

Speciale nuovi refrigeranti



Alternative agli HFC per la refrigerazione commerciale

BARBARA GSCHREY

Öko Recherche – Consulente Commissione Europea

Documento originale disponibile al sito https://ec.europa.eu/clima/events/articles/0106_en



Gli argomenti di questo articolo saranno sviluppati nel XVII Convegno Europeo 9-10 giugno 2017

CONTESTO E METODOLOGIA

Il regolamento (UE) n° 517/2014 (Regolamento F-gas) nel suo allegato III ha introdotto il divieto di immissione sul mercato, con effetto dal 1 gennaio 2022, di gas fluorurati in alcuni impianti centralizzati di refrigerazione commerciale di grandi dimensioni:

I sistemi di refrigerazione centralizzati multipack per uso commerciale con una capacità nominale di 40 kW o superiore che contengono o il cui funzionamento dipende da gas fluorurati ad effetto serra con potenziale di riscaldamento globale di 150 o maggiore, possono essere utilizzati eccetto che nel circuito refrigerante primario dei sistemi in cascata quando i gas fluorurati ad effetto serra presentano un GWP inferiore a 1500.

La Commissione europea sarà tenuta a fornire come da articolo 21 (3) del regolamento F-gas una valutazione entro il 1° luglio 2017 sulle disponibilità di alternative affidabili in questo settore tenendo in conto il rapporto costo- efficacia, fattibilità tecnica e effi-

cienza energetica, prima che questa norma entri in vigore.

Öko-Recherche e il Prof. Kauffeld sono stati incaricati dalla Commissione europea di svolgere il lavoro tecnico preliminare al rapporto della Commissione. I risultati riassunti in questo documento si basano su un'ampia consultazione nel settore della refrigerazione commerciale in Europa con una forte attenzione ai produttori dell'Europa meridionale, alle società di servizi e agli operatori.

Il team di progetto ha raggiunto almeno 143 organizzazioni in 19 Paesi Europei attraverso un questionario, che ha incluso le autorità degli Stati membri e le principali associazioni impegnate nella discussione e nelle interviste di esperti. Sono state date 39 risposte al questionario. Esse rappresentano un misto di intervistati che si estende geograficamente su tutta Europa, con larga partecipazione dall'Europa del Sud (18 risposte provenienti da Spagna e Italia), e include produttori (33% degli intervistati; erano possibili scelte multiple), installatori, addetti alla manutenzione e società di riparazione (24%), gli utenti finali/operatori (20%) e consulenti della refrigerazione (7%).

I RISULTATI

Stato attuale della tecnologia

La valutazione mette in evidenza che la maggior parte dei sistemi di refrigerazione commerciale appena installati oggi in Europa si basa ancora su HFC.

R134a (GWP 1430), R404A (GWP 3922), la serie R407 (GWP 1774-2107), R410A (GWP 2088) e R507A (GWP 3985) occupano un posto di rilievo nelle risposte degli intervistati (Figura 1). Le miscele HFC-HFO disponibili in commercio R449A (GWP 1397) e R448A (GWP 1273) sono stati recentemente installati da circa il 30% degli intervistati. Va notato che nessuna delle precedenti soluzioni sarebbe valida per sistemi ad espansione diretta dopo il 2022 a causa dell'elevato GWP di questi gas. Più della metà degli intervistati parlano del refrigerante naturale R744, il 36% parla dell'R290 e il 28% dell'R717, i quali non saranno soggetti alla norma.

Pertanto i refrigeranti naturali non resteranno una tecnologia di nicchia ancora per molto e sembrano aver già raggiunto uno status significativo nel settore della refrigerazione commerciale.

Le risposte al questionario hanno inoltre evidenziato che la maggior parte dei sistemi di refrigerazione commerciale attualmente installati sono sistemi centralizzati sulla base dei requisiti sopra citati (forniti dal 77% degli intervistati). Il 59% degli intervistati ha citato unità condensatrici e il 54% sistemi stand-alone come base per gli impianti installati.

Per quanto riguarda le tecnologie utilizzate in questi sistemi, ad espansione diretta (DX) di R404A in impianti centralizzati e R404A in unità condensatrici sono menzionati rispettivamente dal 49% e dal 44% degli intervistati. L'uso della tecnologia con refrige-

rante naturale è significativo in sistemi stand-alone (R290 sono menzionati dal 41% degli intervistati) e svolge anche un ruolo importante per i sistemi centralizzati (il 44% cita i sistemi CO₂ a cascata e il 38% i sistemi transcritici). Gli impianti centralizzati indiretti con un circuito di refrigerazione secondario sono citati da una porzione considerevole degli intervistati (31%), prevalentemente basandosi su un fluido termovettore liquido come il glicole.

Opzioni Tecniche Esistenti che soddisfano il requisito di basso GWP per il 2022

Molteplici alternative tecnologiche sono già disponibili sul mercato per soddisfare il requisito di basso GWP entro il 2022 per gli HFC nei grandi sistemi centralizzati di refrigerazione multipack per uso commerciale. Gli intervistati ritengono che sistemi stand-alone (69% degli intervistati), diversi tipi di sistemi centralizzati indiretti (67%) e i sistemi CO₂ transcritici centralizzati (64%) - tra gli altri - sono generalmente tecnologie alternative disponibili in questo contesto. (Le differenze di opinione tra i produttori e gli utenti finali possono essere osservate in figura 2). Una porzione maggiore di produttori rispetto che di utilizzatori finali fanno riferimento a sistemi CO₂ transcritici (94% vs. 36%) e indiretti (75% vs. 55%). Invece un maggior numero di utenti finali rispetto ai produttori fa riferimento a sistemi stand-alone (82% vs. 75%).

