

# success story



## Extra risparmio con CAREL retail sistema

### dove

Azzano Decimo, PN (I)  
ASPIAG (Spar International)  
• Supermercato Eurospar

### COSA

**Supermercato "di eccellenza":**  
• sistemi di refrigerazione progettati e installati da FriulFrigo Codroipo (UD)

### perché

- Verifiche prestazionali comparative;
- ambiente di utilizzo reale delle più moderne iniziative di risparmio energetico;

### Supermercato EUROSPAR "eccellente"

Aspiag, CAREL e FriulFrigo hanno unito le loro competenze nell'ambizioso progetto di misurare, con approccio e rigore scientifico, quanto si possano ridurre i consumi dovuti alla conservazione frigo alimentare in un moderno supermercato "green".

Come obiettivo prioritario è stato considerato l'interesse del committente nella valutazione degli extra-costi e del tempo richiesto per rientrare dall'investimento.

Si desiderava misurare come e quanto ogni singola soluzione concorra al risparmio e quale sia l'effetto dell'uso combinato delle diverse soluzioni, una volta che l'impianto è operativo.

Per gli impianti di Refrigerazione sono state preventivamente considerate le soluzioni commercialmente disponibili, scartando quelle che non garantivano adeguato ritorno.

Il rigoroso protocollo di test, seguito dal Laboratorio Termodinamico di CAREL, ha permesso di acquisire una rilevante e significativa quantità di dati.

Il Supermercato, aperto a novembre 2009, continua a generare preziose informazioni, nelle diverse stagioni e modalità di funzionamento.

Cosa differenzia questo intervento da una semplice applicazione di nuove soluzioni?

Un field test convenzionale lascia in genere ampi margini di interpretazione poiché ogni installazione risulta unica e scarsamente confrontabile, anche tra supermercati simili:

- nell'Eurospar di Azzano X si sono invece potute confrontare le previsioni di progetto, le prove di laboratorio ed i risultati reali nelle diverse condizioni operative;
- possiamo qui attivare e disattivare ogni funzionalità per misurarne l'efficacia, ripetendo più volte le verifiche a parità di condizioni di carico;
- non c'è stata ottimizzazione spinta, con super-esperti che per mesi curano ogni dettaglio allo scopo di dimostrare performance irraggiungibili nei "supermercati veri";
- per le prove sono state infatti utilizzate le configurazioni standard. In caso di variazione di qualsiasi parametro le misure sono state ripetute.

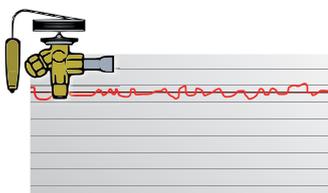
Tra i risultati più interessanti si segnala come, grazie ad una accurata scelta dei componenti ed una ottima realizzazione degli impianti, si possano ottenere risparmi significativi anche con sforzi limitati e bassi costi aggiuntivi.



## Supermercato "tradizionale"

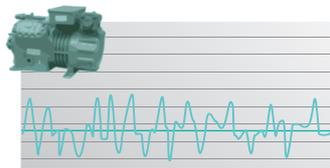
Come tipico supermercato "tradizionale", si è scelta una installazione con valvole termostatiche meccaniche, due centrali frigorifere equipaggiate con compressori privi di parzializzazioni o inverter, nessun particolare accorgimento per la regolazione dei setpoint di pressione.

### Valvola meccanica



La pressione di condensazione va mantenuta costante per non dover ritardare le valvole di espansione nelle unità frigorifere per la loro bassa capacità di adattamento

### No inverter

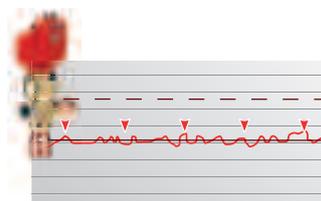


Regolazione della pressione di aspirazione imprecisa per l'assenza di organi di modulazione della capacità frigorifera (ON/OFF compressori)

## Supermercato "evoluto"

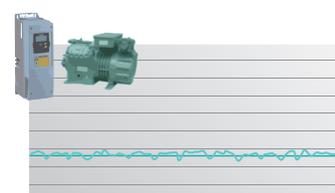
Si è definito supermercato "evoluto" un impianto dove si siano adottate delle valvole elettroniche di espansione nelle utenze frigorifere e dove sia possibile variare la velocità dei compressori delle centrali frigorifere tramite inverter. Inoltre la pressione di condensazione con controllori adeguati non è vincolata vista la possibilità delle valvole elettroniche di lavorare a salti di pressione variabili.

