



CAREL



the one solution



retail sistema come soluzione per l'energy saving

Studio di un impianto reale dotato di tecnologia meccanica ed elettronica



retail sistema as an energy saving solution

Case study of a working installation using both mechanical and electronic technology



Il progetto

Nell'ambito della continua innovazione e sensibilità verso il risparmio energetico, è stato realizzato un impianto con soluzioni tecnologiche di eccellenza, per dimostrare i vantaggi in termini di risparmio tramite l'utilizzo delle più recenti tecnologie impiantistiche e di regolazione all'avanguardia.

Quanto si evince da molti studi riguardanti i costi di gestione di un supermercato, è che oltre il 50% di essi, è attribuibile ai consumi energetici derivanti dall'impianto di refrigerazione e in seconda misura da quello di condizionamento ambientale. I lavori e le analisi si sono quindi concentrati su questi ambiti.

Grazie alla volontà, disponibilità e sensibilità di CONAD ADRIATICO nell'investire nella ricerca di soluzioni innovative è stata possibile una proficua collaborazione fra:

- Uff. Tecnico di CONAD ADRIATICO, che ha coordinato le operazioni sul campo;
- CAREL S.p.A. (sistema integrato: controlli e componenti per l'intera gestione del punto vendita compreso il condizionamento ambientale e il monitoraggio energetico).



Descrizione degli impianti e approfondimenti

Introduzione

Il supermercato oggetto di questo documento, situato a Sulmona (AQ), ha la caratteristica, rispetto ad altri supermarket della stessa grandezza (~2000 m²), di essere dedicato ai prodotti freschi. Risultano quindi maggiori i kWh frigoriferi assorbiti per m².

L'impianto è risultato più complesso rispetto ad altri della stessa taglia a causa di:

- tipo di clima: Sulmona è soggetta a escursioni termiche notevoli durante l'arco della giornata e durante tutte le stagioni passando dalla stagione invernale dove si possono raggiungere i -5°C alla stagione estiva con 38 °C;
- il punto vendita è situato in zona residenziale quindi si è dovuto contenere il più possibile la rumorosità di centrale e ventilatori;
- difficoltà d'installazione dovute alla locazione di centrali e condensatori nel seminterrato: questo ha comportato l'utilizzo di ventilatori centrifughi per i condensatori.

Impianti

Dal numero di utenze di media e bassa temperatura richieste da CONAD si sono ricavate le potenze frigorifere delle due centrali frigo. A questo punto si è proceduto con la selezione dei compressori tenendo conto della massima temperatura ambiente dalla quale dipende la temperatura di condensazione della centrale.

La resa frigorifera di un compressore è funzione della temperatura di evaporazione e di quella di condensazione. A parità di temperatura di evaporazione al diminuire della condensazione aumenta l'efficienza del sistema, cioè aumenta la potenza frigorifera resa dal compressore e contemporaneamente diminuisce la potenza assorbita da esso. La condizione di funzionamento più critica è quindi determinata dalla temperatura di condensazione più grande che a sua volta è funzione della temperatura ambiente essendo l'aria il fluido di raffreddamento del condensatore.

L'impianto è costituito da una centrale frigorifera a R404a la quale spinge il fluido frigorifero verso il condensatore. Il condensato arriva alle utenze nelle quali sono installate le valvole di espansione indispensabili al fine di portare quest'ultime in temperatura.

Per fare un confronto tra la soluzione Carel e la più comune soluzione meccanica si è dovuto installare in parallelo, a bordo banchi, due valvole di espansione: la classica valvola di espansione meccanica (TEV) e la valvola elettronica Carel (E2V).

L'impianto di media temperatura è costituito da:

- 23 utenze frigorifere, potenza frigorifera richiesta 80kW
- centrale frigorifera con tre compressori
- un condensatore avente due ventilatori centrifughi gestiti da inverter.

L'impianto di bassa temperatura è costituito da:

- 10 utenze frigorifere, per un totale di 16 kW
- centrale frigorifera con quattro compressori
- un condensatore con un ventilatore centrifugo gestito da inverter
- lo sbrinamento delle utenze è a gas caldo.

Per l'impianto di condizionamento è stata adottata una soluzione CAREL che permette l'ottimizzazione energetica del sistema caldaia a condensazione - pompa di calore in funzione della temperatura esterna. Questo permette di sfruttare al massimo le buone efficienze energetiche della pompa di calore per temperatura ambienti superiori a 7°C.

L'utilizzo della soluzione integrata CAREL retail sistema consente di ottenere il massimo vantaggio dalle funzionalità di risparmio energetico, disponibili nei diversi controlli dedicati alla regolazione dell'impianto di refrigerazione. L'ottimizzazione è possibile attraverso l'integrazione d'impianto e la ricerca continua delle migliori condizioni di funzionamento possibili che garantiscono uno sviluppo eco-compatibile.