Fattibilità e affidabilità delle opzioni tecniche

Una valutazione qualitativa ha dimostrato che tutti e tre i tipi di sistemi alternativi menzionati dalle parti interessate sopra sono tecnicamente fattibili:

(1) **sistemi stand-alone** sono molto comuni in tutto il mondo nelle applicazioni commerciali leggere. Tali sistemi hanno dimostrato di essere tecnicamente utilizzabili anche per attività commerciali di più grandi dimensioni. Le varianti di questo tipo di sistema includono i cosiddetti semi componenti aggiuntivi che respingono il calore in un circuito glicolico. Le limitazioni di dimensione della carica imposte dai vari standard di sicu-

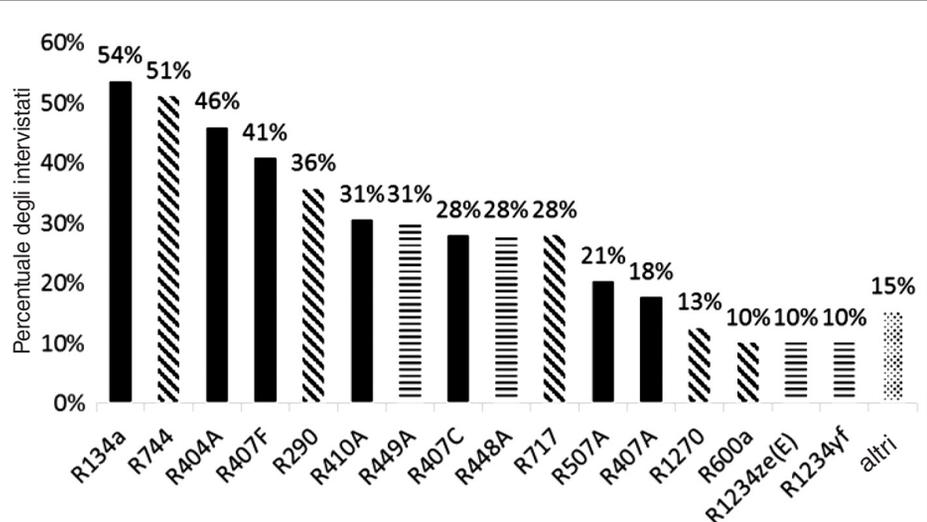


Figura 1 – Percentuale dei rispondenti al questionario che indicano un particolare fluido refrigerante come attualmente installato o utilizzato per la refrigerazione commerciale (scelte multiple possibili). I refrigeranti HFC sono evidenziati in grassetto, i refrigeranti naturali ombreggiati in diagonale, gli HFO e le loro miscele ombreggiati in orizzontale e gli altri in ombra con i puntini. Altro include R22, R401A, R401B, R413A, R417A, R422A, R422D, R434A, R442A, R450A, R452A, R453A e R513A (HCFC menzionati dalla Swiss Company; tutti citati da un intervistato, tranne l'R422D che è stato citato da due partecipanti).

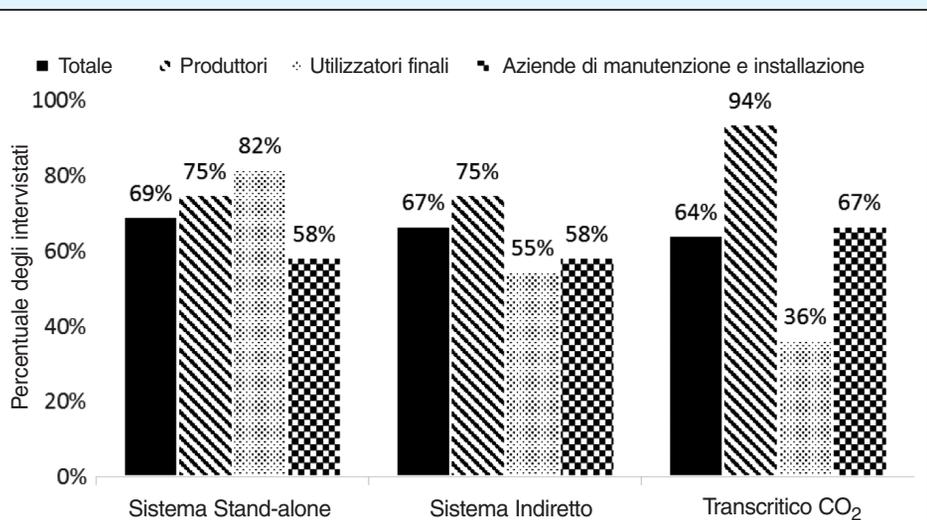


Figura 2 – Percentuale dei rispondenti al questionario che indicano particolari tipi di tecnologie alternative che soddisfano il requisito di basso GWP per il 2022 attualmente già disponibili nel settore commerciale (scelte multiple possibili).

rezza per i refrigeranti infiammabili come propano e isobutano vengono attualmente evitati combinando circuiti di più piccole dimensioni. Tali norme sono attualmente in fase di ulteriore revisione. L'utilizzo di CO₂ in sistemi stand-alone sta guadagnando terreno in termini di una tecnicamente possibile alternativa ai grandi sistemi di refrigerazione multipack centralizzati. Si noti che i sistemi stand-alone sono anche soggetti a un

requisito diverso riguardo all'eliminazione degli HFC con GWP superiore a 150 dal 2022 in avanti.