### Valvola elettronica



Si ha la possibilità di sfruttare la temperatura esterna dei mesi freddi per abbassare la temperatura di condensazione

### Inverter



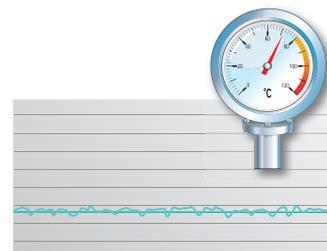
La regolazione pressione di aspirazione è continua e precisa

evoluto = 

### Set point aspirazione fisso

Il setpoint della pressione di aspirazione viene mantenuto sempre costante indipendentemente dalla richiesta delle utenze.

Può quindi accadere che il punto di lavoro della centrale frigorifera sia eccessivamente basso e non necessario rispetto alle condizioni climatiche



### Resistenze antiappannanti a duty cycle fisso

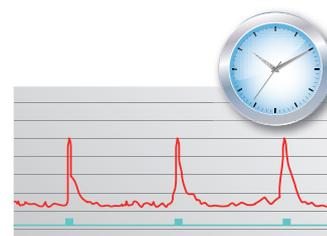
Le resistenze antiappannanti vengono impostate a una potenza fissa (tipicamente al 100%).

Questo comporta uno spreco di energia elettrica in tutti i momenti in cui sarebbe sufficiente un minore riscaldamento delle vetrine dei banchi.



### Defrost schedulati

L'orario di sbrinamento segue orari o intervalli di tempo fissi indipendentemente dalla reale formazione di ghiaccio. Spesso il numero di sbrinamenti è scelto in favore di sicurezza ed è superiore al necessario.



### Supermercato Eurospar (ASPIAG) di Azzano X

#### Caratteristiche impianto

- Superficie: 1500 m<sup>2</sup>
- Banchi Media Temperatura: 15
- Banchi Bassa Temperatura: 11
- Celle Media Temperatura: 6
- Celle Bassa Temperatura: 2

#### Centrale media temperatura:

- 3 compressori totali
- 1 compressore sotto inverter (35 – 100%)
- Potenza totale 100 kW
- Batteria condensante a 6 ventilatori sotto inverter

#### Centrale bassa temperatura:

- 3 compressori totali
- 1 compressore sotto inverter (35 – 100%)
- Potenza totale 50 kW
- Scambiatore per sottoraffreddamento
- Batteria condensante a 4 ventilatori sotto inverter

#### Controlli CAREL

Centrali frigorifere: pRack pR100  
banchi/celle frigorifere: MPXPRO step3  
valvole di espansione: E<sup>2</sup>V  
supervisione: PlantVisorPRO Touch Hyper

## Supermercato "eccellente"

Sulla base del supermercato "eccellente" si sono applicate alcune modifiche al funzionamento dell'impianto per aumentarne l'efficienza energetica. Si è scelto un impianto reale su cui condurre misure di consumo elettrico dettagliate allo scopo di valutare il risparmio energetico associato alle tecnologie migliorative applicate:

- pressione di aspirazione flottante;
- modulazione intelligente resistenze antiappannanti;
- funzione di ottimizzazione sbrinamenti "Skip defrost".

È importante notare che l'attivazione delle tecnologie che differenziano il supermercato "evoluto" da quello "eccellente" comportano un costo aggiuntivo percentualmente molto contenuto.

La pressione di evaporazione flottante è infatti una funzione aggiuntiva del supervisore PlantVisorPRO e una volta scelto il MPXPro come controllo delle utenze, la funzione "skip defrost" e la modulazione auto adattativa delle resistenze antiappannanti sono funzioni che vanno solo abilitate e configurate a costo praticamente nullo.