Gestione e controllo degli impianti

Centrali frigorifere

CAREL "rack controller" su scheda pCO3 con variatori di frequenza



Rack controller

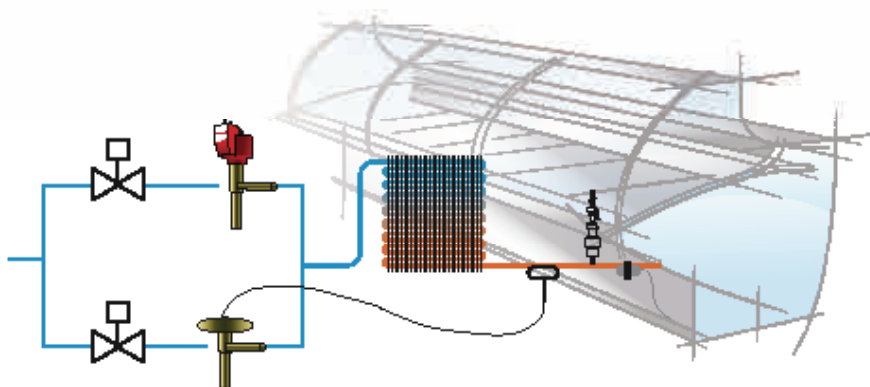


VFD

Utenze frigorifere:

CAREL "MPXPRO" con valvole E²V e TEV.

L'impianto è stato dotato di doppia tecnologia per consentire un'analisi il più accurata e realistica possibile: all'interno dei banchi frigoriferi e celle sono state installate sia le valvole elettroniche CAREL E2V che le valvole termostatiche tradizionali.



Condizionamento ambientale

Soluzione con ottimizzazione della chiamata caldaia/pompa di calore e contabilizzazione dell'energia termica tramite software personalizzato CAREL



Supervisione, ottimizzazione e contabilizzazione consumi: CAREL PlantVisorPRO.



Approfondimenti sul risparmio energetico

Integrazione del sistema

L'ottimizzazione è stata possibile attraverso l'integrazione dell'impianto tramite CAREL Retail Sistema e l'accurata progettazione e realizzazione a regola d'arte dello stesso.



L'utilizzo della soluzione integrata "CAREL retail sistema" per l'impianto di refrigerazione consente di ottenere il massimo vantaggio dalle funzionalità di risparmio energetico, disponibili nei diversi controlli dedicati alla regolazione dell'impianto.

Il sistema di supervisione PlantVisorPRO integra tutti i controlli sul campo sia di refrigerazione sia di condizionamento / riscaldamento (anche di terze parti) e permette lo scambio d'informazioni per realizzare diversi tipi di logiche di funzionamento rivolte al massimo risparmio energetico possibile.

In ogni momento è possibile monitorare il funzionamento di ogni singola utenza frigorifera e gestirla da supervisione. È inoltre possibile stampare o recuperare i dati riguardanti l'HACCP.

Tutto questo consente a CAREL retail sistema di ottenere il massimo risparmio energetico e la flessibilità necessaria a uno sviluppo eco-compatibile.

Alcuni dettagli sulle soluzioni adottate:

Pressioni di lavoro delle centrali frigorifere flottanti (Rack controller + PlantVisorPRO)

La potenza assorbita da un compressore è proporzionale al salto di pressione tra aspirazione e mandata del compressore stesso. Quindi, se si riuscisse ad avere un controllo su tali pressioni, si riuscirebbe quando possibile, a limitare l'assorbimento energetico.

Pressione di condensazione flottante (floating condensing pressure)

In base alla temperatura esterna e al delta di temperatura del condensatore è possibile utilizzare in tempo reale un setpoint di condensazione dinamico.

Questo sistema permette di beneficiare delle basse temperature ambientali invernali e delle escursioni termiche fra giorno e notte senza inutili dispendi di energia nel funzionamento a pieno regime dei ventilatori di condensazione.

L'abbassamento del setpoint di condensazione comporta un diretto e rilevante abbassamento della potenza assorbita dai compressori.