(2) **sistemi centralizzati indiretti** non sono ancora così numerosi nella refrigerazione commerciale, ma la tecnologia ha dimostrato la loro possibile applicazione nell'industria e nei supermercati già nel 1990 in Svezia, Norvegia, Lussemburgo e Svizzera. Attualmente un certo numero di rivenditori di tutta Europa sta installando refrigera-

ri chiller a propano con circuito di glicole nei propri negozi per esempio in Germania, Regno Unito, Belgio e Svizzera. Anche impianti con NH₃/CO₂ sono attualmente in funzione, ad esempio in Ungheria. Combinazioni con unità stand-alone possono ulteriormente aiutare ad adattare le tecnologie per ottenere maggiore recupero di calore (vedi ad esempio semi plug-ins).

(3) **Il CO₂ transcritico** in sistemi centralizzati è già una tecnologia standard in molte parti d'Europa. Recenti sviluppi per migliorare l'efficienza di questa tecnologia (compressione parallela, sottoraffreddatore meccanico, eiettore e scambiatore di raffreddamento adiabatico per gas cooler) stanno portando all'eliminazione del cosiddetto equatore CO₂ rendendo questa tecnologia una opzione valida anche nei climi più caldi (vedi figura 3).

Il requisito dell'affidabilità non è stato messo in rilievo nel sondaggio dalle parti interessate e nessuno degli intervistati ha fatto cenno a problemi di affidabilità associati a uno qualsiasi dei tre tipi di sistemi alternativi. Milioni di unità stand-alone con refrigeranti naturali sono utilizzati in tutto il mondo e almeno centinaia di migliaia nei supermercati europei. Allo stesso modo, i sistemi centralizzati indiretti si sono dimostrati affidabili in una moltitudine di applicazioni industriali e commerciali per molti decenni.

La tecnologia CO₂ transcritica in impianti centralizzati esiste da ormai più di un decennio e ha funzionato senza che siano stati registrati problemi di affidabilità durante tutto questo tempo, in particolare in Germania, Norvegia, Danimarca e Regno Unito. Più di 8.700 negozi CO₂ transcritici operano in tutta l'UE nel 2016.

Economicità oggi e domani

Un terzo degli intervistati ha individuato nei sistemi centralizzati CO₂ transcritici e nei sistemi stand-alone senza HFC (HFC-free) le soluzioni a costi competitivi per medi e grandi supermercati (<100 kW), mentre più della metà pensa che i sistemi centralizzati CO₂ transcritici abbiano già raggiunto costi competitivi anche negli ipermer-

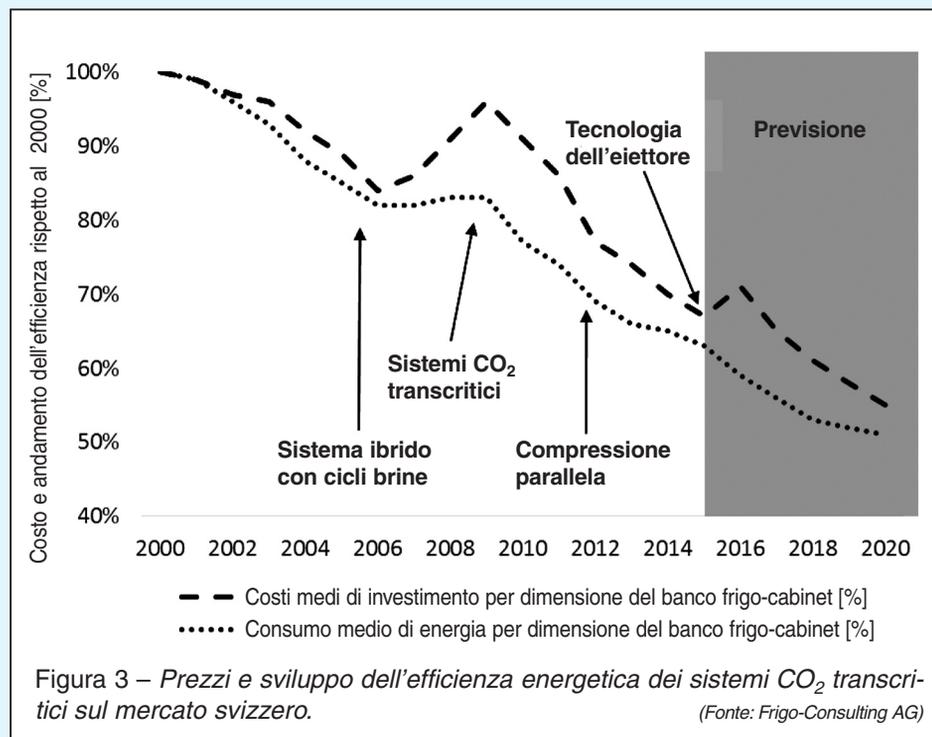


Figura 3 – *Prezzi e sviluppo dell'efficienza energetica dei sistemi CO₂ transcritici sul mercato svizzero.*
(Fonte: Frigo-Consulting AG)

cati (> 100 kW). Gli esperti intervistati e gli altri input hanno suggerito allo stesso modo che il CO₂ transcritico e il sistema stand-alone (compresi i semi plug-in) hanno già generalmente raggiunto costi competitivi all'interno dell'Unione Europea. Lo stesso vale per i negozi più grandi in quanto dal 2010 si sono resi disponibili compressori di grandi dimensioni di CO₂ adatti all'alta pressione.

