugelli (vedi figura 2), l'acqua viene atomizzata in modo da costituire una sottilissima nebbia in grado di bagnare in maniera il più uniforme possibile il condensatore.

Dato che normalmente nell'unità esterna del climatizzatore le ventole sono di tipo aspirante con immissione dell'aria dalla parte posteriore dell'unità, anche gli ugelli vengono posizionati sulla parte retrostante (vedi figura 3) grazie ad una barra telescopica che ha il compito di sostenerli. La disposizione ed il passo degli ugelli deve essere tale che la batteria venga bagnata nella maniera più uniforme possibile.

Grazie anche all'azione dell'aria che attraversa il condensatore, le finissime goccioline d'acqua possono evaporare a contatto con la batteria e contribuire, così, al suo significativo raffreddamento.

Il sistema risulta essere molto semplice, ma consente di trasformare il problema dello scarico dell'acqua di condensa in una opportunità di far funzionare meglio il climatizzatore e di diminuirne i consumi energetici.



# Manuale fluidi refrigeranti per specialisti

Informazioni utili dalla Confederazione Elvetica

SVIZZERA ENERGIA

[www.freddoefficiente.ch](http://www.freddoefficiente.ch)

Il Presidente AREA Marco Buoni e il Segretario Generale dell'Associazione Svizzera tedesca dei Tecnici del Freddo SVK Marco Von Wyl nella foto con il Presidente ATF Enrico Girola a sinistra e, il Direttore Generale della SPAI Locarno, scuola di formazione per Tecnici del Freddo, Claudio Zaninetti a destra.

### MISURE COSTRUTTIVE

Nella progettazione e realizzazione del vano macchine di un impianto di climatizzazione, devono essere rispettate le direttive di sicurezza, le quali dipendono dal tipo e dal quantitativo del fluido refrigerante. A dipendenza della classe di sicurezza (cfr. tabella a pagina 5) sono necessarie differenti misure. I dettagli di queste misure costruttive sono descritti nella SN EN 378-1 a 378-3.

Qui di seguito sono elencate in modo semplificato le misure costruttive per i fluidi refrigeranti delle classi di sicurezza A1 e A2L, come primo aiuto (in caso di dubbio devono essere utilizzati i testi originali della SN EN 378). Gli impianti appartenenti alle classi A1 e A2L coprono

una quota di mercato dell'80% su tutti gli impianti di climatizzazione. Per gli altri impianti per i fluidi utilizzati – propano (A3), propene/propilene (A3) e ammoniaca (B2L) – sono in vigore requisiti più elevati di sicurezza. La SN EN 378 deve essere rispettata.

#### UTILIZZAZIONE DELL'EDIFICIO

La SN EN 378-3 (capitolo 5.1.1) suddivide tre categorie d'utilizzo dell'edificio (settori di collocazione).

##### Edifici pubblici (a)

Il numero di persone che ha accesso a questi edifici non è controllabile. Questi utenti non sono a conoscenza delle norme di sicurezza. Esempio: ospedali, supermercati, scuole, hotel, ristoranti, abitazioni ecc.

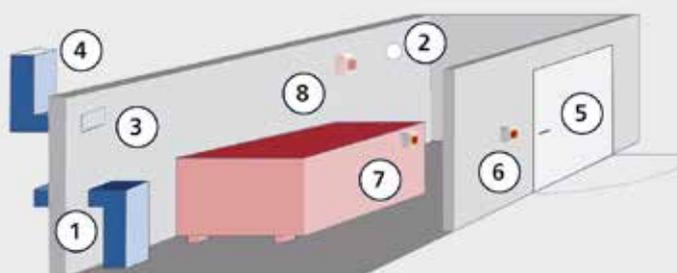
##### Edifici con accesso limitato (b)

Il numero di persone che ha accesso a questi edifici è limitato. Almeno un utente è a conoscenza delle norme di sicurezza. Esempio: uffici, negozi, laboratori ecc.

##### Edifici con accesso controllato (c)

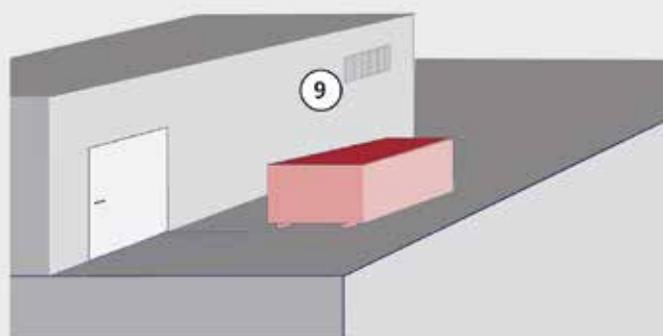
Un numero di persone ristretto e controllato ha accesso a questi edifici. Questi utenti sono a conoscenza delle norme di sicurezza. Esempio: stabili produttivi (alimentazione, chimica, latterie, macelli), parti non pubbliche di supermercati.

#### Ubicazione: vano per macchinari



Locali con compartimento ermetico da arieggiare possono essere considerati come vani per macchinari (SN EN 378-3, punto 4.6).

#### Ubicazione: all'esterno



## BASI PER VANI PER MACCHINARI: FLUIDI REFRIGERANTI DELLE CLASSI A1 E A2L

(per dettagli vedi SM-RI 3/8-8) Punto

### Ermeticità

I vani per macchinari devono essere ermetici. I fluidi fuoriuscenti non possono penetrare in altri locali. 5.2

① Tutti i passaggi per le tubazioni e per i canali d'aerazione in pareti, pavimenti e soffitti devono essere ermetici. 5.8

### Aerazione

② I vani per macchinari devono avere un apporto d'aria fresca sufficiente. 5.13.1

③ Se fuoriesce un fluido, questo deve essere convogliato all'esterno. 5.13.1

Una aerazione meccanica d'emergenza è necessaria se la concentrazione del fluido di classe A1 supera il valore pratico limite o il limite di tossicità. Per i fluidi della classe A2L deve inoltre essere valutata la soglia inferiore d'esposizione (IFE). 5.13  
5.14

④ Se nello stesso vano per macchinari sono posizionate altre macchine (caldaia, compressore per aria ecc.), queste non devono aspirare nessun gas da fluido refrigerante. L'apporto d'aria dall'esterno deve avvenire da un canale separato. 5.3

### Misure di emergenza

⑤ Un'uscita d'emergenza porta all'esterno o a un corridoio d'emergenza. 5.12.2

⑥ Interruttore d'emergenza 1: fuori dai vani per macchinari – in prossimità della porta – prevedere un disinserimento a distanza. 5.6

⑦ Interruttore d'emergenza 2: nel vano per macchinari dev'essere presente un interruttore d'emergenza. 5.6

⑧ Tutti i vani per macchinari devono essere equipaggiati di detettori di fluidi a condizione che il valore limite pratico sia superato, i detettori devono causare un allarme e devono inserire una ventilazione meccanica (ventilazione d'emergenza). 9.1

### Porte

Per i fluidi della categoria A1 le porte devono aprirsi verso l'esterno e avere una resistenza al fuoco di 1 ora. 5.12.1

Se il quantitativo di riempimento di fluidi della classe A2L supera il valore limite pratico permesso, il locale deve avere alternativa-  
mente una porta 5.14.1

- diretta verso l'esterno o
- verso un atrio con porta a chiusura automatica ed a tenuta. L'atrio deve avere una porta direttamente verso l'esterno.

### Impianti all'esterno

⑨ In caso di perdita il fluido non può penetrare nell'edificio attraverso aperture di ventilazione (ad es. canali dell'aria), porte o aperture a tetto. 4.2

**Indicazioni nella scelta dei rilevatori d'incendio:** non sono permessi rilevatori che reagiscono ai vapori del fluido refrigerante. La priorità dell'ordine d'accensione della ventilazione deve essere chiarita con le autorità competenti o con l'assicurazione dello stabile (vedi ⑧).

In caso di disposizioni o restrittive a livello nazionale o regionale, queste hanno priorità sui requisiti della norma.

## UBICAZIONE E QUANTITÀ DI RIEMPIMENTO MASSIMA

I fluidi utilizzati, l'ubicazione delle parti che fanno circolare i fluidi e l'utilizzo dell'edificio (vedi pagina 16) determinano il quantitativo di riempimento massimo. Sono identificate le seguenti quattro classi per quel che concerne l'ubicazione risp. le parti che fanno circolare il fluido:

**Classe I** L'impianto di raffreddamento o le parti che fanno circolare il fluido sono in settori occupati da persone.

**Classe II** Compressore e serbatoi sotto pressione si trovano in un vano macchine o all'esterno. Le condotte, l'evaporatore, le valvole possono essere posizionate in settori occupati da persone.

**Classe III** Tutte le parti che fanno circolare il fluido si trovano in un vano macchine o all'esterno.

**Classe IV** Tutte le parti che fanno circolare il fluido si trovano in un locale ermetico ed aerato.

### LA QUANTITÀ MASSIMA È UNA DIRETTIVA DI SICUREZZA TECNICA, CHE PUÒ ESSERE ULTERIORMENTE INASPRITA CON DIRETTIVE AMBIENTALI.

#### Quantità massima per fluidi della classe A1

Collocamento	Requisiti di riempimento
Classe III	Nessun limite di quantità
Classe I Classe II Classe IV	Requisiti del valore limite pratico e tossicità da verificare. Fa stato il valore più elevato. (SN EN 387-1, tabella C1)

#### Quantità massima per fluidi della classe A2L

Collocamento	Requisiti di riempimento
Classe III	Nessun limite di quantità
Classe I Classe II Classe IV	Requisiti del valore limite d'infiammabilità da verificare (SN EN 387-1, tabella C2)

### INSTALLAZIONI ELETTRICHE IN LOCALI IN CUI È UTILIZZATO UN FLUIDO A2L

Quando la concentrazione di fluido oltrepassa del 25% la soglia inferiore di esplosione (valore LFL) in un locale, all'impianto elettrico deve essere tolta la corrente. Le installazioni elettriche che hanno ancora tensione, necessarie per l'emergenza o la ventilazione, devono essere eseguite in sicurezza antiesplorazione (da osservare ad esempio in climatizzazioni di camere d'hotel raffreddate direttamente con impianti VRF-VRV con fluido HFO).

## SOSTITUZIONE DI FLUIDI NON PIÙ CONSENTITI



Impianti che utilizzano fluidi non più consentiti (ad es. R22) possono essere utilizzati finché sono a tenuta stagna.

Se subentrano perdite di fluido, questo deve essere recuperato completamente e sostituito con uno consentito (Retrofit).

L'età dell'impianto nonché le riparazioni in previsione determinano la necessità di un Retrofit o di una sostituzione completa.

### REGOLA GENERALE

- Per impianti ad acqua fredda più vecchi di 10 anni, valutare sempre la sostituzione.
- Per climatizzazioni (inferiori a 80 kW) valutare sempre una sostituzione.

### RETROFIT CON UN FLUIDO SOSTITUTIVO

In caso di Retrofit con un fluido idoneo è necessario eseguire anche modifiche al circuito refrigerante, nonché la sostituzione dell'olio del macchinario di raffreddamento e della valvola di laminazione. Inoltre il sistema di raffreddamento deve essere accuratamente lavato. Nel peggior caso il compressore deve essere sostituito.

**Attenzione:** in caso di sostituzione del compressore, è necessario chiarire se l'impianto ricade sotto la categoria impianti nuovi o esistenti e conseguentemente determinare la direttiva da applicare. In caso di risanamento di un impianto esistente in cui alcune particolarità possono influire sulla catalogazione (modifica della potenza di raffreddamento, grado d'intervento, sostituzione vettori termici ecc.), è necessario riferirsi agli aiuti all'esecuzione attuali pubblicati dall'UFAM (aiuti vedi pagina 20).

### SOSTITUZIONE D'IMPIANTI

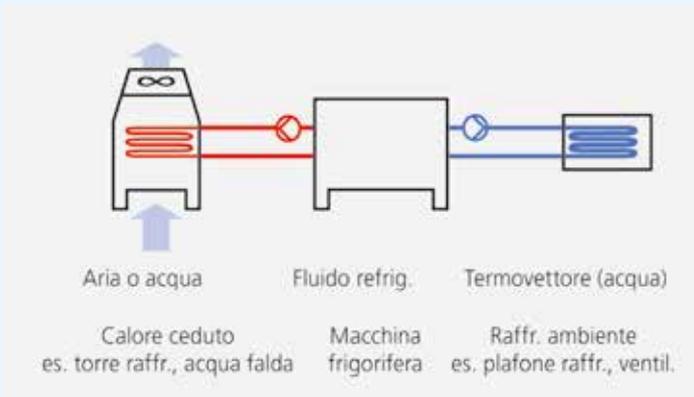
È consigliabile programmare in tempo una sostituzione prevedibile per evitare interruzioni totali d'esercizio dell'impianto. L'acquisto permetterà di avere un impianto di raffreddamento sicuro, economico e ben dimensionato.