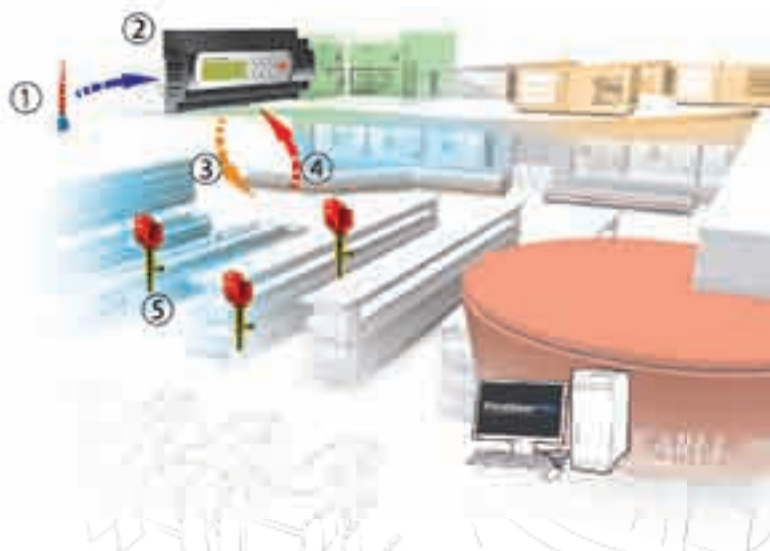
Inoltre questa modalità prolunga la vita della centrale frigorifera, poiché la temperatura di scarico media annuale si abbassa.

Conseguentemente ne deriva un aumento della resa e un inferiore degrado per l'olio e per gli organi meccanici in generale.

Questa funzionalità può essere utilizzata solo se l'impianto è munito di valvole elettroniche poiché esse permettono un range di dimensionamento più ampio rispetto alle termostatiche, cioè lavorano bene anche con espansioni minori rispetto al normale funzionamento previsto in condizioni di progettazione.

Legenda:

- 1. temperatura esterna;
- 2. controllo centrali;
- 3. ottimizzazione velocità;
- 4. ottimizzazione efficienza;
- 5. valvole di espansione elettroniche.



Pressione di aspirazione flottante (floating suction pressure)

Anche il setpoint della pressione di aspirazione può, in funzione della bontà di funzionamento dell'impianto, divenire dinamico.

Infatti, qualora tutte le utenze stiano lavorando bene è possibile aumentare il setpoint di aspirazione.

Tale controllo è fatto tramite l'utilizzo del sistema di supervisione il quale raccogliendo tutte le informazioni dai diversi controlli ne ottimizza il funzionamento.

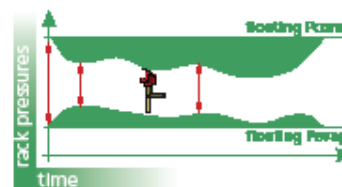
Queste operazioni vengono effettuate in modo trasparente ed automatico dal Supervisore di impianto.



Come risultato delle due ottimizzazioni l'impianto lavora in ogni momento con il salto di pressione minimo consentito dalle condizioni climatiche e di carico termico.

L'utilizzo di valvole di espansione E2V massimizza i risultati consentendo minimi salti di pressione.

Nel sistema di supervisione è possibile monitorare in ogni istante il consumo istantaneo delle due centrali frigorifere, grazie all'installazione di due analizzatori di energia, uno per la centrale di media temperatura, l'altro per la centrale di bassa.



Valvole elettroniche (E²V)

Il controllo di condensazione ed evaporazione flottanti sono ottimali solo tramite l'utilizzo delle valvole elettroniche di espansione perché esse consentono un range di dimensionamento maggiore rispetto alle comuni termostatiche: questo aumenta notevolmente il risparmio possibile (valvole di espansione elettroniche 25% annuo medio, senza valvole di espansione elettroniche 8% annuo medio) rif. Articolo GDO week Giu06, esperienza con TESCO UK.

Le valvole d'espansione meccaniche sono dimensionate nelle condizioni più gravose che sono quelle estive. Inoltre l'ottimizzazione è un'operazione manuale che è compiuta in loco in fase di avviamento dell'impianto, andando ad avvitarlo o svitarlo una vite. Quest'azione di ottimizzazione non è sicuramente semplice, inoltre viene compiuta con banco frigorifero privo di carico, situazione non reale di funzionamento.

L'utilizzo di valvole E²V permette inoltre un aumento delle performance degli evaporatori nelle utenze frigorifere e una maggiore stabilità delle temperature al loro interno: ne deriva quindi una migliore conservazione delle derrate alimentari.

Ottimizzazione resistenze antiappannanti tramite temperatura di rugiada (MPXPRO)

Per quanto riguarda le utenze frigorifere, è recentemente stata introdotta una nuova funzionalità di risparmio energetico, ossia la modulazione delle resistenze antiappannanti. Tale funzionalità può essere attivata in tutti quei cabinet a vetrine o frame soggetti ad appannamento.

Normalmente queste resistenze sono in funzione 24 ore su 24, anche quando le condizioni climatiche ne permetterebbero una modulazione o addirittura lo spegnimento.