I sistemi centralizzati indiretti possono essere soluzioni economicamente competitive, soprattutto nei climi più caldi. Questo vale in particolare per i grandi magazzini e ipermercati dove le soluzioni possono essere sistemi CO₂ a cascata con NH₃ ammoniaca, propilene, propano o HFO e sistemi a CO₂ pompata.

I refrigeratori multipli a propano di modeste dimensioni sono stati installati anche in supermercati più piccoli, ad esempio in Germania, Regno Unito e Belgio.

Inoltre, un quarto degli intervistati prevede che la tecnologia CO₂ transcritica diventerà economicamente sempre più competitiva fino al 2022. Durante la scorsa decade e mezza si è assistito ad una significativa tendenza al ribasso in termini di costo della tecnologia a CO₂ - oltre a raggiungere allo stesso tempo significativi guadagni in efficienza energetica, a supporto di questa ipotesi. (vedi figura 3).

L'efficienza energetica oggi e domani

L'analisi del questionario ha rivelato che le risposte riguardo l'efficienza energetica sono state oggetto di una relativamente chiara posizione a seconda degli interessi. I produttori di apparecchiature e componenti a CO₂ hanno indicato i sistemi a CO₂ transcritici come la soluzione con maggiore efficienza energetica per i medi e grandi supermercati. Nel complesso il 28% di tutti gli intervistati ha indicato questa tecnologia. I produttori di sistemi stand-alone e i relativi compressori, i produttori e distributori di refrigeranti, hanno indicato dall'altra parte invece i sistemi stand-alone come i più efficienti, almeno per i medi e grandi supermercati (21% di tutti gli intervistati). Per i grandi supermercati e ipermercati, le risposte degli intervistati sono state più uniformi nell'indicare la tecnologia CO₂ transcritica come la soluzione a maggiore efficienza energetica (21% degli intervistati).

Il feedback fornito dagli intervistati e dagli esperti suggerisce che tutti e tre i tipi di sistemi alternativi sono in grado di offrire un risparmio energetico rispetto alle apparecchiature HFC.

È stato indicato per esempio che i sistemi a CO₂ transcritica centralizzati attualmente installati offrono un risparmio energetico del 7-30%. Allo stesso modo, i semi plug-in sembrano

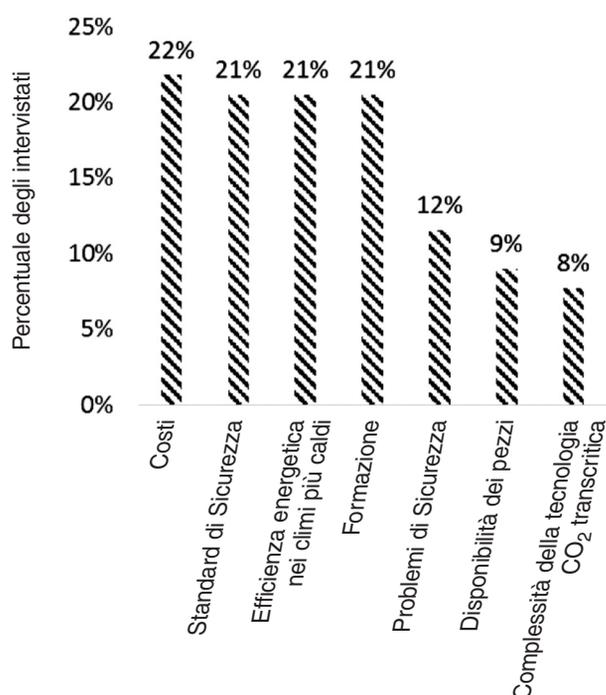


Figura 4 – Percentuale dei rispondenti al questionario che indicano particolari barriere esistenti per attuare con successo tecnologie alternative (scelte multiple possibili; risposte per <100kW e> 100 kW con pesi equivalenti).

offrire circa il 20% di risparmio energetico in più rispetto ai tradizionali sistemi HFC. Il recupero di calore può aumentare in modo significativo il risparmio energetico attraverso la riduzione di energia necessaria per riscaldare il negozio, alimentare il sistema di ventilazione e di fornitura dell'acqua calda. Un numero di intervistati ha tuttavia indicato che allo stato attuale i sistemi HFC forniscono ancora la più alta efficienza energetica oggi. Per ulteriori informazioni consultare anche i casi di studio di cui all'allegato I.

Europa del Sud

La valutazione si è anche focalizzata su circostanze particolari in Sud Europa. Le condizioni climatiche - in particolare durante i mesi estivi - hanno un impatto sulle prestazioni di efficienza energetica delle tecnologie nel campo della refrigerazione commerciale. Gli intervistati, così come ulteriori fonti di informazione, hanno evidenziato che sistemi centralizzati CO₂ a cascata con R134a nel ciclo di temperatura media sono attualmente il sistema alternativo più apprezzato ai sistemi diretti HFC. L'espansione diretta di R134a, non sarà comunque più un'opzione dal 2022 in poi.

I risultati preliminari suggeriscono che tutti e tre i tipi di sistemi alternativi sono in grado di operare in modo efficiente anche in Europa meridionale. Un certo numero di sistemi a CO₂ transcritica e sistemi stand-alone sono già in funzione nella regione. Gli impianti esistenti di sistemi CO₂ transcritici in Spagna, Portogallo e Italia suggeriscono un miglioramento dell'efficienza energetica rispetto ai CO₂-R134a a cascata e ai sistemi HFC. Soprattutto i sistemi integrati con impianti di recupero di calore possono raggiungere la parità con la tecnologia HFC anche in termini di costo per l'intero negozio. Allo stesso modo, le soluzioni stand-alone basate su HC e CO₂ per esempio in Spagna hanno dimostrato un risparmio energetico di oltre il 20% rispetto ai sistemi stand-alone con HFCs.