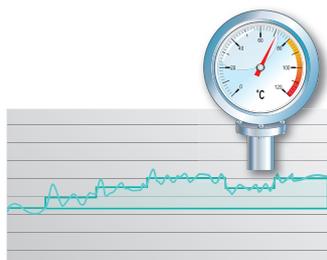


### Floating suction

Il setpoint della pressione di aspirazione è variato in funzione della richiesta dei banchi.

L'algoritmo identifica le utenze critiche che richiedono una maggiore prestazione dalla centrale frigorifera e la regolazione viene adattata di conseguenza.

In questo modo la centrale frigorifera consumerà non più del necessario in ogni momento in modo completamente automatico.



### Resistenze antiappannanti con algoritmo autoadattativo

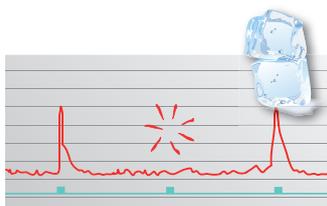
Le resistenze antiappannanti sono comandate tramite un duty cycle variabile. La potenza è infatti attentamente dosata in funzione di temperatura e umidità ambientali e della temperatura del vetro e della cornice delle utenze. Inoltre è presente un algoritmo che stima la temperatura del vetro e quella di rugiada: in questo modo si possono utilizzare le resistenze adeguatamente alle condizioni, senza l'aggiunta di altre sonde nei banchi refrigerati.



### Skip Defrost

In funzione della durata degli sbrinamenti precedenti è possibile evitare sbrinamenti inutili.

La durata di uno sbrinamento dipende dalla quantità di ghiaccio depositata sulla batteria e in base alle durate precedenti e ad altri parametri di affinamento sono evitabili fino a un massimo di tre sbrinamenti continuativi.



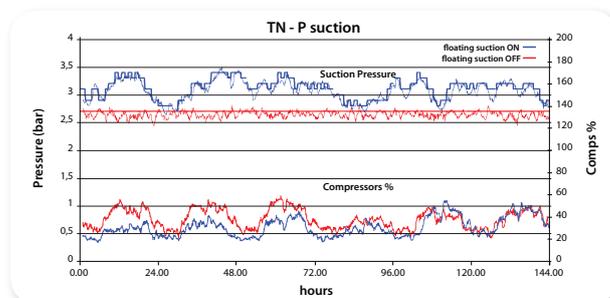
## Conduzione delle prove

Le prove si sono svolte in modo da ottenere dati il più possibile confrontabili, si è scelto come punto di riferimento il funzionamento del supermercato "evoluto": tutti le unità frigorifere sono equipaggiate con valvole elettroniche di espansione, le centrali sono dotate di inverter sul primo compressore ed è consentito di adattare la condensazione alla temperatura esterna anche nella stagione fredda. I parametri dei controlli elettronici non inerenti alle diverse tecnologie oggetto del test sono stati mantenuti costanti, in modo da avere una corrispondenza diretta tra la funzione in test e i relativi risparmi energetici.

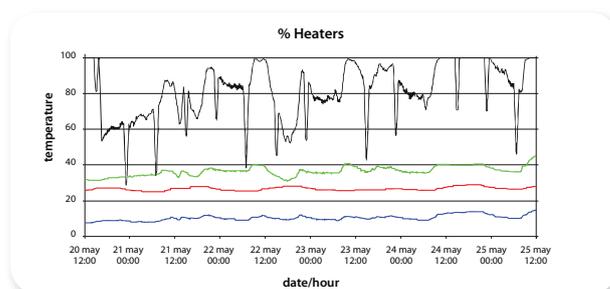
Le centrali frigorifere hanno funzionato con i medesimi set point di condensazione.

I test si sono prolungati per diversi mesi, alternando la modalità supermercato "evoluto" e quella supermercato "eccellente" con cadenza settimanale, si sono quindi scelti periodi confrontabili dal punto di vista delle condizioni climatiche esterne e si è di conseguenza calcolato il risparmio energetico.