## FLUIDI REFRIGERANTI PERMESSI NEL RAFFREDDAMENTO INDUSTRIALE IN SVIZZERA

Gli impianti di raffreddamento industriali sono utilizzati per la climatizzazione delle industrie (ad es. locali produttivi o laboratori) nell'artigianato produttivo, ma anche nei centri di calcolo e negli ospedali.

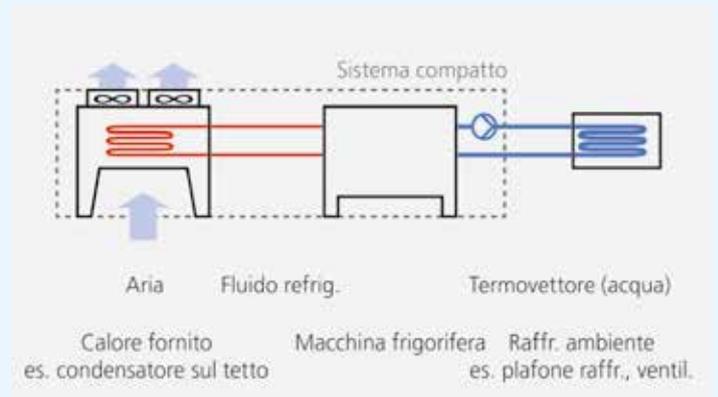
### IMPIANTI DI RAFFREDDAMENTO AD ACQUA

In un impianto di raffreddamento ad acqua, il calore residuo è ceduto tramite un circuito idraulico ad una torre di raffreddamento o all'acqua (falda, fiume, lago, industriale).



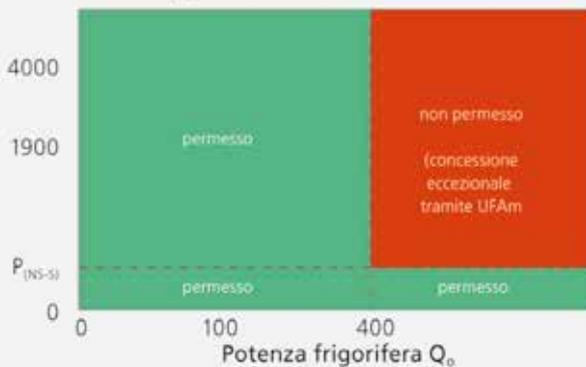
### IMPIANTI DI RAFFREDDAMENTO AD ARIA

In un impianto di raffreddamento ad aria (gruppo refrigerante, Rooftop ecc.) il calore residuo è ceduto direttamente all'ambiente tramite uno scambiatore di calore lamellare con ventilatore (ad es. sul tetto).



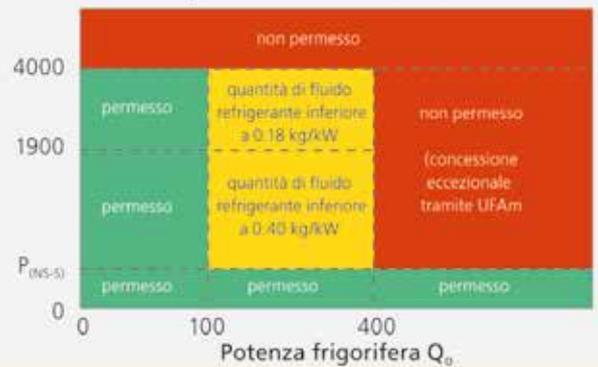
#### Senza recupero del calore residuo

GWP fluido refrigerante



#### Senza recupero del calore residuo

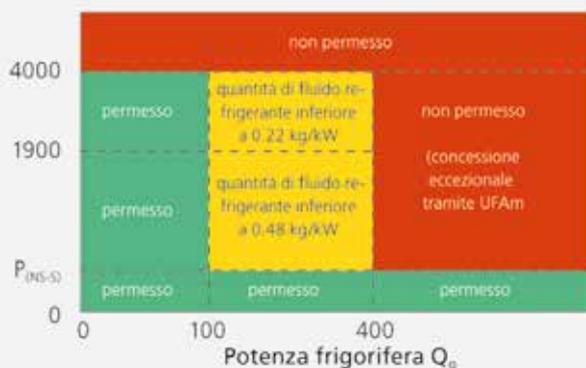
GWP fluido refrigerante



#### Con recupero del calore residuo

Scambiatore di calore ad aria per deumidificazione o post-riscaldamento. In impianti con utilizzo del calore residuo, una parte di questo è utilizzato per riscaldamento, ACS o per processi

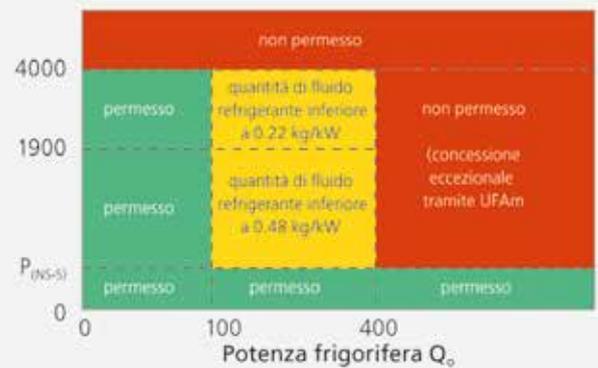
GWP fluido refrigerante



#### Con recupero del calore residuo

Negli impianti con recupero di calore residuo tramite scambiatore a liquidi, una parte di questo è utilizzato per riscaldamento, ACS o per processi.

GWP fluido refrigerante



## FLUIDI REFRIGERANTI PERMESSI NEI SISTEMI CALDO-FREDDO IN SVIZZERA

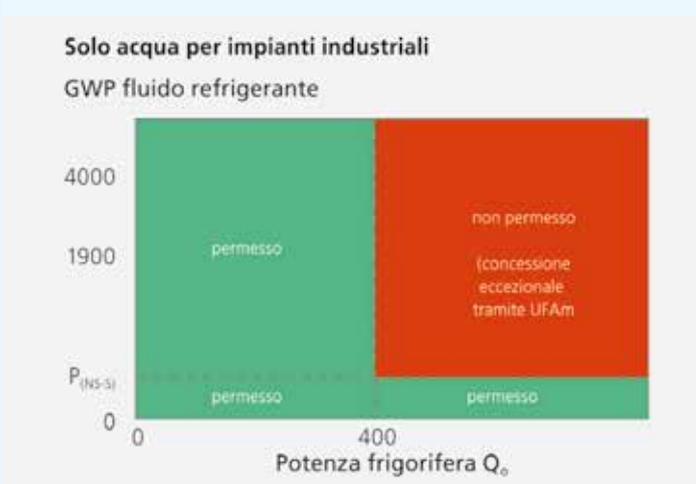
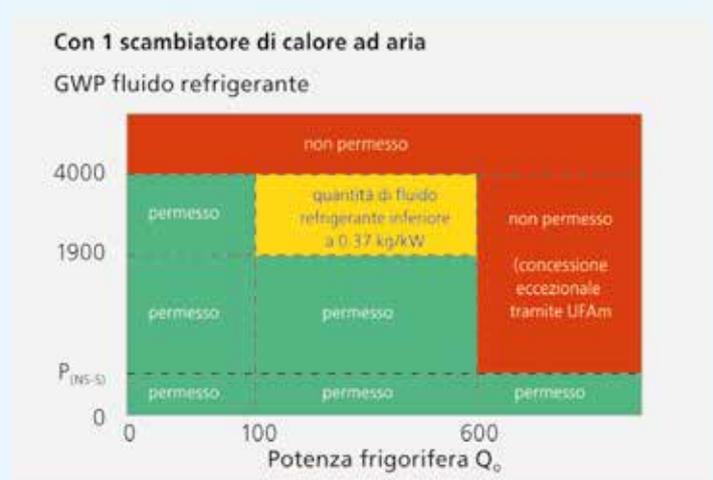
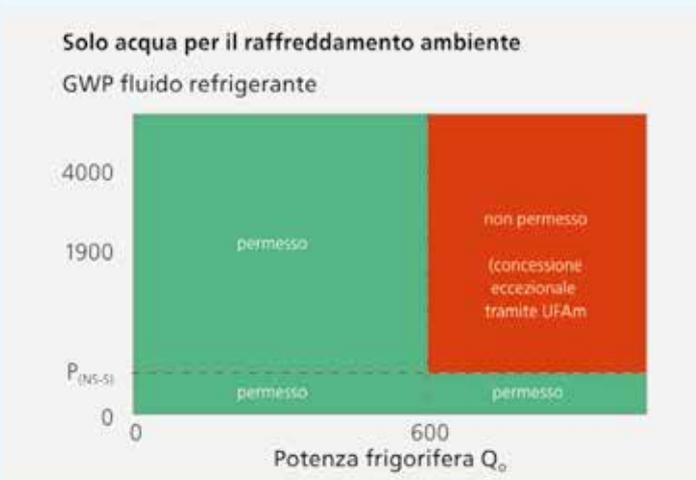
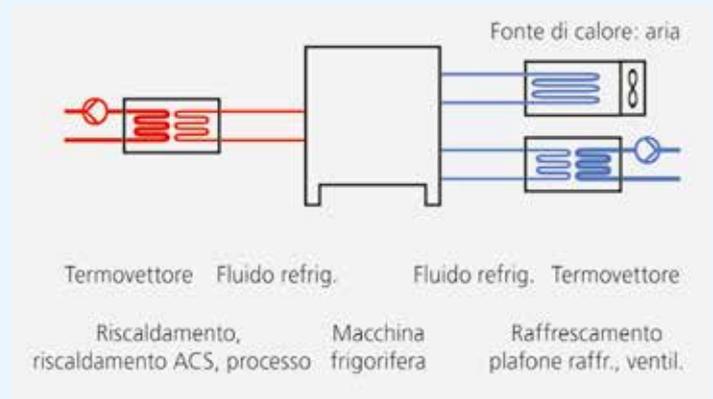
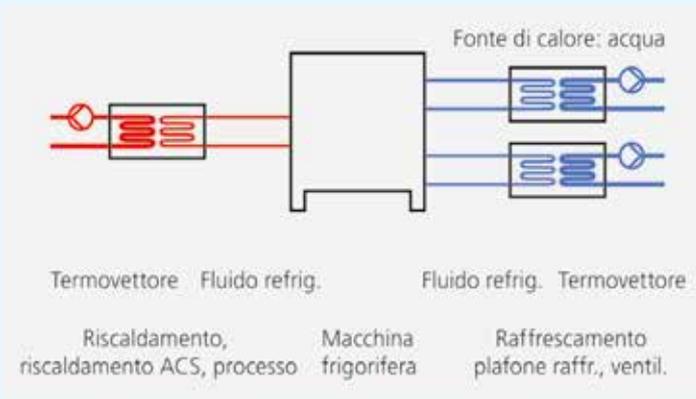
Sistemi che scaldano e raffreddano (i cosiddetti sistemi polivalenti) producono acqua fredda per climatizzare ed acqua calda per riscaldare. Se il calore residuo dal funzionamento per il freddo (ad es. in estate) non può essere utilizzato per riscaldare, allora il calore residuo può essere ceduto all'aria esterna tramite un condensatore raffreddato ad aria o all'acqua di falda tramite condensatore raffreddato ad acqua.

### SISTEMI POLIVALENTI: FONTE DI CALORE DALL'ACQUA

In questi sistemi l'acqua serve come fonte di calore (di falda, di lago, industriale ecc.).

### SISTEMI POLIVALENTI: FONTE DI CALORE DALL'ARIA

In questi sistemi l'aria serve come fonte di calore in inverno (aria esterna, aria d'espulsione) e in estate come riduzione di calore (condensatore).



## FLUIDI REFRIGERANTI PERMESSI NEI SISTEMI VRV-VRF IN SVIZZERA

All'interno dello stesso edificio i sistemi di climatizzazione VRV-VRF possono riscaldare, raffreddare o recuperare il calore, zone diverse secondo le necessità. L'apparecchio esterno (unità compressore-condensatore) fornisce caldo o freddo agli apparecchi montati nei locali interni, tramite un sistema di condotte riempito di fluido refrigerante. La cosiddetta «unità di controllo» assume il ruolo di centralina per i flussi di caldo o freddo.