L'esperienza di Phoenix, AZ negli Stati Uniti e di due sedi in Sud Africa suggerisce inoltre che NH₃/CO₂ a cascata è in grado di offrire un notevole risparmio energetico in climi caldi nei negozi più grandi e negli ipermercati. Analogamente, i sistemi CO₂ a cascata indiretta con cicli glicole per Media temperatura e R134a nel circuito primario hanno mostrato buona prestazione energetica vicino all'equatore.

Ostacoli esistenti

Il questionario ha richiesto esplicitamente alle parti interessate di nominare gli ostacoli esistenti nell'utilizzo di soluzioni alternative che non rientrano nell'ambito del requisito HFC a basso GWP. Il costo complessivo degli investimenti è stato più frequentemente citato come un ostacolo alle tecnologie alternative. Successivamente, sono stati menzionati la natura restrittiva delle norme di sicurezza e, in alcuni casi, i codici di costruzione, al pari dell'efficienza energetica delle tecnologie alternative nei climi più caldi.

Un altro ostacolo più comunemente indicato riguarda la disponibilità di formazione per i refrigeranti infiammabili, tossici o ad alta pressione. Questo è stato il punto più comune per i sistemi in magazzini di medie o grandi dimensioni (il 28% degli intervistati lo ha nominato all'interno di quelle categorie). I restanti tre ostacoli percepiti menzionati sono nel complesso meno significativi. Tra questi sono comparsi problemi generali sulla sicurezza dei refrigeranti particolarmente infiammabili (idrocarburi insaturi e HFC), la maggiore complessità associata ai sistemi CO₂ transcritici centralizzati e altre alternative, nonché la disponibilità dei materiali. Va notato che 2-3 rispondenti (a seconda del range di capacità) non hanno indicato alcun ostacolo di natura tecnologica.

CONCLUSIONI PRELIMINARI

Il risultato di questa valutazione preliminare è che ci sono una serie di alternative tecnicamente fattibili, energeticamente efficienti e affidabili per i sistemi centralizzati multipack basati sugli HFC oggi sul mercato. I CO₂ transcritici centralizzati giocano un ruolo importante oggi, ma anche i sistemi stand-alone e gli impianti centralizzati indiretti mostrano un notevole potenziale. I risultati suggeriscono inoltre che molte di queste alternative sono già o saranno economicamente competitive entro il 2022, quando il nuovo requisito entrerà in vigore. E' anche importante tenere a mente che questa regola si applica solo alle apparecchiature di nuova installazione dopo il 1 gennaio 2022, ma non alle apparecchiature installate prima di tale data.

Allegato I CASI DI STUDIO

L'analisi comprendeva la compilazione di studi di casi che evidenziassero le attuali applicazioni di opzioni tecniche alternative nell'UE. L'attenzione si è concentrata sulle applicazioni in climi più caldi, che è il motivo per cui la maggior parte dei casi di studio riguarda i paesi dell'Europa del Sud (vedi Figura 5).

Impianti centralizzati CO₂ transcritici

Dalla Norvegia al Portogallo, i sistemi a CO₂ transcritici sono stati costruiti nella maggior parte europei delle Nazioni europee. Questa tecnologia è già considerata come standard in Germania, Danimarca, nel resto dei paesi nordici e in Svizzera. Migliaia di sistemi sono già stati installati in questi paesi oltre che in Francia, Belgio, Austria e Paesi Bassi. I primi sistemi ora operano anche nelle regioni più meridionali tra cui Italia, Spagna, Portogallo e Romania.

Carrefour, per esempio, è un grande utilizzatore di sistemi a CO₂ transcritici, anche nel Sud. La catena gestisce già 90 negozi transcritici in tutta Europa di cui 18 ipermercati e un supermercato in Spagna.

Il Carrefour di Alzira appena a sud di Valencia, dimostra che questa tecnologia è economicamente sostenibile, fattibile, a basso consumo energetico e anche affidabile nei climi più caldi. Utilizza una compressione parallela e dispone di un ulteriore sottoraffreddatore esterno R1270-CO₂ per affrontare le temperature elevate.

Il sistema utilizza il 35% in meno di energia rispetto al sistema precedente e il 10% in meno rispetto ad un sistema convenzionale HFC. Comprende inoltre il recupero di calore, che viene utilizzato per fornire acqua riscaldata per l'utilizzo nel negozio.

Carrefour ha installato un sistema molto simile nel suo negozio di Galati in Romania. Invece dell' R1270 questo sistema utilizza l'R290 per il sottoraffreddatore a CO₂.