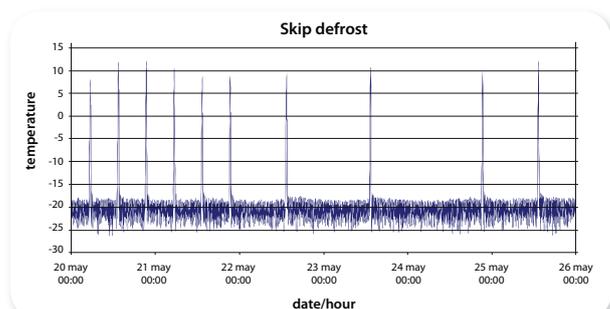
Il campionamento dei dati è stato effettuato ogni 5 minuti.



quando è attiva la funzione di evaporazione flottante (floating suction) la pressione di evaporazione viene ottimizzata in funzione delle performance richieste (giorno/notte, estate/inverno) e quindi la potenza richiesta dalla centrale frigorifera è sempre la stretta indispensabile



si osserva la relazione tra umidità e percentuale di attivazione delle resistenze antiappannanti con una media ben al disotto del "tipico" 100%



nell'arco di 6 giorni è possibile osservare che sono stati evitati fino a 7 sbrinamenti

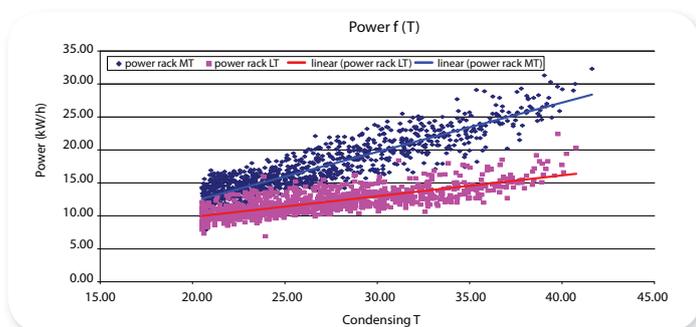


## Risultati

I test si sono protratti per dieci mesi, durante i quali si sono alternati periodi di funzionamento in modalità "supermercato evoluto" e periodi in cui sono state attivate le tecnologie da sottoporre a test. Si è ottenuto un risultato medio, che prende in considerazione tutto il periodo delle prove ad esclusione dei periodi di manutenzione, di funzionamento anomalo o in cui siano stati svolti altri test. Inoltre sono stati scelti due periodi rappresentativi in cui la temperatura esterna è stata pressoché costante per confrontare direttamente periodi reali con l'utilizzo o meno delle differenti tecnologie. Infine si è associato a ogni tecnologia la corrispondente quota parte del risparmio energetico misurato.

### Risultati generali

Prendendo in considerazione solo i periodi di test effettivo si è utilizzato un modello lineare per la relazione tra assorbimento elettrico e temperatura di condensazione. Sulla base di questa relazione e sul numero di ore di funzionamento in ciascuna tecnologia si sono messi a confronto i consumi ottenendo i risultati in tabella.



Media su 6 mesi			
marzo-agosto 2010	Eccellente	Evoluto	Risparmio
durata	62 giorni	102 giorni	
temp. esterna	19,3 °C	19,3 °C	
potenza assorbita su ore di funzionamento	32,7 kW	36,3 kW	

## Conclusioni

Alla luce di altre esperienze di CAREL nell'ambito del risparmio energetico e sulla base dei risultati dei numerosi test svolti ad Azzano X, è possibile trarre anche delle conclusioni generali.

La scelta del passaggio da un supermercato "tradizionale" al supermercato "evoluto" comporta l'installazione di valvole elettroniche, con relativi controlli sulle utenze e di inverter sui compressori delle centrali.

Tale scelta implica quindi un costo iniziale che viene giustificato con il risparmio ottenibile sul consumo elettrico, stimabile statisticamente al 20%. A partire da tale soluzione, già di per sé avanzata, il supermercato "eccellente" permette un ulteriore risparmio tra il 10 e il 15%, a costo praticamente nullo, dal momento che si tratta di tecnologie già presenti nei controlli MPXPRO o di plugin aggiuntivi del supervisore PlantVisorPRO.