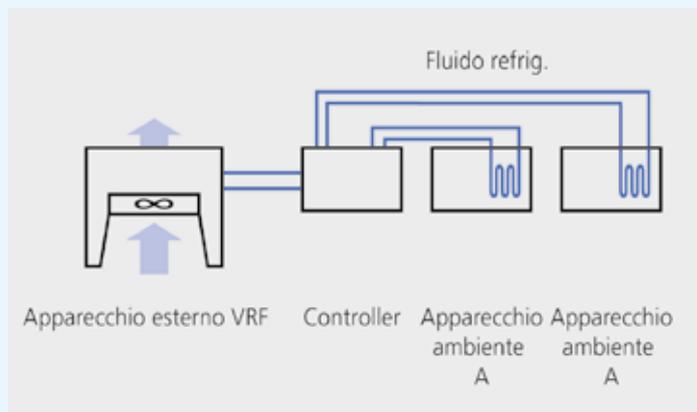
### SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE VRV-VRF

I sistemi di climatizzazione VRV-VRF climatizzano in modo differenziato gli spazi interi di un edificio.

VRF: Variable Refrigerant Flow  
= flusso refrigerante variabile

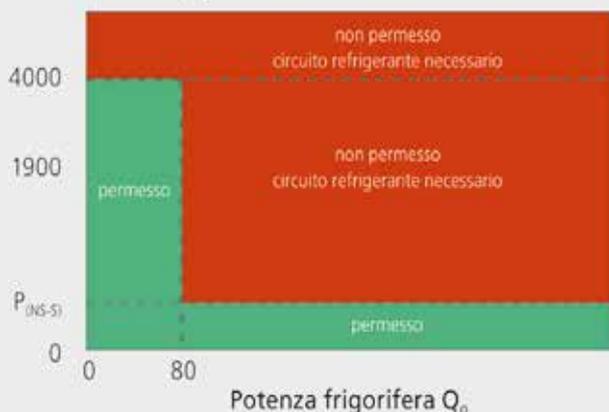
VRV: Variable Refrigerant Volume  
= volume refrigerante variabile

**IN SISTEMI VRV-VRF CON PIÙ DI 40 UNITÀ  
EVAPORATORE O UNA POTENZA DI  
RAFFREDDAMENTO SUPERIORE A 80 KW,  
IL FREDDO DEVE ESSERE DISTRIBUITO  
CON UN CIRCUITO CON FLUIDO TERMOVETTORE.**

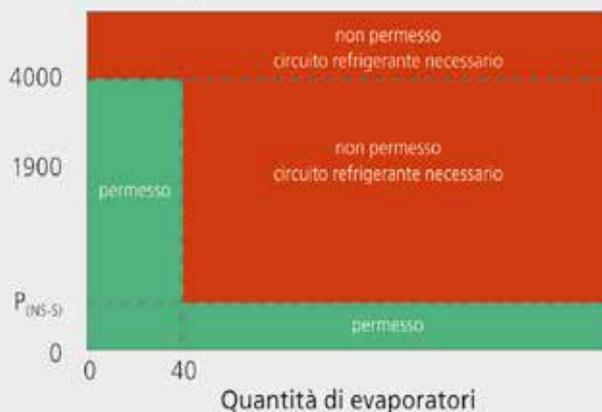


### Requisiti di potenza di raffreddamento $Q_0$ e requisiti secondo la quantità di evaporatori

GWP fluido refrigerante



GWP fluido refrigerante



## DIVERSI SISTEMI SPLIT

### SISTEMI SPLIT (RISCALDARE/RAFFREDDARE)

Negli impianti split è presente una combinazione di parti che trasmettono il freddo tramite fluido circolante che assorbe o fornisce calore. Il fluido refrigerante può essere presente anche in settori pubblici o con accesso limitato di persone).

#### Vantaggi

- Soluzione efficiente energeticamente (con centralina inverter)
- Economico

#### Svantaggi

- Elevata quantità di fluido refrigerante
- Necessaria eventuale sorveglianza della tossicità per le persone che hanno accesso

### SISTEMI COMBI-SPLIT (ACQUA CALDA/FREDDA)

In questi sistemi l'energia è condotta tramite un fluido termovettore da un apparecchio esterno a un box (controller). Il box può riscaldare e raffreddare contemporaneamente, utilizzando anche il calore residuo. La trasmissione del calore al box e dai box ai locali avviene con un fluido termovettore (soluzione di acqua e glicole).

#### Vantaggi

- Soluzione efficiente energeticamente
- Ridotta quantità di fluido refrigerante
- Sorveglianza della tossicità per le persone con accesso non necessaria

#### Svantaggio

- Costi elevati



## Linee guida ASERCOM per la progettazione di rack multi-compressore utilizzando variatori di frequenza

WOLFGANG ZAREMSKI

Nella foto, terzo da destra, Wolfgang Zaremski, il nuovo Presidente ASERCOM Associazione Europea dei Costruttori di Componenti per la Refrigerazione anche ex-Tesoriere di AREA.

ASERCOM, Presidente

### 1. AMBITO E SCOPO

Questo documento contiene le linee guida per la progettazione di rack di compressori in parte a velocità fissa ed in parte pilotati da inverter.

L'ambito è limitato alle applicazioni di refrigerazione con compressori ermetici o semiermetici di tipo scroll, a pistoni, o a vite.

Per linee guida sulla tecnologia inverter applicata a compressori singoli, fare riferimento al documento ASERCOM:

“RACCOMANDAZIONI PER L'UTILIZZO DEI VARIATORI DI FREQUENZA CON COMPRESSORI FRIGORIFERI VOLUMETRICI”

Le più comuni configurazioni di rack di compressori sono le seguenti:

- **Due o più compressori: uno è dotato di inverter**
  - Il compressore a velocità variabile è in funzionamento continuo.
  - I compressori a velocità fissa sono controllati in sequenza.
- **Due compressori: entrambi sono dotati di inverter**
  - I due compressori hanno la stessa capacità volumetrica.
  - L'intero range di frequenza del primo compressore VS è controllato dalla prima metà scala del segnale di controllo (per esempio, 0-5 V).
  - Il range di frequenza del secondo compressore VS è controllato dalla seconda metà scala del segnale di controllo (per esempio, 5-10 V).

### 2. SELEZIONE DEI COMPRESSORI

La progettazione del gruppo rack di compressori deve comprendere una valutazione accurata del campo di capacità frigorifera richiesta.

Le informazioni necessarie sono:

- Capacità frigorifera a carico minimo (manutenzione, funzionamento notturno, temperatura di condensazione più bassa, ...).
- Capacità al carico massimo (a seconda dell'applicazione, potrebbe essere durante lo stoccaggio nella cella frigorifera o durante eventi post-sbrinamento).
- Quantità di utenti attivi, e algoritmo di attivazione, se disponibile.

Se l'algoritmo di attivazione non è disponibile, è importante includere un fattore per correggere il carico massi-

mo in caso di carichi termici simultanei, per esempio:

Poiché ogni utenza (o utente o evaporatore) può contribuire in modo diverso al carico totale, potrebbe essere necessario pesare i singoli contributi in base alla loro durata.

Il miglior risultato in termini di dimensionamento si ottiene quando il rack di compressori può soddisfare i requisiti di carico variando la capacità frigorifera dal valore minimo al valore massimo. Un insufficiente intervallo di variazione nella capacità comporterà una instabilità nella capacità totale del rack.

Questi step si verificano solitamente in sistemi multi-compressore/multi-utenza, quando:

- I compressori vengono accesi e spenti.

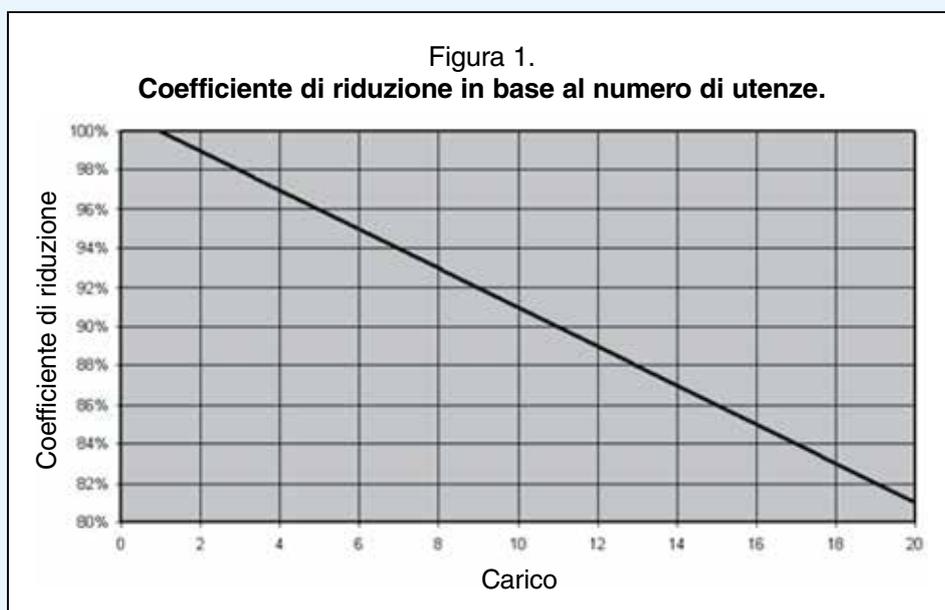
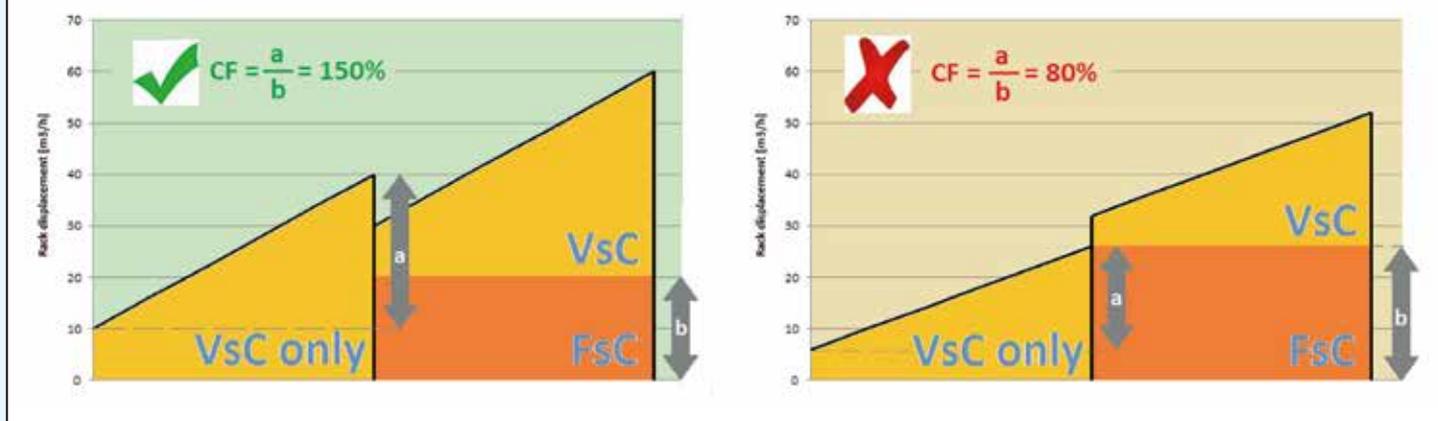


Figura 2.  
Differenze di portata volumetrica tra design ottimale e non ottimale.



- Le elettrovalvole sulla linea del liquido aprono o chiudono.
- I cicli di sbrinamento sono attivati o disattivati.
- Grandi carichi termici sono collegati o scollegati dal sistema.

Gli step hanno un impatto negativo sulla stabilità della pressione di aspirazione e l'efficienza del sistema.

**Nota:** L'utilizzo di compressori a velocità variabile in un rack offre una soluzione valida per un controllo stabile del processo, sempre che le variazioni di velocità e capacità coprano i "vuoti" creati dall'accensione/spegnimento degli altri compressori nel rack.

Il processo di dimensionamento di applicazioni rack multi-compressore con un singolo compressore a velocità variabile deve comprendere almeno i seguenti passi:

**I. Selezionare le dimensioni dei compressori, con gli strumenti di selezione del produttore, tenendo presente le seguenti informazioni:**

- Numero totale dei compressori nel rack.
- Limitazioni ambientali (rete elettrica, dimensioni, livello di rumore...).
- Margine di sicurezza.
- Condizioni di lavoro di progetto e campo di utilizzo consentito (temperatura di evaporazione e di condensazione).
- Dimensioni dell'inverter e cablaggio del motore del compressore (star/delta...).