Frijo-Consulting, studio di consulenza nell'ambito della refrigerazione con sede in Svizzera, sta costruendo sistemi a CO₂ transcritici nell'UE dal

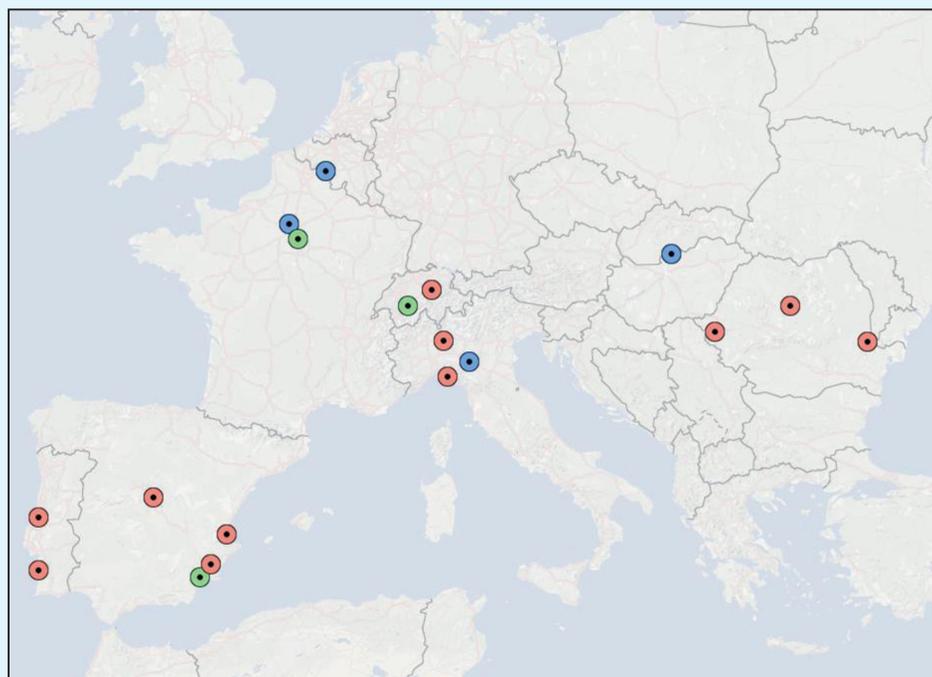


Figura 5 – Mappa dei casi di studio. I marcatori rossi indicano i sistemi di CO₂ transcritici, quelli verdi i sistemi stand-alone e quelli blu sistemi indiretti.

2006. L'azienda ha installato questi sistemi, ad esempio in Svizzera, Spagna e Romania. Accanto alla compressione parallela i loro sistemi dispongono di sottoraffreddatori a CO₂ (in sostanza un piccolo sistema di refrigerazione esterno separato), eiettori di gas e/o liquidi e, più recentemente, multi-eiettori.

Nel 2014, l'azienda ha installato un sistema multi-eiettore in un negozio Migros a Ibach, Svizzera. Il sistema è dotato di compressione parallela, sottoraffreddamento CO₂ via sotterranea nonché di 5 eiettori che lo rendono uno dei sistemi transcritici più efficienti del mondo.

Le tre misure dovrebbero rendere il sistema il 25% più efficiente di un sistema di compressione di CO₂ standard. Nel complesso il sistema ha un consumo di energia del 45% inferiore rispetto al sistema precedentemente installato. Frijo-Consulting ha installato sistemi analoghi in Svizzera e in Romania per i negozi Carrefour e Selgross. Insieme a Sintef e Arneg, Danfoss ha recentemente annunciato l'installazione di un sistema di CO₂ transcritico nel più grande negozio ipermercato d'Italia gestito da Iper a Milano.

Il sistema è dotato di un sottoraffreddatore CO₂ e un eiettore; integra sia l'aria condizionata che il recupero di calore. Danfoss sostiene di aver rag-

giunto un risparmio energetico fino al 50% rispetto ai sistemi convenzionali di HFC. La tecnologia dell'eiettore è attualmente testata da Danfoss e dai suoi partner in 15 altri negozi europei. Recentemente, Advansor ha annunciato l'installazione di due sistemi CO₂ transcritici in Portogallo, uno in un centro di distribuzione e l'altro in un ipermercato. Entrambi i sistemi funzionano con compressione parallela, ma nessuna tecnologia con eiettore. I costi di investimento per l'intero negozio sono paragonabili a quelli dei sistemi HFC ed i primi risultati suggeriscono un risparmio energetico rispetto all'R134a / CO₂ a cascata.

Sistemi stand-alone

Milioni di sistemi stand-alone commerciali e per piccoli impianti commerciali che operano con refrigeranti naturali sono in uso in tutto il mondo. Sempre più spesso tali sistemi sono implementati anche nei supermercati e discount di tutta Europa come alternativa ai sistemi di refrigerazione multi-pack centralizzati.

Una regola sugli HFC nelle apparecchiature ermeticamente sigillate prevede che i sistemi stand-alone non possano essere utilizzati con gli HFC con un potenziale di riscaldamento globale superiore a 150 dal 2022 in avanti.

EUROFRED, per esempio, fornisce sistemi stand-alone a CO₂ e propano ai rivenditori spagnoli. Un Cash Directo in Murcia ha installato 10 cabine refrigeranti a CO₂ e 16 isole freezer a propano nel suo negozio, invece di un sistema centralizzato. Il negozio ottiene il 23% di risparmio energetico rispetto ad un sistema R404A.

Epta ha recentemente installato un sistema di raffreddamento ad acqua stand-alone in un negozio di REWE ad Amburgo. Questo sistema impiega una pompa di calore CO₂ che recupera il 100% del calore dagli armadi e dalle celle frigorifere per fornire riscaldamento del negozio.

Non è necessaria ulteriore energia per riscaldare il negozio e l'intero sistema fornisce un significativo risparmio energetico. Altri sistemi si basano su sistemi di raffreddamento adiabatico EPTABlue.

Sanden ha recentemente iniziato ad offrire unità stand-alone R744 che reimmettono il calore del condensatore sia nel negozio (ciò che l'azienda chiama "air plug-in") che in un ciclo di acqua equivalente al sistema Epta menzionato sopra (ciò che Sanden chiama "semi plug-ins").