### Risultati puntuali

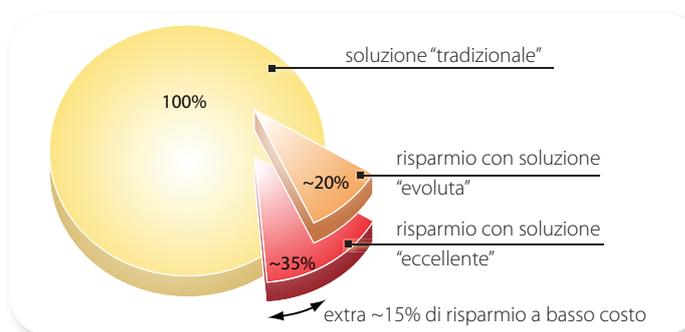
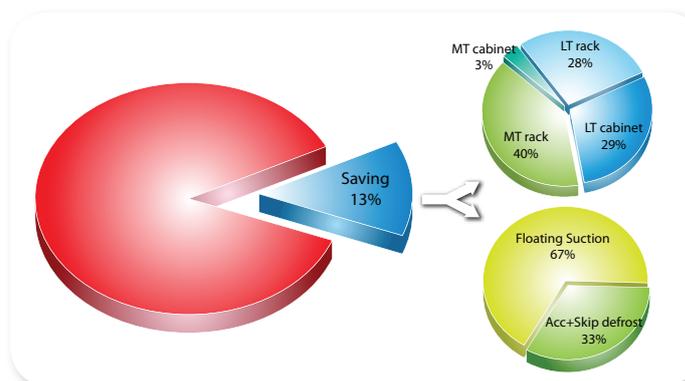
Scegliendo dei periodi a temperatura esterna pressoché costante si sono ricavati dei confronti puntuali tra il funzionamento "evoluto" e quello "migliorato". I dati invernali sono migliori di quelli estivi a causa di una differente efficacia della funzione "floating suction" e della differente umidità ambientale.

test 1 - durata 144 h			
maggio 2010	Eccellente	Evoluto	Risparmio
temp. esterna	20,7 °C	19,9 °C	
consumi - inverter ON	4729 kWh	5457 kWh	13 %

test 2 - durata 456 h			
luglio-agosto 2010	Eccellente	Evoluto	Risparmio
temp. esterna	24,2 °C	24,9 °C	
consumi - inverter ON	18133 kWh	19660 kWh	8 %

### Attribuzione del risparmio energetico

Il grafico illustra in modo immediato la suddivisione del risparmio energetico imputabile alle diverse tecnologie.



rif. ASHRAE journal febbraio 2009

### Headquarters ITALY

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

### Sales organization

CAREL Asia - [www.carel.com](http://www.carel.com)  
CAREL Australia - [www.carel.com.au](http://www.carel.com.au)  
CAREL China - [www.carel-china.com](http://www.carel-china.com)  
CAREL Deutschland - [www.carel.de](http://www.carel.de)  
CAREL France - [www.carelfrence.fr](http://www.carelfrence.fr)  
CAREL Iberica - [www.carel.es](http://www.carel.es)  
CAREL India - [www.carel.in](http://www.carel.in)

### Affiliates

CAREL HVAC/R Korea - [www.carel.com](http://www.carel.com)  
CAREL Russia - [www.carelrussia.com](http://www.carelrussia.com)  
CAREL South Africa - [www.carelcontrols.co.za](http://www.carelcontrols.co.za)  
CAREL Sud America - [www.carel.com.br](http://www.carel.com.br)  
CAREL U.K. - [www.careluuk.co.uk](http://www.careluuk.co.uk)  
CAREL U.S.A. - [www.carelususa.com](http://www.carelususa.com)

CAREL Czech & Slovakia - [www.carel-cz.cz](http://www.carel-cz.cz)  
CAREL Korea (for retail market) - [www.carel.co.kr](http://www.carel.co.kr)  
CAREL Ireland - [www.carel.com](http://www.carel.com)  
CAREL Thailand - [www.carel.co.th](http://www.carel.co.th)  
CAREL Turkey - [www.carel.com.tr](http://www.carel.com.tr)