La modulazione è possibile grazie al sistema di supervisione che condivide i dati di temperatura e umidità ambiente in modo che il controllo MPXPRO calcoli la temperatura di rugiada (dew point) e moduli di conseguenza le resistenze.

Inverter (VFD)

L'inverter, modulando in frequenza la potenza assorbita dal motore elettrico di ventilatori e compressori, ne riduce gli spunti di assorbimento, inoltre dà stabilità alle pressioni di condensazione e aspirazione consentendo di mantenere il valore effettivo nell'intorno del setpoint senza continui spegnimenti ed accensioni.

Avere una pressione di aspirazione e di condensazione stabili significa avere una maggiore resa degli evaporatori dei cabinet garantendo una maggiore stabilità anche alla gestione delle valvole elettroniche (anche se non indispensabile).

Queste osservazioni valgono soprattutto per gli impianti che sono sottoposti a forti escursioni termiche. Infatti, le centrali sono dimensionate sempre per le condizioni peggiori, ossia quelle estive. Si corre il rischio così, che la centrale sia sovradimensionata per la stagione invernale (soprattutto con valvole elettroniche), sottoponendo così i motori a continui ON/OFF, quindi a maggiori assorbimenti di corrente e a una probabile riduzione di vita dei motori stessi.

In questo impianto l'inverter è utilizzato per la gestione dei ventilatori dei condensatori. Come accennato in precedenza, i condensatori hanno ventilatori di tipo centrifugo poiché sono posti nel seminterrato. Per diminuire l'assorbimento dei motori e la rumorosità di essi si è deciso di utilizzare due inverter, uno per il condensatore della centrale di media, l'altro per quella di bassa temperatura.



Sbrinamento a gas caldo

Altra fonte di risparmio energetico è data dagli sbrinamenti dei banchi di bassa temperatura, poiché, invece di sbrinare tramite l'ausilio delle consuete resistenze

elettriche, è sfruttato il gas caldo proveniente dalla mandata dei compressori. Questo gas è forzato a deviare in una terza linea, la quale lo convoglia verso l'evaporatore che è in sbrinamento. L'evaporatore dell'utenza in questo caso funge da condensatore. Il condensato all'uscita dell'evaporatore viene re-immesso nella linea del liquido che alimenta gli altri evaporatori.

L'utilizzo del gas caldo permette uno sbrinamento più rapido e una pulizia sicuramente superiore della batteria d'evaporazione passando questo, evidentemente, su tutti i rami dell'evaporatore. L'ottima realizzazione e coordinazione della chiamata degli sbrinamenti è fondamentale per l'utilizzo di questo tipo di defrost.

Ottimizzazione interventi caldaia in supporto a pompa di calore

Nel supermercato è stata integrata una soluzione CAREL che prevede l'ottimizzazione del sistema di riscaldamento. In funzione della temperatura esterna è, infatti, possibile utilizzare l'energia derivante dalla caldaia di condensazione oppure quella derivante da una pompa di calore aria-acqua dotata di ventilatori centrifughi gestiti da un inverter. Questa soluzione permette di sfruttare al massimo le buone efficienze energetiche della pompa di calore per temperature ambienti superiori a 7°C.

Nel sistema di supervisione PlantVisorPRO è stata implementata una scheda di gestione di tale sistema.

È inoltre stata implementata nella supervisione la possibilità di monitorare il consumo di energia termica.

Nel presente documento non saranno presentati risultati a riguarda di tale gestione in quanto è necessario una ulteriore stagione invernale per valutare l'effettivo risparmio energetico.