Circa 200 sistemi air plug-in di Sanden sono stati installati in Giappone e ad oggi solo una manciata in Europa. Questi tipi di sistemi sono comunque nuovi di zecca e Sanden si aspetta che la richiesta aumenti in modo significativo.

La società prevede che costi di investimento di queste unità saranno superiori del 15% rispetto ai sistemi R404A equivalenti. D'altro canto ci si aspetta un risparmio energetico del 21%. Questi sistemi sono per ora disponibili per applicazioni in media temperatura MT. Dall'altro lato i sistemi semi plug-in di Sanden sono stati una priorità per l'azienda e circa 800 unità sono state installate in Svizzera, Regno Unito, Francia e Lituania.

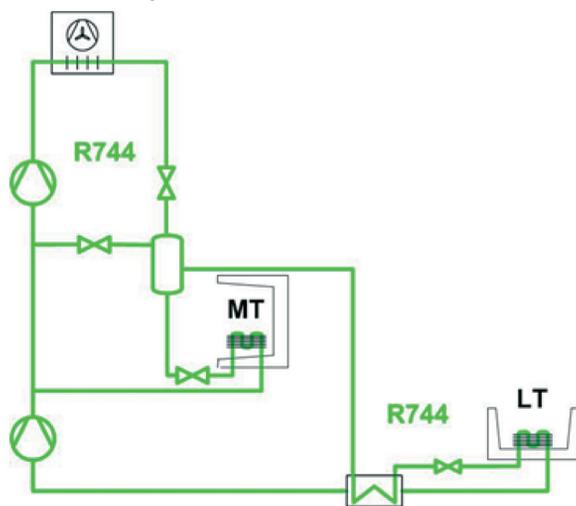
Secondo Sanden, i sistemi semi plug-in sperimentano un risparmio energetico pari a quello di R134a e delle unità stand-alone a idrocarburi, pur essendo meno costosi da implementare rispetto ai sistemi a CO₂ transcritica.

Impianti centralizzati indiretti

I sistemi indiretti con refrigeranti naturali sono molto diffusi nella refrigerazione industriale e sono stati utilizzati

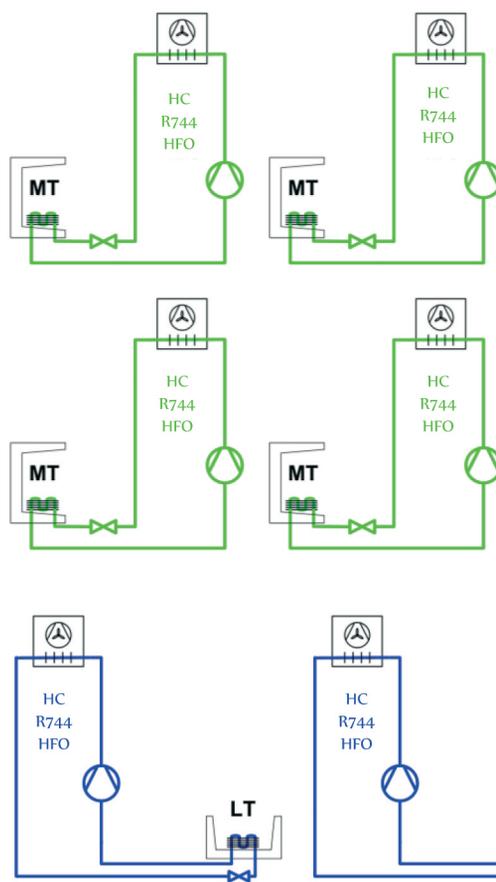
**Allegato II
SCHEMI ESEMPLIFICATIVI DELLE TRE PRINCIPALI
SOLUZIONI TECNOLOGICHE**

Schema esemplificativo del sistema



Descrizione del Sistema:
CO₂ Transcritico

Requisito del sistema:
-



Descrizione del Sistema:
Sistemi Stand-alone (ermeticamente sigillato)

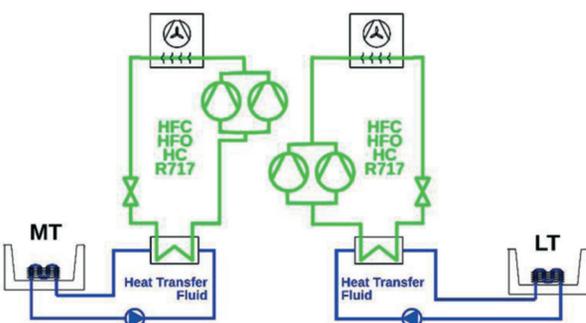
Requisito del sistema:
Ai sensi del regolamento (UE) n. 517/2014 Allegato III gli HFC con GWP sopra 2500 sono vietati dal 1° gennaio 2020 e gli HFC con GWP sopra 150 dal 1 gennaio 2022 in avanti.

in vari supermercati già a partire dal 1990. Essi costituiscono una tecnologia molto conveniente. Inoltre, i refrigeratori frequentemente utilizzati per la climatizzazione degli edifici di grandi dimensioni sono sistemi indiretti che usano l'acqua come fluido termovettore. Sistemi simili sono stati implemen-

tati per la refrigerazione commerciale negli ultimi anni. Finora i principali paesi ad utilizzare sistemi di questo tipo sono stati il Lussemburgo e la Svezia grazie ad una legislazione specifica che favorisce l'uso di sistemi indiretti per i supermercati in questi paesi. Il gruppo belga