**II. Selezionare le capacità del compressore prendendo in considerazione il fattore di controllo CF (vedere sezione seguente).**

**III. Utilizzando lo strumento di selezione del produttore, controllare i limiti in frequenza del compressore a velocità variabile, nelle condizioni di lavoro di progetto e nel campo di utilizzo consentito.**

- Limite di frequenza superiore e inferiore nelle condizioni di lavoro di progetto e in base al refrigerante scelto.

**IV. Cambiare le dimensioni del compressore a velocità variabile, se necessario, o selezionare un cablaggio motore diverso per ampliare il limite di frequenza massimo.**

**V. Considerare le influenze reciproche degli altri dispositivi modulanti e selezionare dispositivi di controllo idonei:**

- Condensatore con controllo della velocità del ventilatore.
- Valvola di espansione elettronica (EEV).
- Controllo della capacità meccanico.
- Caratteristiche del dispositivo di controllo.

**Nota importante:** Al fine di ottenere una modulazione della capacità stepless continua, è importante selezionare compressori di dimensioni che soddisfano la seguente equazione:

$$Q_{vs_{max}} - Q_{vs_{min}} \geq Q_{fs}$$

Dove:

- $Q_{vs_{max}}$  = capacità del compressore a velocità variabile alla frequenza massima
- $Q_{vs_{min}}$  = capacità del compressore a velocità variabile alla frequenza minima

- $Q_{fs}$  = capacità del compressore a velocità fissa

Il rapporto e il coefficiente del fattore di controllo (CF) definiti di seguito possono essere di aiuto nella selezione delle dimensioni dei compressori:

$$CF = \frac{(Q_{VsC_{max}} - Q_{VsC_{min}})}{Q_{FsC}} = 100\%$$

Dove:

$Q_{VsC_{max}}$  = Capacità frigorifera di VsC alla velocità massima

$Q_{VsC_{min}}$  = Capacità frigorifera di VsC alla velocità minima

$Q_{FsC}$  = Capacità frigorifera minima di FsC (tenendo presente il controllo della capacità, se disponibile)

VsC = Compressore a velocità variabile

FsC = Compressore a velocità fissa

Le prestazioni del controllo possono essere valutate per i seguenti valori di CF:

≥ 100% = Eccellente, poche fluttuazioni nella pressione di aspirazione

≥ 80% = Buona, alcune fluttuazioni nella pressione di aspirazione

≥ 70% = Accettabile, ma diverse fluttuazioni nella pressione di aspirazione

≤ 69% = Non accettabile, eccessive fluttuazioni nella pressione di aspirazione con instabilità del controllo

**Nota:** I limiti di frequenza saranno forniti dal costruttore del compressore.

Se nessuna informazione è disponibile, il documento ASERCOM "Raccomandazioni per l'utilizzo dei variatori di frequenza con compressori frigoriferi volumetrici" può essere utilizzato come guida.

Notare come la seconda selezione (Figura 4) porta a una discontinuità

Figura 3.

**Capacità frigorifera in un gruppo rack di compressori – design ottimale.**

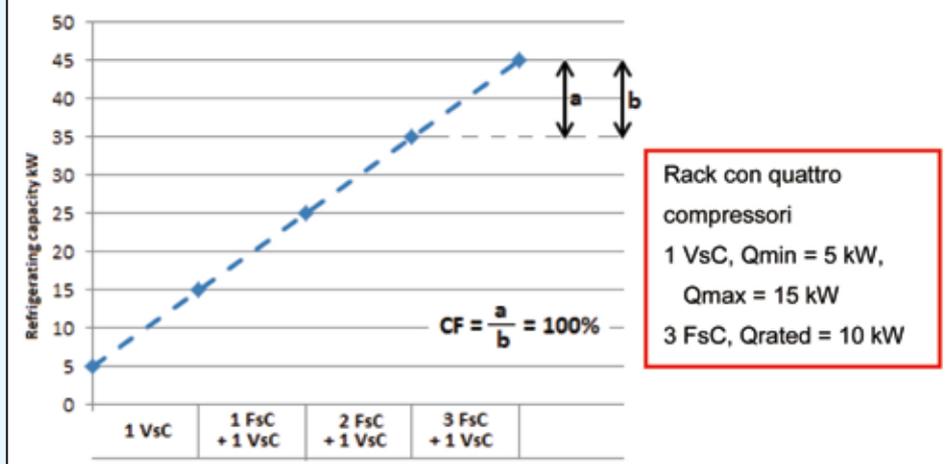
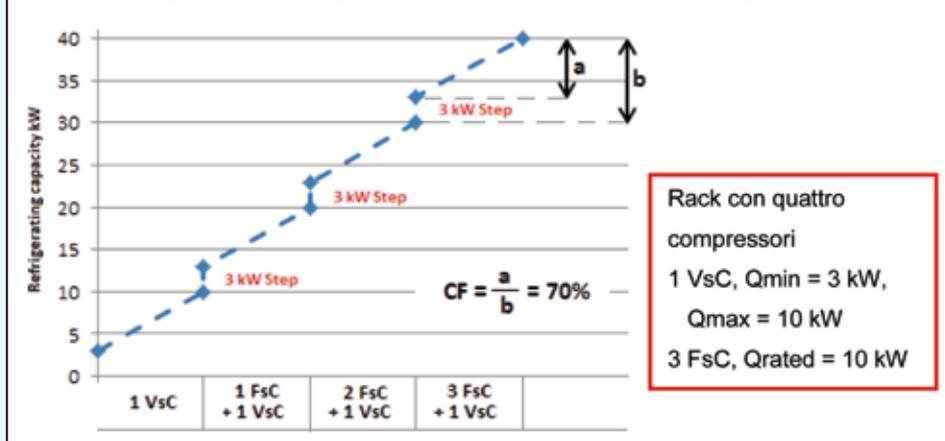


Figura 4.

**Capacità frigorifera in un gruppo rack di compressori – design non ottimale.**



nella regolazione della capacità frigorifera. Se significative, le discontinuità possono comportare condizioni di funzionamento instabili.

**3. CARATTERISTICHE DI PROGETTO**

I criteri di progettazione più comuni per i rack di compressori sono ampiamente riconosciuti e sono stati applicati negli ultimi anni da diversi produttori di rack.

Queste linee guida trattano quegli aspetti della progettazione che possono essere influenzati dal controllo della capacità a velocità variabile, come ad esempio:

- Separazione dell'olio, controllo del livello dell'olio e distribuzione tra i compressori.
- Dimensionamento delle linee di aspirazione e mandata, layout e supporti

- Punti di misurazione per il feedback di pressione e temperatura.
- Smorzamento delle vibrazioni – mitigazione del rumore.
- Interazione con il controllo della capacità meccanico.
- Dispositivi di sicurezza.

I criteri di progettazione del controllo sono trattati in maggior dettaglio nel capitolo 4.

**Nota importante:** In questo capitolo, sono descritte e illustrate le linee guida generali per la progettazione. I criteri di progettazione proposti devono essere valutati per ogni specifica applicazione.

**3.1 Separazione dell'olio, controllo del livello e distribuzione**

La gestione dell'olio in un sistema con compressori a velocità variabile richiede particolare attenzione.

In sistemi ampiamente ramificati con una notevole variazione di carico, il ritorno dell'olio può essere complesso e richiederà una particolare attenzione nella progettazione dell'impianto e nella selezione del separatore o separatori. In una configurazione con compressori tandem, con la velocità di uno dei due motori regolata dall'inverter, il livello dell'olio può differire tra i compressori. In questo caso potrebbe essere necessario utilizzare un sistema di equalizzazione dell'olio e del gas appositamente progettato o un sistema di controllo del livello dell'olio attivo (secondo le specifiche del produttore).

In un sistema a più compressori, il dimensionamento delle tubazioni, del separatore olio, del ricevitore dell'olio, ecc. potrebbe rivelarsi eccessivo con un singolo compressore in funzionamento a bassa frequenza. Questo può influire sul ritorno dell'olio ai compressori.

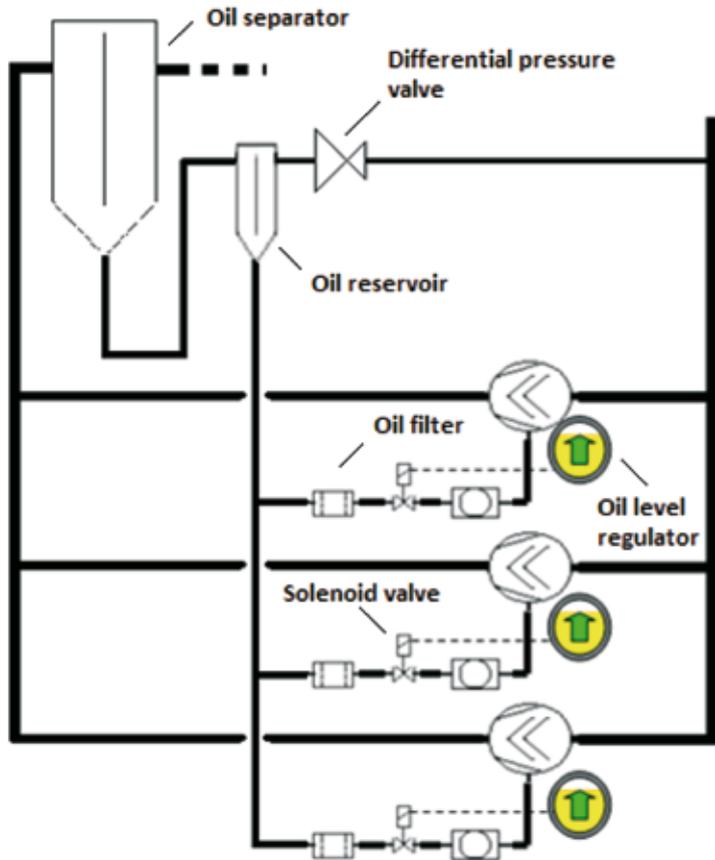
Il controllo del livello dell'olio all'interno del compressore a velocità variabile diventa critico e una semplice soluzione di equalizzazione potrebbe non essere sufficiente. Per gestire efficientemente il ritorno dell'olio, si raccomanda di usare un sistema di controllo del livello dell'olio su ciascun compressore. Una soluzione molto comune è selezionare un sistema con un solo separatore dell'olio ed un ricevitore dell'olio, collegato al collettore di aspirazione con una valvola di pressione differenziale fra i due dispositivi per mantenere una pressione più elevata - di circa 1,4 bar - nel ricevitore (con la CO<sub>2</sub> come refrigerante considerare un valore più elevato). Il ricevitore può essere anche integrato nel separatore dell'olio, in tal caso sarà in alta pressione. Entrambe le soluzioni consentono un'adeguata distribuzione dell'olio ad ogni compressore tramite regolatori del livello dell'olio che, tuttavia, devono essere progettati per il funzionamento sia a bassa pressione sia ad alta pressione.

Entrambe le soluzioni consentono un'adeguata distribuzione dell'olio ad ogni compressore tramite regolatori del livello dell'olio che, tuttavia, devono essere progettati per il funzionamento sia a bassa pressione sia ad alta pressione.

**3.2 Dimensionamento delle linee di aspirazione e mandata**

Selezionare le dimensioni appropriate per i tubi in base allo spostamento volumetrico del compressore a velocità variabile, in funzionamento alla velocità massima. Un corretto dimensionamento previene eccessive perdi-

Figura 5.  
**Schema della distribuzione dell'olio in un rack di compressori  
 – design ottimale.**

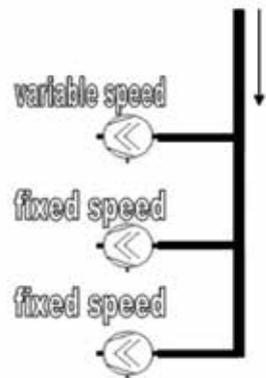


### 3.3 Posizione dei compressori a velocità fissa rispetto a quelli a velocità variabile

Una delle soluzioni più semplici e comuni è utilizzare per le tubazioni di aspirazione il diagramma mostrato nella Figura 6.

Tuttavia, a causa del forte reindirizzamento del flusso del gas, se il compressore VS si trova nella prima posizione, possono manifestarsi effetti centrifughi di separazione dell'olio. L'olio,

Figura 6.  
**Disposizione delle tubazioni lato aspirazione dei compressori in un sistema rack.**



te di carico alle alte frequenze, ma riduce la velocità del gas e del liquido nelle tubazioni alle frequenze più basse.