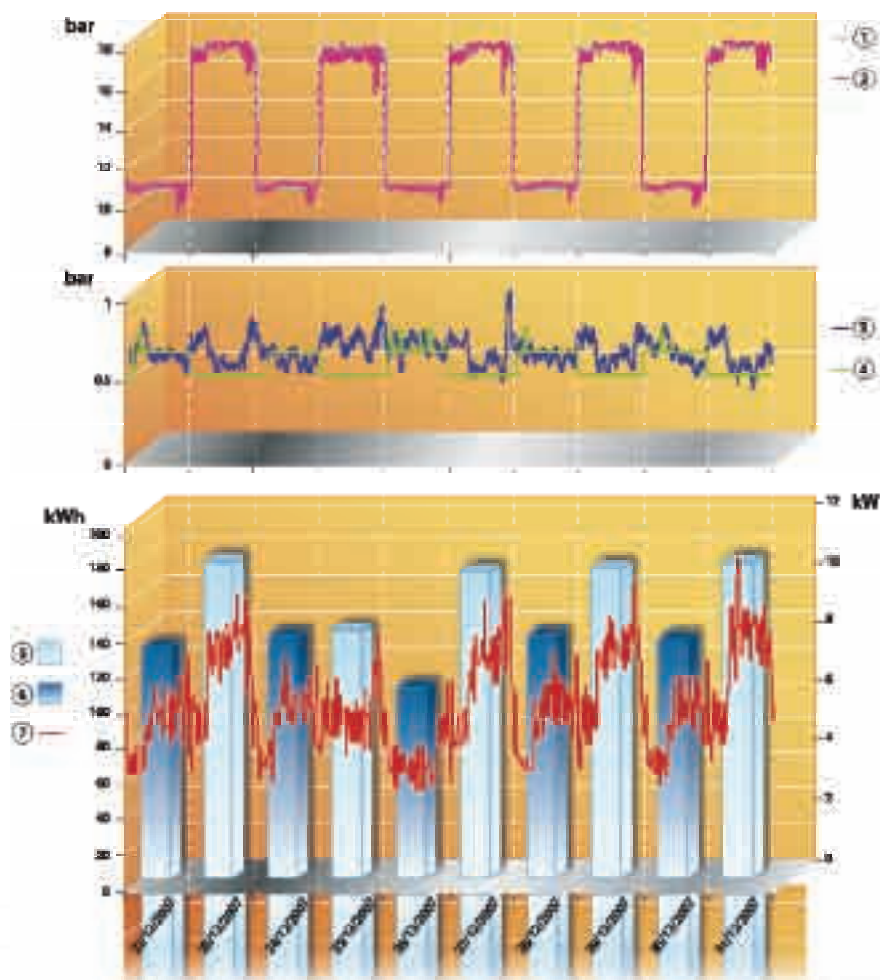
Risultati

Tramite l'utilizzo del supervisore è stato possibile cambiare logica di funzionamento ogni 24 ore, passando dalla consueta regolazione meccanica (valvole termostatiche TEV) alla più recente ma consolidata regolazione elettronica (valvole E²V). Questo ha permesso di confrontare giorni aventi le stesse condizioni climatiche e di carico termico interno.

Nel periodo che va da Novembre 2007 a Giugno 2008, sono stati estratti dal sistema di supervisione i dati di consumo energetico di particolare interesse per quanto riguarda l'ottimizzazione del supermercato.

Nelle figure sotto riportate, si possono vedere dei grafici riguardanti il cambiamento da meccanica ad elettronica e l'assorbimento di potenza della centrale di bassa temperatura.

Pressioni di lavoro e potenze assorbite



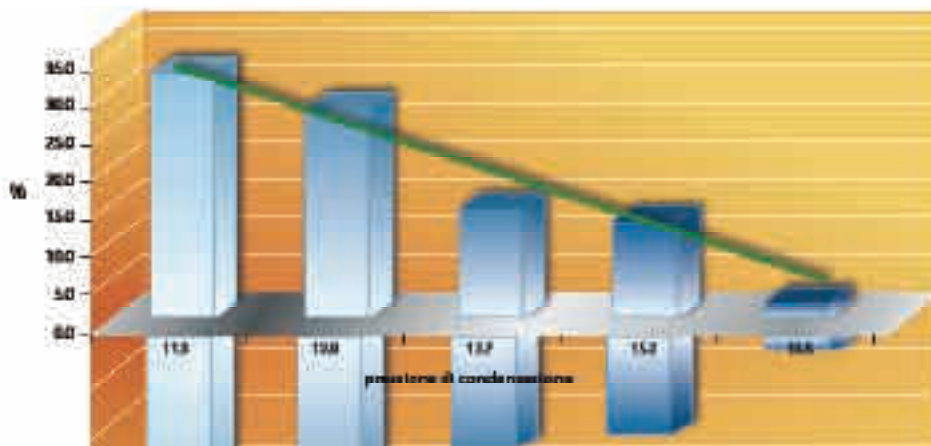
Legenda:

| | | |
|--------------------------------|---|-------------|
| 1. set point di condensazione; | 4. pressione aspirazione | 7. potenza; |
| 2. pressione condensazione; | 5. consumo giornaliero in modalità meccanica (MEC); | |
| 3. set point aspirazione; | 6. consumo giornaliero in modalità elettronica (EEV); | |