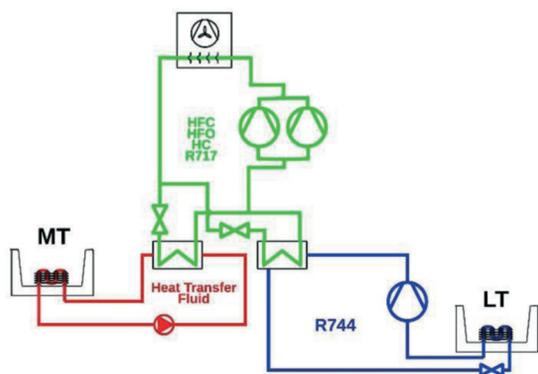
Allegato II

Schema esemplificativo del sistema



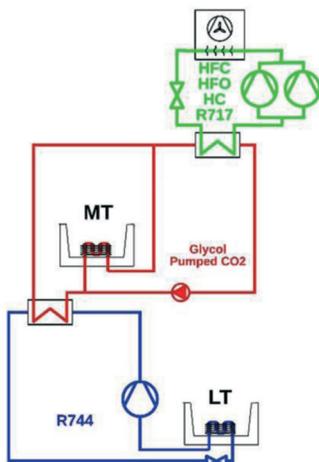
Descrizione Sistema:
Sistema Centralizzato Indiretto
 Circuiti di refrigerazione MT/BT Separati Secondari

Requisiti del sistema:
GWP <150



Descrizione Sistema:
Sistema Centralizzato Indiretto
 Circuito di refrigerazione secondario MT e BT CO₂ a cascata

Requisiti del sistema:
GWP <1.500 nel circuito primario e <150 negli altri circuiti



Descrizione Sistema:
Sistema Centralizzato Indiretto
 Circuito di refrigerazione secondario MT (cioè CO₂ pompata) e BT CO₂ a cascata

Requisiti del sistema:
GWP <1.500 nel circuito primario e <150 negli altri circuiti

di vendita al dettaglio Colruyt ha introdotto refrigeratori a propano nei suoi negozi Bio-Planet Okay e Colruyt e sta progettando di lanciare almeno 40 unità simili all'anno dal 2016 in poi. Un negozio di Bio-Planet a Mons, in Belgio per esempio utilizza 2 refrigeratori a propano con 31,5 kW ciascuno. Una delle unità viene installata per la ridondanza del circuito e per il picco di richiesta di refrigerazione. Il raffreddamento viene distribuito nelle cabine attraverso un circuito di glicole e il calore del condensatore viene dissipato nel circuito di glicole tramite un raffreddatore. I sistemi indiretti includono anche

diverse varianti di sistemi CO₂ a cascata. Johnson Controls, per esempio, ha installato con successo un sistema R1270/CO₂ a cascata in un Tesco a Shrewsbury, nel Regno Unito già nel 2004. Il propilene è utilizzato in due circuiti primari separati per il raffreddamento a CO₂ pompata per utilizzi a media temperatura. Parte della CO₂ è ulteriormente compressa e espansa direttamente per la richiesta di bassa temperatura. Nessuna misurazione del consumo di energia era disponibile prima dell'installazione ma Johnson Controls è certa che il sistema utilizza la stessa

quantità di energia rispetto al sistema anteriore e che il costo è solo leggermente superiore. Va notato che il sistema è in uso già da più di un decennio e sono previsti miglioramenti in termini di efficienza energetica per ogni unità di nuova costruzione.

Installazioni più recenti includono ad esempio, un sistema integrato a cascata installato da Honeywell e eCold in un supermercato U2 a Parma, Italia nel dicembre 2014. Il sistema fornisce refrigerazione, ma anche aria condizionata e ventilazione. Il circuito primario utilizza l'HFO R1234ze che viene confinato in una sala macchine. Simile al sistema sopra, la media temperatura viene fornita tramite CO₂ liquida e la bassa temperatura tramite un sistema a CO₂ in cascata.

Il sistema raggiunge un risparmio del 30% nel consumo di energia (per tutto il negozio, tenendo conto della natura integrata del sistema) e un costo superiore del 5% circa rispetto a un sistema simile a base di HFC. Circa 90 sistemi analoghi sono in funzione con una varietà di refrigeranti a basso GWP nel circuito primario.

Axima Refrigeration e Honeywell hanno installato un sistema simile (anche se non integrato) nel negozio di Epinay-sur-Seine di Auchan verso la fine del 2013. Il sistema utilizza R450A (una miscela di R134a e R1234ze con un GWP pari a 547) nel circuito primario e la stessa combinazione di CO₂ pompato e CO₂ a cascata per fornire refrigerazione a media e bassa temperatura. Honeywell riferisce di un consumo di energia paragonabile a quello di un R134a/CO₂ a cascata.

Nel 2008 e nel 2009 QPlan in Ungheria ha installato 4 impianti a NH₃/CO₂ a cascata in tutta l'Ungheria nei negozi Tesco che vanno da 3000 a 15,000m². Al momento, questi sistemi hanno realizzato un risparmio nel consumo di energia pari o maggiore del 35%, ma erano più costosi rispetto alle soluzioni standard. Da allora QPlan si è concentrato quasi esclusivamente su sistemi a CO₂ transcritici grazie alla disponibilità di grandi compressori di CO₂ con alta pressione. QPlan crede che i sistemi a cascata siano una valida opzione e comunque avrebbero costruito questi sistemi anche oggi in caso ce ne fosse necessità.