Isolatori di vibrazioni possono essere utilizzati sulle linee di mandata e di aspirazione dei compressori per attenuare forti vibrazioni. Questo si può verificare quando le pulsazioni del compressore a velocità variabile attraversano le frequenze di risonanza dei tubi. Questa soluzione consente di ridurre il rumore e di prevenire vibrazioni anomale.

Il montaggio degli isolatori di vibrazione deve essere effettuato in base alle istruzioni del produttore. In generale, la migliore prassi è installarli con il loro asse parallelo all'albero motore del compressore e il più vicino possibile alla carcassa del compressore per evitare rotture a fatica dei tubi.

Con i compressori a velocità variabile, le pulsazioni del gas di mandata possono coprire una vasta gamma di frequenze, che possono causare problemi di risonanza nella linea di mandata.

Uno dei criteri per la disposizione delle linee di mandata è quello di evitare le cosiddette "lunghezze critiche", per quanto possibile. La lunghezza critica del tubo equivale alla lunghezza d'onda della sinusoide delle pulsazioni (o la sua frazione armonica). A sua volta, quest'onda dipende dalla frequenza di oscillazione (impulsi di mandata al secondo) e dalla velocità sonica del refrigerante alla pressione e temperatura di mandata.

A causa dell'ampia gamma di frequenze ed ai vincoli legati alle tubazioni, è spesso difficile trovare una dimensione ideale. Pertanto, potrebbe essere opportuno installare un muffler in mandata in modo da ridurre l'ampiezza della pulsazione. Questo in particolare con i compressori che possono funzionare a velocità relativamente bassa (frequenza di pulsazione) e con un alto rapporto di compressione. In casi critici, è anche possibile "bypassare" determinate frequenze di risonanza tramite la configurazione dell'inverter (vedere anche il capitolo 3.5).

che ha una densità superiore rispetto al gas, sarà separato in corrispondenza del punto morto del tubo. Questo può comportare la formazione di sacche d'olio dopo l'avvio di un compressore vicino a questa posizione.

Questo sistema è tuttavia raccomandato solo in combinazione con un sistema di regolazione dell'olio su ogni compressore.

Una soluzione preferibile è quella di progettare le tubazioni in modo da ottenere un eguale reindirizzamento di gas e olio (vedere Figura 7). Il compressore a velocità variabile può essere montato in qualsiasi posizione. Con una buona progettazione, questo sistema può essere talvolta utilizzato senza un sistema di regolazione dell'olio.

### 3.4 Punto di misurazione della pressione di aspirazione

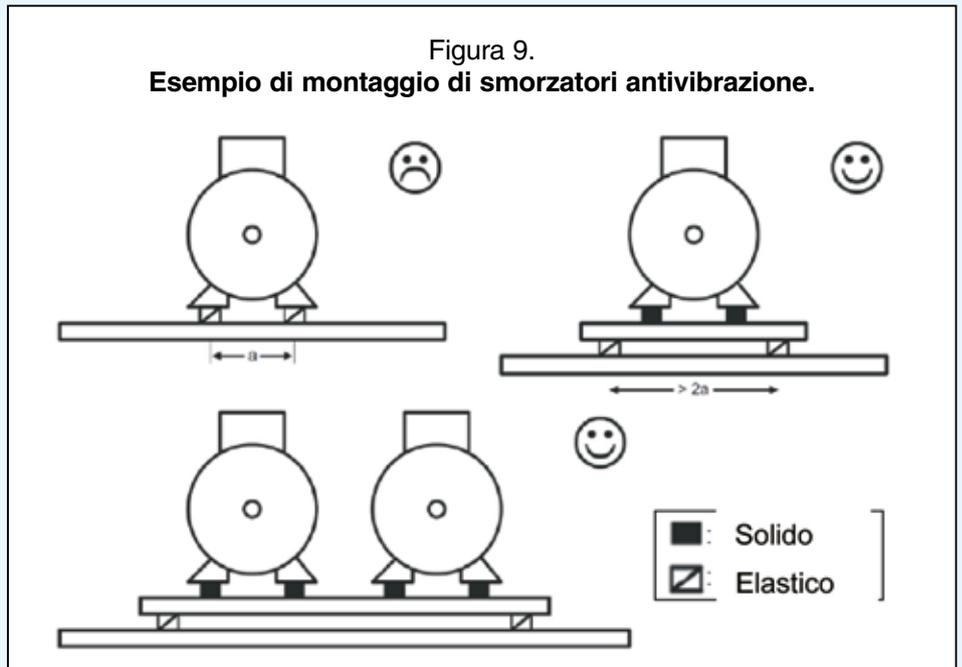
Se si utilizza un sistema di controllo basato sulla pressione di aspirazione, la posizione del punto di misurazione sulla linea di aspirazione è importante

per una buona regolazione. Per minimizzare le pulsazioni di pressione, si raccomanda di montare il trasduttore di pressione sul collettore di aspirazione. Aumentare la distanza del punto di misurazione dalla presa di aspirazione dei compressori a velocità fissa aiuterà inoltre a smorzare le fluttuazioni di pressione quando i compressori a velocità fissa vengono accesi/spenti.



### 3.5 Smorzamento delle vibrazioni

I piedini antivibranti in gomma forniti con la maggior parte dei compressori sono progettati per un funzionamento a 50 e 60 Hz. Durante il funzionamen-



to a bassa frequenza, il compressore può emettere forti vibrazioni. Questo in genere richiede soluzioni alternative, come l'utilizzo di elementi di fissaggio rigidi tra i compressori e il telaio.

In particolare, può essere vantaggioso attenersi alle seguenti istruzioni:

1. Utilizzare supporti rigidi, per esempio boccole di plastica o di metallo sotto i piedini di montaggio del compressore.
2. Utilizzare supporti elastici sotto il compressore o il sotto-telaio del rack con smorzatori di vibrazioni separati da una distanza almeno pari al doppio della distanza tra i punti di montaggio del compressore.

Le immagini di Figura 9 mostrano alcune alternative di montaggio:

Se si verificano forti vibrazioni a determinate frequenze, sarà possibile risolvere il problema solo con l'utilizzo delle funzioni di controllo dell'inverter (se disponibili). In molti casi, sarà possibile "bypassare" determinate frequenze di risonanza senza creare problemi in termini di discontinuità nel controllo della capacità frigorifera.

Raccomandiamo di controllare attentamente l'intero impianto e adottare le necessarie misure per attenuare e prevenire vibrazioni o risonanze anomale nel campo delle frequenze di funzionamento, per evitare possibili rotture dei tubi e altri problemi correlati (rumore,...).

Su rack di compressori per la refrige-

razione, è sempre consigliabile collegare elettricamente i compressori in modo che il loro senso di rotazione sia lo stesso.

### 3.6 Interazione con controlli della capacità meccanici, EEV e regolatori della velocità dei ventilatori

Come spiegato nel capitolo 2, in applicazioni a rack si consiglia di minimizzare l'ampiezza delle discontinuità prodotte quando i compressori a velocità fissa vengono accesi o spenti. Questo per migliorare la stabilità di funzionamento del sistema.

Questo obiettivo può essere conseguito incorporando un controllo di capacità meccanico nei compressori a velocità fissa che aumenti il numero di gradini e ne riduca l'ampiezza, aumentando contemporaneamente la stabilità del processo e riducendo la taglia del compressore a velocità variabile.

Tuttavia, l'uso di un controllo di capacità meccanico su un compressore a velocità variabile dipenderà dalla tecnologia utilizzata e normalmente non è raccomandato (vedere anche il documento ASERCOM "Raccomandazioni per l'utilizzo dei variatori di frequenza con compressori frigoriferi volumetrici").

Come per i rack di compressori standard, raccomandiamo l'uso di valvole di espansione elettroniche (EEV) e di regolatori della velocità dei ventilatori

(sul condensatore) per ottenere un controllo stabile ed efficiente, soprattutto se consideriamo la vasta gamma di capacità frigorifere e le variabili condizioni di temperatura ambiente durante le stagioni.

### 3.7 Interazione con altri dispositivi

I compressori per il funzionamento a velocità variabile sono in genere dotati di un'adeguata protezione del motore, con controllo termico. Se il compressore è dotato di un dispositivo di protezione per il monitoraggio del senso di rotazione (per esempio, se è del tipo a vite, scroll o rotativo), potrebbero essere necessarie misure specifiche – consigliamo di contattare il produttore.

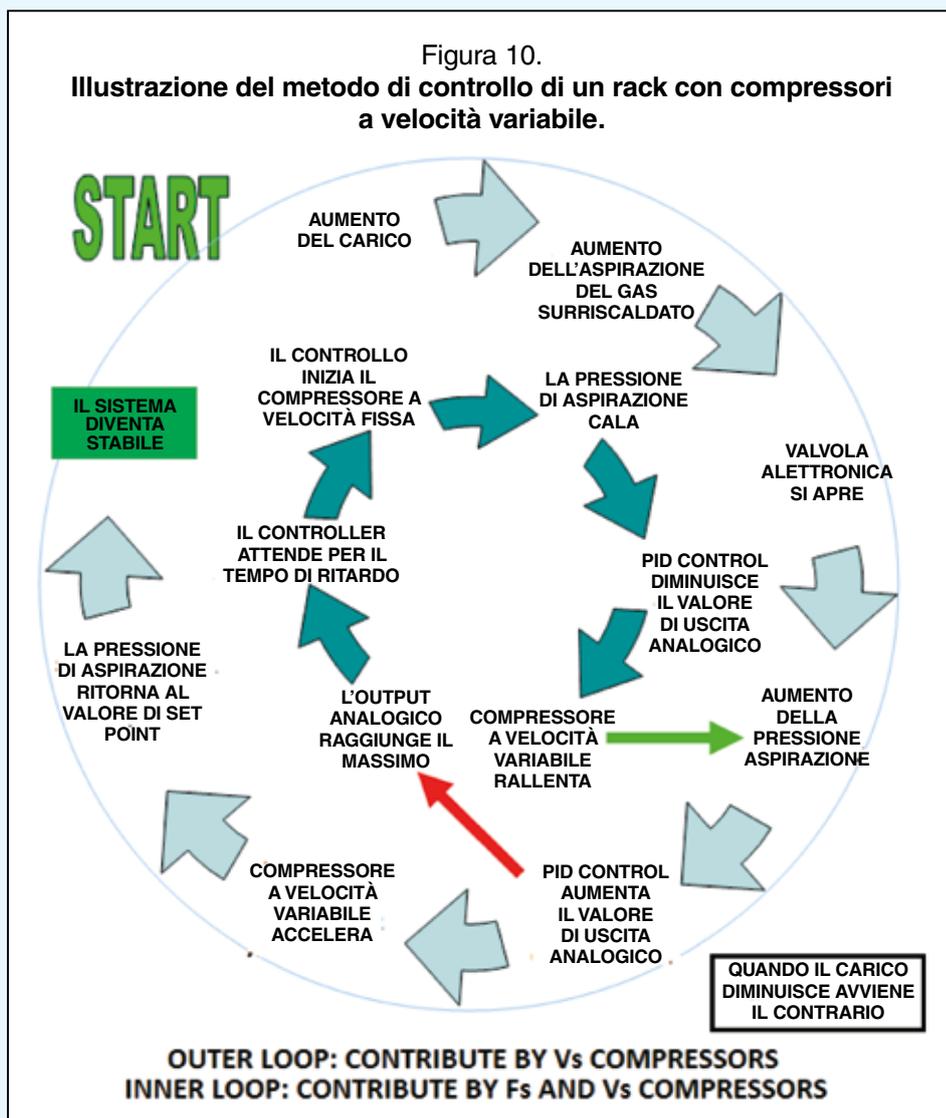
Se i compressori con direzione di rotazione fissa sono utilizzati senza moduli di protezione per il controllo della sequenza delle fasi, quando si configura l'inverter, è necessario verificare di aver selezionato la sequenza delle fasi corretta. Inoltre, la correttezza dei collegamenti elettrici tra l'inverter e la morsettiera del motore deve essere controllata prima dell'avvio.

Se l'inverter viene utilizzato per interrompere l'alimentazione al compressore (Safe Torque Off) per prevenire un avviamento accidentale, o quando un allarme viene emesso da un dispositivo di sicurezza elettrico, l'inverter deve soddisfare i requisiti della nuova Direttiva Macchine. In questo caso, l'arresto deve essere sicuro e veloce e non deve essere gestito da un circuito elettronico di controllo intermedio. In alternativa, i dispositivi di sicurezza possono essere collegati a un contattore installato tra l'inverter e il motore del compressore. Per ulteriori informazioni, vedere il capitolo 7.

Se il compressore con inverter è dotato di una pompa dell'olio, controllare la velocità minima di sicurezza nel manuale del produttore per evitare che il pressostato differenziale vada in allarme. Verificare anche che nessun pressostato vada in allarme nell'intero campo di frequenza o quando i compressori a velocità fissa vengono accesi/spenti.