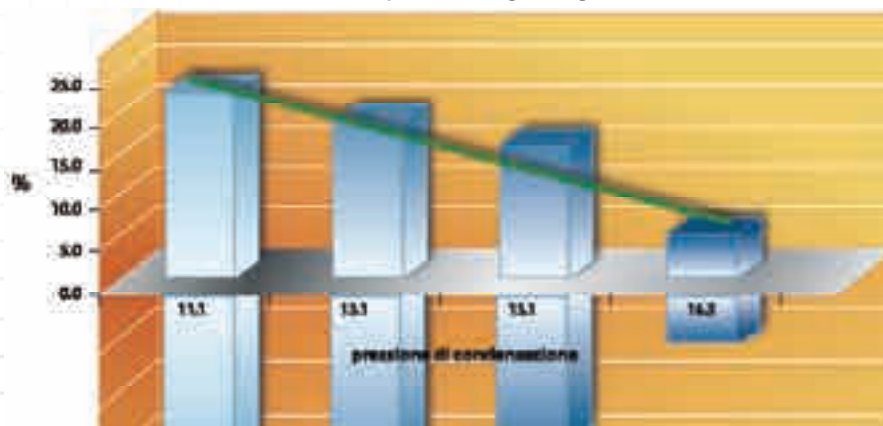
Nel grafico precedente è possibile vedere uno dei periodi di massima affluenza in un supermercato (22,23, e 24 dicembre) e nello stesso tempo si possono vedere due giorni di riposo dello stesso (25 e 26 dicembre). Come si può notare la media della potenza istantanea assorbita durante il giorno e conseguentemente, la potenza assorbita giornaliera risultano inferiori nella modalità di funzionamento elettronica, sia paragonando giorni di apertura (particolari in quanto precedenti e seguenti a giorni di festività, massima affluenza) che giorni di chiusura del supermercato. Dai dati ricavati in questi mesi e con il profilo climatico di Sulmona si sono quindi stimati i consumi frigoriferi medi giornalieri mensili per tutto l'anno.

Stima del risparmio medio in funzione della pressione di condensazione

Risparmio MT: guadagno %



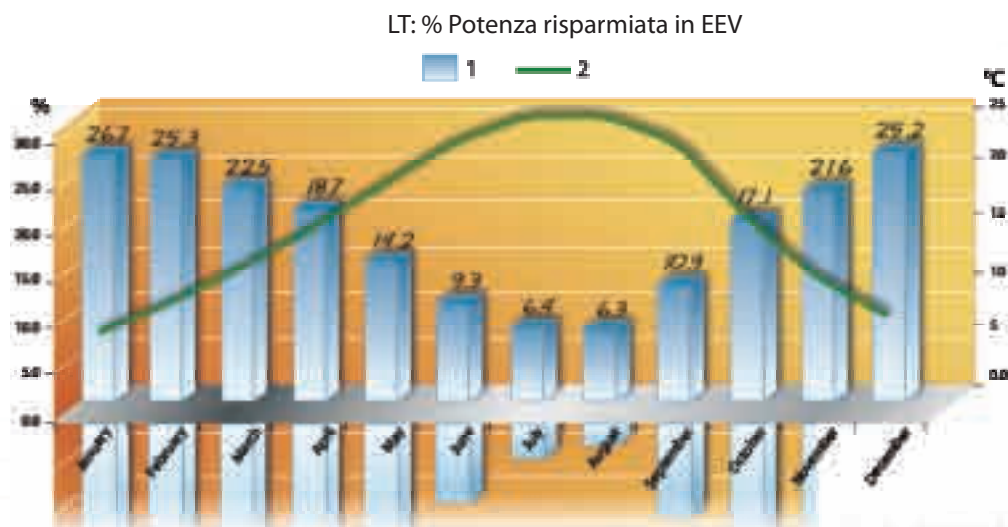
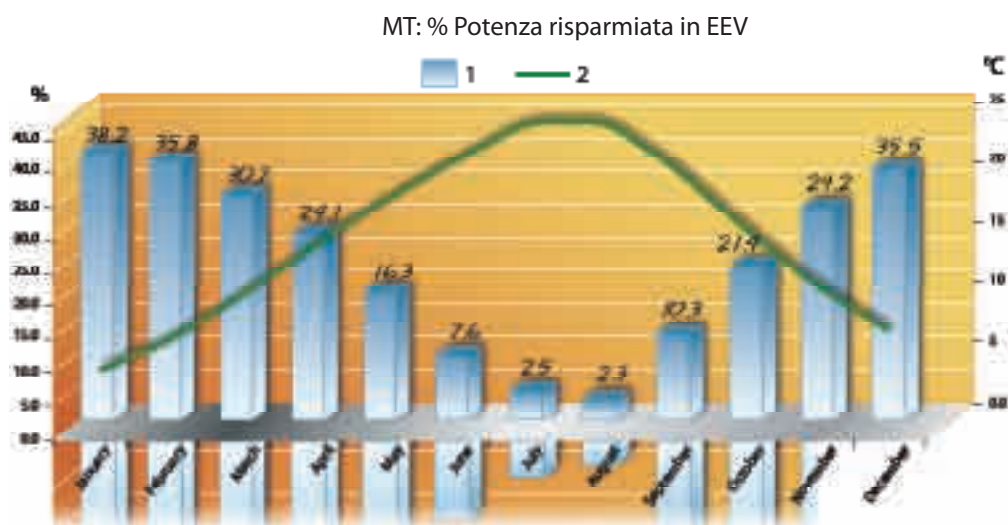
Risparmio LT: guadagno %