Se possibile, integrare, nel circuito di sicurezza, un allarme del livello dell'olio per il compressore a velocità variabile.

**Nota:** Ciascun dispositivo di sicurezza



deve essere dotato del giusto livello di immunità EMI per garantire una protezione completa (principalmente i dispositivi a bassa tensione).

### 4. FUNZIONI DI CONTROLLO

Vi sono diversi metodi alternativi per controllare il compressore a velocità variabile (VsC); per esempio:

- Utilizzo di un regolatore esterno con un'uscita analogica (in genere 0...10 V) per variare la frequenza dell'inverter applicata al compressore.
- Utilizzo di funzioni di controllo integrate nell'inverter per controllare la pressione di aspirazione o la temperatura di evaporazione. Sono in genere basate sul controllo PI (proporzionale + integrale).

Un regolatore avanzato può inoltre controllare la pressione di aspirazione (o la temperatura di evaporazione) in

modalità "flottante", per consentire un funzionamento al più alto valore ammissibile, minimizzando il consumo di energia.

È inoltre possibile utilizzare funzioni per ottimizzare il ritorno dell'olio e per assicurare che il compressore operi all'interno del campo di applicazione ed entro i limiti elettrici.

Diverse importanti limitazioni devono essere rispettate per assicurare un funzionamento affidabile del VsC con una lunga vita in servizio, fra cui:

- Numero di avviamenti all'ora
- Tempo di funzionamento minimo
- Tempo minimo fra gli avviamenti

Il controllo del compressore a velocità variabile (VsC) in un sistema multi-compressore è in genere combinato con il controllo dei compressori a velocità fissa (FsC), adottando le medesime limitazioni descritte sopra. Qui, ci sono principalmente due metodi di controllo:

- Il metodo di controllo della capacità del rack di compressori a “zona neutra” consente di aumentare/diminuire la velocità del VsC in funzione delle variazioni del carico, quando la pressione di aspirazione supera/scende al di sotto della zona neutra definita. Quando il VsC raggiunge la velocità massima/minima e non vi è ulteriore aumento/diminuzione della pressione di aspirazione, l’FsC si inserisce/dissinserisce dopo un ritardo definito.
- Attivazione di un ulteriore FsC quando il VsC viene azionato alla massima frequenza, per un periodo superiore ad un tempo definito (ritardo). Allo stesso modo, disattivazione di un FsC quando il VsC viene azionato alla minima frequenza, per un periodo superiore ad un tempo definito.

Il fattore di controllo (CF), a cui abbiamo accennato nella Sezione 2, è molto importante per conseguire un funzionamento stabile, con risparmio di energia. Con i metodi di controllo del VsC di cui sopra, è possibile compensare le variazioni di capacità durante il normale funzionamento. Solo quando è presente una notevole variazione nella capacità, sarà necessario attivare o disattivare un FsC del rack. Ciò si traduce in un aumento della vita utile dei compressori in quanto il numero di avviamenti e arresti viene considerevolmente ridotto.

Questo metodo di controllo è illustrato nella Figura 10, dove:

- L’anello esterno mostra il funzionamento del VsC con compensazione delle normali variazioni nella capacità frigorifera.
- L’anello interno mostra il ciclo di funzionamento quando un ulteriore FsC è necessario per soddisfare i requisiti di capacità.

## 5. STABILITÀ DELLE CONDIZIONI DI LAVORO E RISPARMIO ENERGETICO

Le installazioni basate su uno o più compressori a velocità fissa hanno sempre una deviazione intrinseca rispetto alla temperatura di evaporazione (capacità troppo alta o troppo bassa). La deviazione effettiva dipende dalla progettazione del sistema.

Se si utilizza un sistema con compressori a velocità variabile (VsC) corretta-

mente progettata, questa deviazione può essere tipicamente ridotta di un fattore 5 (spesso più elevato); vedere la Figura 11. Un’analisi dei dati del compressore indica che questa soluzione comporta una notevole riduzione dei consumi energetici.

Inoltre, il controllo della valvola di espansione (con un tempo di risposta relativamente lento) assicura un riempimento dell’evaporatore ottimale, un altro importante aspetto per minimizzare il consumo di energia.

Poiché gli scambiatori di calore sono progettati per funzionare a pieno carico, la possibilità di funzionare in maniera stabile a carico parziale con un inverter, consente temperature di evaporazione più alte e temperature di condensazione più basse per lo stesso fabbisogno di raffreddamento. Il coefficiente di prestazione (COP) dei compressori è più alto con un minore consumo di energia. Questo è particolarmente importante, in quanto i tempi di funzionamento in condizioni di carico parziale sono generalmente prevalenti.

Le condizioni di funzionamento più stabili dei sistemi di compressori basati su inverter offrono inoltre i seguenti vantaggi:

- Negli impianti con chiller, i serbatoi di accumulo dell’acqua sono spesso usati per minimizzare le variazioni di temperatura. Con un controllo preci-

so della temperatura, è possibile ridurre le dimensioni del serbatoio di accumulo associato.

- Migliore controllo della temperatura per le applicazioni critiche, come nella trasformazione alimentare e nelle macchine per lo stampaggio a iniezione della plastica. Un miglior controllo della temperatura consente di ridurre considerevolmente gli sprechi di processo.

Le figure 11 e 12 illustrano la riduzione del consumo di energia e il miglioramento del COP in condizioni di carico parziale.

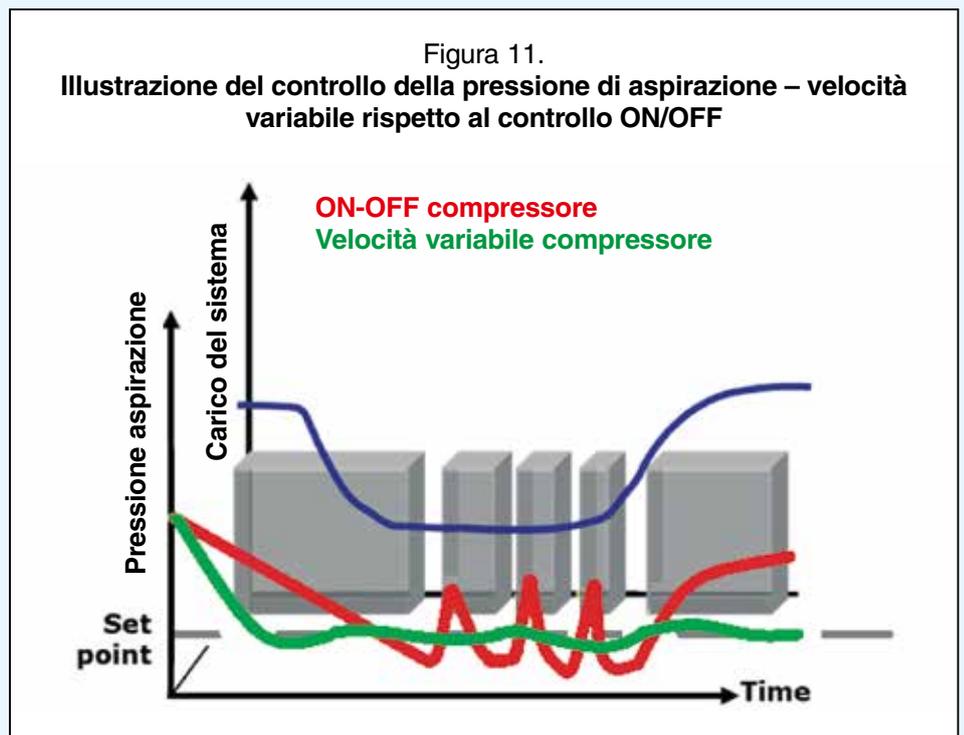
## 6. PROLUNGAMENTO DELLA VITA UTILE - AFFIDABILITÀ

### 6.1 Affidabilità del compressore

- Sequenza avvio/arresto

La maggior parte dell’usura meccanica in un compressore avviene durante una notevole variazione delle condizioni di funzionamento, in particolare durante l’avvio.

Il compressore a velocità variabile funzionerà per la maggior parte del tempo, con conseguenti cicli ON/OFF molto bassi. Questo è applicabile anche ai compressori a velocità fissa in un rack di compressori, in quanto si accenderanno/spegneranno con meno frequen-



za. Questo implica:

- minore sollecitazione elettrica sull'avvolgimento motore.
- minore sollecitazione meccanica su tutte le parti in movimento dei compressori.

- Avviamento graduale (soft start)

Con i parametri dell'inverter impostati correttamente, l'aumento controllato della velocità riduce la sollecitazione sulle parti meccaniche del compressore. La ridotta corrente di spunto dall'inverter ridurrà inoltre la sollecitazione sull'avvolgimento del motore.

- Protezioni dell'inverter

La maggior parte degli inverter è dotata di una funzione di monitoraggio della corrente che riduce la velocità del compressore in caso di sovraccarico.

La protezione contro i cicli brevi, la perdita di una fase e la rotazione inversa sono caratteristiche comuni negli inverter

Queste funzioni prolungano in genere la vita in servizio dei compressori.

## 6.2 Affidabilità di un rack di compressori

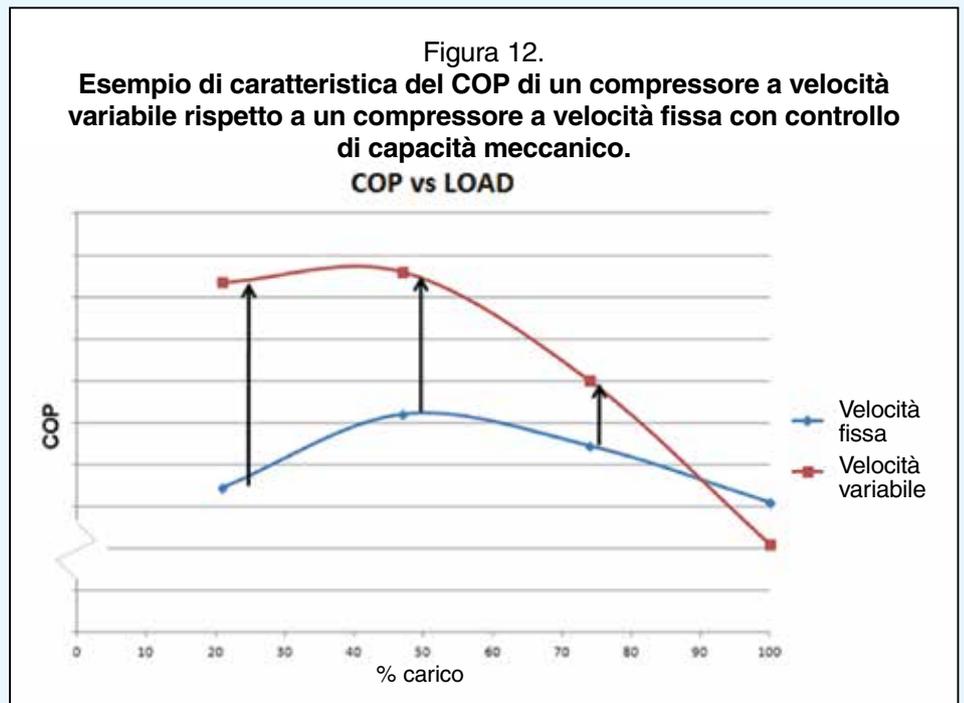
- Vibrazioni

La più importante limitazione in termini di funzionamento di un rack di compressori è costituita dalle vibrazioni generate dai compressori a velocità variabile. L'ampio campo di velocità può potenzialmente aumentare il rischio di un funzionamento vicino alla frequenza naturale di risonanza del rack. Questo aspetto deve essere controllato attentamente al momento dell'installazione. Alcuni inverter sono in grado di "bypassare" determinati intervalli di frequenza per prevenire forti risonanze e conseguenti rotture dei tubi o del telaio. Le frequenze da ignorare sono inserite manualmente come parametri dell'inverter.

Questa funzione può essere utilizzata anche sul campo quando il rack è installato nel sistema di refrigerazione. La frequenza naturale del rack può cambiare quando le tubazioni sono collegate e quando il rack viene fissato in posizione.

- Usura delle tubazioni

La riduzione del numero di avvii/arresti dei compressori ridurrà anche l'usura delle tubazioni del rack.