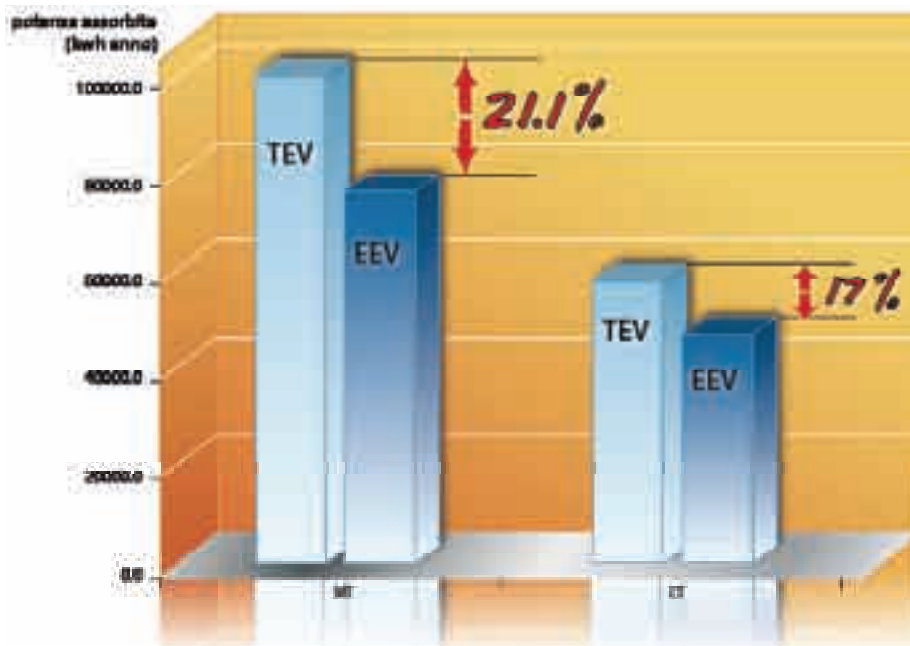
I risultati finali parlano chiaro, sono stati stimati risparmi nell'intorno del 20% sia per l'impianto di media temperatura che per quello di bassa.

Come intuibile, nelle condizioni estive il vantaggio dell'utilizzo della soluzione elettronica si riduce di molto. Nel grafico è riportato il profilo climatico di Sulmona con le temperature medie mensili ed i guadagni percentuali dell'utilizzo della soluzione elettronica rispetto alla meccanica

Stima del risparmio medio mensile in funzione delle temperatura esterna



Risparmio energetico annuo stimato per il punto vendita CONAD ADRIATICO oggetto di studio.



The project

Within the context of continuous innovation and energy awareness, an installation has been developed using outstanding technological solutions, so as to demonstrate the advantages in terms of energy saving of using the latest technology systems and cutting-edge control solutions.

Numerous studies on the running costs of supermarkets show that over 50% is accounted for by the energy consumption of the refrigeration system, first of all, and secondly by room air-conditioning. The focus in terms of energy saving is thus on these two areas.

The availability and environmental awareness of CONAD ADRIATICO and its willingness to invest in research into innovative solutions allowed a valuable partnership to be established between:

- The CONAD ADRIATICO technical department, which coordinated the operations in the field;
- CAREL S.p.A. (integrated system: controllers and components for complete store management, including room air-conditioning and energy monitoring).

Description of the systems and further details

Introduction

The supermarket examined in this document, located in Sulmona (AQ), when compared to other similarly sized supermarkets (~2000 m²), stands out for the fact that it is focused on fresh products. Consequently, it consumes more kWh in refrigeration per square metre.

The installation is more complex than others of the same size, due to:

- the type of climate: Sulmona sees considerable temperature differences both throughout the day and between the seasons, ranging from down to -5°C in winter, to 38 °C in summer;
- the store is located in a residential area, thus the noise from compressors and fans must be kept to a minimum;
- installation difficulties relating to the location of systems and condensers in the basement: this required the use of centrifugal fans on the condensers.