## 7. CONFORMITÀ AGLI STANDARD DI SICUREZZA

I regolamenti per gli impianti di refrigerazione fanno riferimento alla norma di sicurezza EN 60204-1 (Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Regole generali) È una prassi stabilita e comprovata che i circuiti di sicurezza (compresi i dispositivi di limitazione della pressione) siano dotati di dispositivi elettromeccanici quali relè o contattori. Non è consentito utilizzare controlli di automazione standard basati su software (per esempio, PLC) in quanto non sono funzionalmente fail-safe e/o perché un errore software può causare condizioni operative pericolose.

In caso di emergenza (per esempio, raggiungimento del limite della pressione) la Categoria di arresto 0 (immediato scollegamento dell'alimentazione) è appropriata.

L'interruzione della corrente elettrica al compressore tramite contattore è una tecnica collaudata per l'arresto immediato e sicuro dei motori dei compressori in una condizione di emergenza. La funzione Safe Torque-Off (STO) integrata in alcuni convertitori di frequenza può essere utilizzata come metodo alternativo, a condizione che un contattore di bypass non venga utilizzato. Con una corretta installazione, un livello di integrità di sicurezza 3 (SIL3 – Safety Integrity Level) può

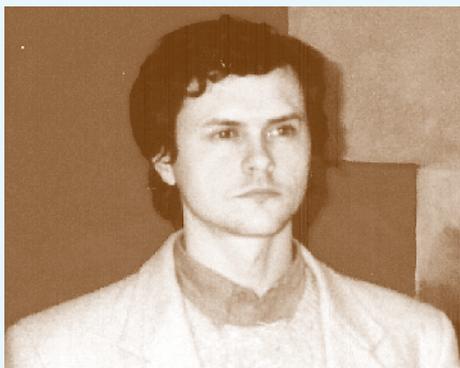
essere conseguito.

Un circuito di sicurezza tipico in genere comprende i seguenti elementi:

- Dispositivi essenziali rilevanti per la sicurezza, per esempio pressostati per sovrappressione.
- Dispositivi opzionali, come pressostati per bassa pressione, dispositivi per il monitoraggio della pressione o del livello dell'olio.
- Dispositivi sensibili come relè di sovratemperatura motore.

Gli standard e le raccomandazioni precedentemente descritti sono linee guida generali per la progettazione di un'installazione dotata dei necessari dispositivi di sicurezza. Tuttavia, è responsabilità dell'installatore o della società che fornisce il sistema valutare il rischio di ogni singolo impianto, assicurando che tutte le misure di sicurezza siano adeguate e funzionali.

*Queste raccomandazioni sono rivolte ai professionisti e ai produttori/installatori di sistemi di refrigerazione industriali, commerciali e domestici. Sono state redatte sulla base di ciò che ASERCOM ritiene essere lo stato delle conoscenze scientifiche e tecniche al momento della redazione; tuttavia, ASERCOM e le aziende associate non possono accettare alcuna responsabilità ed, in particolare, non possono presumere l'affidabilità delle misure – azioni o omissioni – adottate sulla base di tali raccomandazioni.*



## Sostituzione dell'R404A con R407H: alcune verifiche cautelative sulla compatibilità

213<sup>a</sup> lezione di base

PIERFRANCESCO FANTONI

 ARTICOLO DI  
PREPARAZIONE AL  
PATENTINO FRIGORISTI

### DUECENTOTREDICESIMA LEZIONE SUI CONCETTI DI BASE SULLE TECNICHE FRIGORIFERE

*Continuiamo con questo numero il ciclo di lezioni semplificate per i soci ATF del corso teorico-pratico di tecniche frigorifere curato dal prof. ing. Pierfrancesco Fantoni. In particolare con questo ciclo di lezioni di base abbiamo voluto, in questi 20 anni, presentare la didattica del prof. ing. Fantoni, che ha tenuto, su questa stessa linea, lezioni sulle tecniche della refrigerazione ed in particolare di specializzazione sulla termodinamica del circuito frigorifero.*

*Visionare su [www.centrogalileo.it](http://www.centrogalileo.it) ulteriori informazioni tecniche alle voci "articoli"*

*e "organizzazione corsi":*

- 1) calendario corsi 2018,*
- 2) programmi,*
- 3) elenco tecnici specializzati negli ultimi anni nei corsi del Centro Studi Galileo divisi per provincia,*
- 4) esempi video-corsi,*
- 5) foto attività didattica.*

**È DISPONIBILE  
LA RACCOLTA COMPLETA  
DEGLI ARTICOLI  
DEL PROF. FANTONI  
Per informazioni: 0142.452403  
corsi@centrogalileo.it**

*È vietata la riproduzione dei disegni su qualsiasi tipo di supporto.*

#### Introduzione

Vediamo quali sono le altre caratteristiche dell'R407H che vale la pena di prendere in considerazione perché diverse da quelle dell'R404A e quindi portatrici di novità dal punto di vista delle tecniche e procedure di lavoro da adottare da parte dei tecnici frigoristi. Come detto, in linea di massima il 407H può rappresentare una soluzione drop-in, ossia non richiedere particolari modifiche al circuito frigorifero una volta avvenuta la sostituzione. Non va esclusa del tutto, però, la necessità di dover eseguire alcune verifiche cautelative su alcuni tipi di impianti con caratteristiche particolari, come potrebbe essere, ad esempio, l'"anzianità" di servizio.

Vediamo nello specifico le attenzioni che è bene prestare. In particolare ci soffermiamo a considerare il lubrificante del compressore, il filtro disidratatore ed i materiali plastici che compongono le guarnizioni dei componenti del circuito frigorifero.

#### L'olio

Come già specificato nel numero scorso, la sostituzione dell'R404A con l'R407H non richiede, in generale, una sostituzione del lubrificante del compressore. Entrambi i refrigeranti sono compatibili con gli oli sintetici, in particolare gli oli polioliestere (POE). Per ragioni di sicurezza, comunque, dopo la sostituzione è sempre bene controllare che l'olio ritorni al compressore

durante il funzionamento del circuito. Questa verifica va fatta subito dopo la conversione e nei primi periodi di funzionamento del circuito con il nuovo refrigerante.

Parliamo dei circuiti dotati di compressore importante, di un certo costo, per i quali non bisogna rischiare il gripaggio per una causa così banale come la mancanza di olio. Tali compressori sono normalmente dotati di spia del livello dell'olio nel carter del compressore stesso, quindi tale verifica è abbastanza agevole.

Se il compressore non ha la spia dell'olio (vedi figura 1) l'accertamento è più complicato, ma se l'olio non dovesse ritornare al compressore, per una cattiva compatibilità con l'R407H, allora si verificherebbe una sua forte presenza nell'evaporatore del circuito. Questo perché tradizionalmente i circuiti a R404A→R407H lavorano a basse temperature e quindi l'evaporatore è proprio il punto più critico per il trascinarsi dell'olio da parte del refrigerante.

Con tali premesse possiamo comprendere come la mancanza di olio al compressore trovi corrispondenza in un cattivo funzionamento dell'evaporatore in termini di scambio termico, ostacolato proprio dall'imbrattamento delle superfici interne delle sue tubazioni da parte dell'olio che ristagna e non scorre verso il compressore. Il "sospetto" di tale eventualità può nascere quando si apprezza che, dopo la sostituzione dell'R404A con l'R407H, il circuito ha una resa frigorifera inferiore, fatica a mantenere le

temperature impostate, il compressore ha lunghi cicli di marcia, la pressione di evaporazione risulta stranamente bassa, la batteria evaporante va incontro ad un anomalo ed abbondante brinamento.

Ulteriore attenzione va prestata al fatto che l'uso di olio sintetico comporta un'elevata esposizione al rischio-umidità. Infatti, come noto, tale tipo di olio risulta essere altamente igroscopico. Durante la procedura di sostituzione del refrigerante, quindi, vanno prese tutte le precauzioni per evitare accidentali ingressi di umidità nel circuito e comunque premurarsi di eseguire sempre un accurato vuoto prima della carica del nuovo refrigerante.

Gli oli POE in presenza di umidità possono dar luogo a fenomeni di idrolisi con conseguente formazione di sostanze acide molto pericolose per il buon funzionamento del circuito.

### Il filtro disidratatore

La tipologia di filtri disidratatori impiegati con l'R404A sono adatti anche all'uso con R407H (vedi figura 2). In linea di massima, quindi, non è necessario procedere alla sostituzione di tale componente.

Anche qui, però, vanno fatti gli opportuni distinguo. Infatti il filtro è l'elemento incaricato di togliere i residui di umidità dal circuito, quelli rimasti inevitabilmente anche dopo la sua vuotatura.

Il filtro presente nel circuito al momento della sostituzione dell'R404A ha già lavorato, ha compiuto il suo "dovere" quando il circuito è stato avviato la

Figura 1.  
**Compressore ermetico alternativo per R404A sprovvisto di spia per il controllo dell'olio.**



Figura 2.  
**Filtro disidratatore, con spia del liquido incorporata, adatto per R407H, R404A ed altri tipi di refrigeranti fluorurati.**

(catalogo Castel)



prima volta, e quindi sicuramente non ha più la capacità di disidratazione che può avere un filtro nuovo.

Se nella procedura di sostituzione del refrigerante si sospetta che dell'umi-

dità possa essere nuovamente entrata nel circuito, il vecchio filtro potrebbe non essere capace di intercettarla. Ovviamente solo il tecnico che esegue tale operazione è in grado di valutare se questo può essere successo. Se ha questo dubbio allora è bene che provveda alla sostituzione del vecchio filtro con uno nuovo, della stessa tipologia di quello originario.

### Compatibilità con materie plastiche

Anche per quanto riguarda questo aspetto, l'R407H non pone particolari problematiche. Si ha la stessa compatibilità che si registra con i refrigeranti che va a sostituire, ossia R404A e R507A.

Non devono mancare, comunque, le opportune verifiche che vanno condotte nei casi specifici, all'occorrenza.

La maggior parte delle guarnizioni, infatti, è costituita da elastomeri o polimeri. Sostanze di tipo plastico o gommoso. Va da sé pensare che quando si decide di sostituire l'R404A con l'R407H lo si fa per conservare il circuito frigorifero originale perché ancora in grado di funzionare correttamente.

Circuito che, comunque, non è nuovo: può avere un'anzianità di funzionamento più o meno elevata e quindi tutti i materiali di tipo plastico, come appunto le guarnizioni, possono essere potenzialmente deteriorate. Ne consegue una riduzione del loro potere sigillante.

Anche in tale contesto, dunque, potrebbe essere opportuno condurre le opportune verifiche per accertarsi del buono stato di tali componenti, verifica che trova tanto più ragione di essere condotta quanto più il circuito frigorifero è datato.

Per quanto riguarda gli elastomeri, l'R407H risulta essere compatibile con il neoprene, con la gomma nitrilica (NBR) e con le gomme EPDM. Con gli elastomeri di tipo HNBR la compatibilità può essere, in alcuni casi, più problematica. Per quanto riguarda i polimeri si ha buona compatibilità con la poliammide (ad esempio nylon e kevlar) e le resine epossidiche. Da verificare la compatibilità con i materiali poliesteri

**FRIGOPLANNING**  
Frigoriferi Industriali e Componenti

rappresentante con deposito

**ebmpapst**

per disponibilità in tempo reale

[www.frigoplanning.com](http://www.frigoplanning.com)

83100 - AVELLINO Via Antonio Ammaturo, 100 - Tel. 0825780955 - Fax 0825780966



SISTEMI PER LA GESTIONE E IL TRATTAMENTO DELLA CONDENSA  
E STRUMENTI DI MISURA HVAC/R



Il Gruppo Sauermann è leader mondiale nella produzione di mini-pompe a pistone per lo scarico della condensa dai sistemi di climatizzazione, riscaldamento e refrigerazione.

Per i mesi autunnali ed invernali, il marchio Sauermann propone una precisa gamma di pompe centrifughe e a pistone con serbatoio, come la Si-82 e la Si-60, ideali per la gestione e lo smaltimento di ogni tipo di condensa nelle caldaie a condensazione a gas. Oggi Sauermann fa il suo ingresso anche nel mondo degli strumenti di misura aggiungendo alla propria offerta una gamma di manifold digitali wireless, supportata anche dal lancio di Si-Manifold, un'applicazione gratuita per smartphone e tablet.

L'altra anima del Gruppo, il marchio Kimo, propone una vasta offerta di strumentazione per la misura di diversi parametri, offrendo soluzioni innovative e dando un servizio di consulenza pre-acquisto e di assistenza post-vendita. Di questi strumenti fa parte la gamma Kigaz, una selezione di analizzatori di combustione per l'analisi di fumi, pressione e temperatura nell'ambito del riscaldamento civile ed industriale.

[www.sauermann.it](http://www.sauermann.it) - [www.kimo.it](http://www.kimo.it)

# ReCom



REVISIONE COMPRESSORI FRIGORIFERI  
POMPE INDUSTRIALI

[www.recomsas.com](http://www.recomsas.com) - [www.remanufactured-refrigeration-compressor.com](http://www.remanufactured-refrigeration-compressor.com)  
[info@recomsas.com](mailto:info@recomsas.com)

- **compressori**  
*compressors*
- **avvolgimenti**  
*stators winding*
- **ricambi**  
*spare parts*
- **pompe industriali**  
*industrial pumps*
- **consulenza**  
*consulting*





## **CEPAS • GRUPPO BUREAU VERITAS CERTIFICAZIONE DELLE COMPETENZE**

### **TECNICI DEL FREDDO • FGAS**

I nuovi Regolamenti (CE) 517/2014 e 2067/2015 confermano l'obbligo di certificazione per Personale e Aziende coinvolte nell'utilizzo dei Gas Fluorurati (il Certificato della Persona è definito familiarmente Patentino del Frigorista).

In mancanza del Certificato, il Personale e le Aziende non possono svolgere attività quali installazione, manutenzione, riparazione, recupero e smantellamento delle apparecchiature contenenti tali gas fluorurati, nè acquistare gas refrigeranti ad effetto serra, vedendo limitato quindi il proprio lavoro e rischiando pesanti sanzioni.

CEPAS è accreditato da Accredia e approvato dal Ministero dell'Ambiente per tutte le attività di certificazione di Persone e Imprese che operano in questo settore e può aiutare i tecnici e le aziende a soddisfare questo obbligo di legge.

### **TECNICI DEL CALDO • UNI 11554**

I tecnici che si occupano di progettazione, collaudo, installazione o manutenzione di Impianti a Gas di tipo civile hanno spesso bisogno di comunicare a un mercato sempre più esigente le proprie capacità e competenze, a garanzia del servizio offerto.

Per questo motivo, la certificazione secondo la norma UNI 11554 può essere un sicuro vantaggio per i tecnici. Si tratta di una norma volontaria che garantisce al cliente che il tecnico incaricato è un professionista competente.

CEPAS offre una certificazione accreditata per le 3 figure previste: responsabile tecnico, installatore e manutentore.

#### **CEPAS SRL**

#### **A Bureau Veritas Group Company**

Via Mario Bianchini 13/15, 00142 Roma

Tel +39 065915373 Fax: +39 065915374

personalefgas.cepas@it.bureauveritas.com

comunicazioni@cepas.bureauveritas.com

[www.cepas.it](http://www.cepas.it)



**CEPAS**

## GLOSSARIO DEI TERMINI DELLA REFRIGERAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO

(Parte centosettantaseiesima)  
Diciottesimo anno

A cura dell'ing.  
PIERFRANCESCO FANTONI

**Acida, condizione:** Condizione in cui il refrigerante e/o l'olio contenuti all'interno del circuito frigorifero sono stati contaminati dalla formazione di acidi. Di solito tale situazione si verifica a causa dell'umidità che rimane all'interno del circuito stesso a causa di un non adeguato processo di essiccazione o alla totale mancanza della procedura di vuoto prima di eseguire la carica del circuito e dopo aver aperto il circuito frigorifero stesso. Se la quantità di umidità che rimane all'interno del circuito non è minima allora nemmeno l'azione del filtro disidratatore installato sulla linea del liquido è in grado di neutralizzarla. Una condizione acida comporta dei rischi per quanto riguarda il corretto funzionamento del circuito in particolare modo per il compressore.

**CFM:** Cubic Feet per Minute (piede cubico al minuto). Unità di misura del Sistema Anglosassone di unità di misura che viene utilizzata per esprimere la portata d'aria in gioco nei sistemi di climatizzazione e/o di trattamento dell'aria. Espresso nelle unità di misura del Sistema Internazionale di unità di misura corrisponde a circa  $4,72 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ , ossia circa  $1,7 \text{ m}^3/\text{h}$

**Dispositivo di sicurezza:** Apparecchiatura che viene utilizzata per interrompere il funzionamento di un circuito frigorifero quando vengono

raggiunte pressioni o temperature di lavoro che possono comportare rischi per la sicurezza (appartengono a tale categoria, ad esempio, i pressostati) o rischi per l'integrità di alcuni componenti del circuito frigorifero stesso (come, ad esempio, i flussostati). I dispositivi di sicurezza di norma sono apparecchiature in grado di sezionare l'alimentazione elettrica dell'impianto e quindi di provvedere al suo arresto immediato.

**Hertz:** Unità di misura della frequenza. Indica il numero di cicli che si verificano al secondo in una grandezza periodica alternata, ossia quante volte in un secondo una determinata grandezza alternata assume il suo valore massimo e il suo valore minimo. Tale termine viene utilizzato molto frequentemente quando si parla di corrente elettrica alternata. Il nome di tale unità di misura è stato attribuito in onore del fisico tedesco Heinrich Hertz, nato il 22 febbraio 1857 e morto l'1 gennaio 1894. Ha per simbolo Hz.

**Motore a 2 poli:** Motore elettrico monofase dotato di una coppia di poli che quando funziona in assenza di carico e viene alimentato da una corrente elettrica alternata a 50 Hz gira a 3000 giri al minuto. Quando il motore è sottoposto ad un carico (ossia deve azionare un dispositivo) il campo magnetico rotante nello statore non cambia velocità mentre il rotore (la parte mobile del motore elettrico) subisce un "rallentamento" nella sua velocità di rotazione proprio a causa del carico che deve azionare e che oppone resistenza alla sua rotazione. Di norma la velocità di rotazione del rotore sotto carico è di circa 2900 giri al minuto per cui si verifica uno "slittamento" tra la velocità del campo magnetico dello statore e la velocità di rotazione del rotore. I piccoli compressori frigoriferi di tipo ermetico largamente impiegati nel settore della refrigerazione e del condizionamento sono dotati di un motore elettrico a 2 poli.

**SLHX:** Suction Line Heat Exchanger (scambiatore di calore sulla linea di aspirazione). Componente che risulta far parte sia del lato di bassa

pressione del circuito frigorifero che di quello di alta pressione. Tale scambiatore risulta così compreso tra l'evaporatore ed il compressore (lato BP) e tra il condensatore ed il dispositivo di espansione (lato AP). Esso permette lo scambio di calore tra il gas surriscaldato che esce dall'evaporatore ed il liquido sottoraffreddato proveniente dal condensatore. In tal modo quest'ultimo può ulteriormente sottoraffreddarsi potendo cedere una determinata quantità di calore al gas più freddo. L'entità di tale sottoraffreddamento è tanto maggiore quanto più il gas che viene aspirato dal compressore si trova a bassa temperatura. Contemporaneamente il liquido ad alta pressione è in grado di cedere parte del suo calore al refrigerante che percorre il tubo di aspirazione contribuendo, così, a vaporizzare eventuali residui di liquido che non risultano essere evaporati e che potrebbero portare danni qualora giungessero al compressore. L'efficacia dello scambio termico è favorita dalla circolazione in controcorrente dei due fluidi. Il vantaggio risulta particolarmente evidente nel caso delle miscele zeotrope che presentano un certo grado di scorrimento di temperatura (glide).

**Therm:** Unità di misura del Sistema Anglosassone di unità di misura corrispondente a 100000 BTU. Nel Sistema Internazionale di unità di misura il therm corrisponde a circa 29300 watt.

*E' severamente vietato riprodurre anche parzialmente il presente glossario.*

Ultime informazioni su  
[www.associazioneATF.org](http://www.associazioneATF.org)

Continua a seguire  
Centro Studi Galileo su:





## I gas refrigeranti alternativi Chemours™ Opteon®

Ridurre le emissioni di “gas serra” oggi è semplice e possibile, senza cambiare tecnologia ed in sicurezza

REFRIGERANTE	Opteon® XP10	Opteon® XP40	Opteon® XP44
N° ASHRAE	R-513A	R-449A	R-452A
GWP	631	1.397	2.141
CLASSE	A1	A1	A1
SOSTITUISCE	R-134a	R-404A, R-507	R-404A, R-507
APPLICAZIONI	Refrigerazione TN, Chiller	Refrigerazione BT	Trasporti refrigerati
NOTE	Capacità frigorifera superiore al R-134a e COP simile	Efficienza energetica superiore al R-404A ed R-507	Efficienza energetica e temperature di scarico simili a quelle con R-404A ed R-507

Il Regolamento Europeo F-Gas n°517/2014 richiede di abbandonare rapidamente l'uso dei gas refrigeranti ad elevato GWP (indice di “Riscaldamento Globale”).

I primi gas ad essere eliminati saranno quelli con GWP>2500, come i refrigeranti per le basse temperature R-404A ed R-507.

Le alternative sono ora disponibili: i gas Chemours™ sono refrigeranti a base di HFO, a basso GWP, che possono essere utilizzati in sicurezza (classe A1 = non infiammabili e non tossici) negli impianti di refrigerazione tradizionali.

Rivoira Refrigerants è a disposizione per qualsiasi informazione sui prodotti e per un supporto tecnico al fine di facilitare la transizione verso i nuovi refrigeranti Opteon®.

Rivoira Refrigerants S.r.l. - Gruppo Praxair  
Tel. 011 22 08 911 - Fax 800.849.428  
[sales.rivoira.refrigerants@praxair.com](mailto:sales.rivoira.refrigerants@praxair.com)

 Follow us on facebook  
[www.facebook.com/RivoiraRefrigerants](http://www.facebook.com/RivoiraRefrigerants)

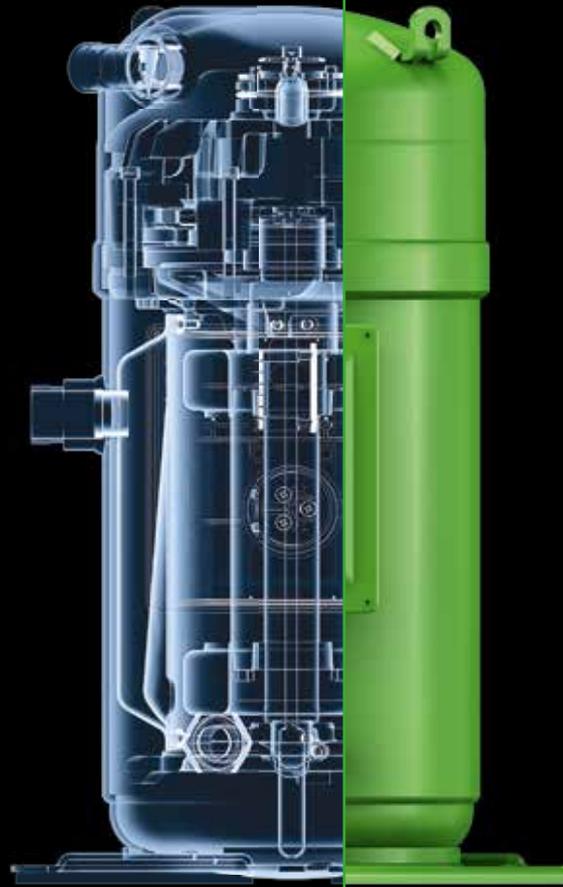
**Opteon®**  
Refrigerants

**RIVOIRA**  
REFRIGERANT GASES

[www.rivoirarefrigerants.it](http://www.rivoirarefrigerants.it)



DAS HERZ DER FRISCHE



ORBIT FIT



ORBIT+

## ABBINATI CON INTELLIGENZA. APPLICATI CON EFFICIENZA.

Le nuove serie ORBIT+ e ORBIT FIT portano le prestazioni dei compressori a un nuovo livello, consentendo agli utilizzatori di poter soddisfare i più rigidi standard di efficienza energetica. ORBIT+ con motore "line start permanent magnet" incrementa l'efficienza di sistemi scroll in applicazioni chiller e pompa di calore. Il funzionamento con economizzatore degli ORBIT FIT (Flexible Injection Technology) estende i limiti di applicazione e aumenta la capacità e l'efficienza. Tutte le serie ORBIT possono essere utilizzate con la tecnologia BITZER Advanced Header Technology (BAHT) in numerose combinazioni tandem e trio. La tecnologia garantisce una corretta lubrificazione del compressore e riduce i costi, incrementando l'economia generale del sistema. Tutte le serie sono idonee a refrigeranti A1 come l'R410A, come pure ai refrigeranti R454B, R452B e R32 di tipo A2L. Ulteriori informazioni sono reperibili su [www.bitzer.it](http://www.bitzer.it)



HFO BLEND  
READY



ADVANCED MOTOR  
TECHNOLOGY



AIR  
CONDITIONING



HEAT  
PUMPS