Systems

The cooling capacities of the two compressor racks was defined based on the number of medium and low temperature units required by CONAD. Following this the compressors were chosen, considering the maximum outside temperature, which affects the compressor rack condensing temperature.

The cooling efficiency of a compressor is a function of the evaporation and condensing temperature. For the same evaporation temperature, a decrease in condensing temperature represents an increase in the efficiency of the system, that is, an increase in the cooling capacity delivered by the compressor, and at the same time decreases compressor power input. The most critical operating condition is thus a higher condensing temperature, which in turn is a function of the air temperature, as air is the fluid that cools the condenser.

The installation consists of a compressor rack operating on R404a, which delivers refrigerant to the condenser. The condensed fluid then flows to the refrigeration units, installed with the expansion valves required to ensure the correct operating temperature.

To compare the Carel solution against the more common mechanical solution, the display cases have been fitted with two expansion valves in parallel: the classic mechanical expansion valve (TEV) and the Carel electronic valve (E2V).

The medium temperature system consists of:

- 23 refrigeration units, cooling capacity required 80kW
- compressor rack with three compressors
- one condenser with two centrifugal fans managed by inverter.

The low temperature system consists of:

- 10 refrigeration units, for a total of 16 kW
- compressor rack with four compressors
- one condenser with one centrifugal fan, managed by inverter
- hot gas defrost of the units.

On the air-conditioning installation, a CAREL solution has been adopted to optimise energy consumption of the condensing boiler - heat pump system based on the outside temperature. This exploits the energy efficiency of the heat pump at temperatures above 7°C.

The use of the integrated CAREL retail sistema solution ensures maximum benefits from the energy saving functions available on the various controllers in the refrigeration system. System integration and the objective of reaching the best operating conditions at all times mean optimised performance, guaranteeing an environmentally-friendly solution.

System management and control

Compressor racks

CAREL "rack controller" on pCO3 board with inverters



Rack controller

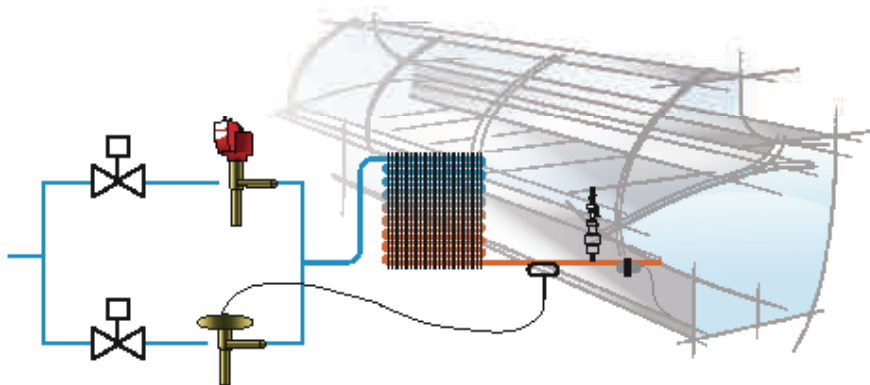


VFD

Refrigeration units:

CAREL "MPXPRO" with E²V and TEV valves.

The installation has been fitted with dual technology to allow analysis that is as accurate and realistic as possible: the display cases and cold rooms have been fitted with both CAREL E2V electronic valves and traditional thermostatic valves.



Room air-conditioning

Solution that optimises the boiler/heat pump requests and heat energy metering using customised CAREL software



Supervision, optimisation and consumption metering: CAREL PlantVisorPRO.



Further information on energy saving

System integration

The meticulous design and development of the installation has allowed the system to be optimised by integrating the CAREL Retail sistema solution.



The use of the integrated “CAREL retail sistema” solution for refrigeration systems ensures maximum benefits from the energy saving functions available on the various controllers in the system.

The PlantVisorPRO supervisory system monitors all the controllers in the field, both refrigeration and air-conditioning / heating (including third party devices), managing the exchange of information so as to create different types of operating logic, with the objective of achieving the maximum energy saving possible. The operation of each individual refrigeration unit can be monitored at all times and managed from the supervisor. The HACCP data can also be downloaded and printed.

All this means the CAREL retail sistema can achieve maximum energy saving and ensure the flexibility required for an environmentally-friendly development.

Some details on the solutions adopted:

Floating compressor rack operating pressure (Rack controller + PlantVisorPRO)

The power input of a compressor is proportional to the difference between the suction and discharge pressure. Consequently, if this pressure difference can be controlled, energy consumption can be limited, where possible.

Floating condensing pressure

Based on the difference between outside temperature and condenser temperature, a dynamic condenser control set point can be used in real time.

This system exploits low temperatures in winter and thermal fluctuations between day and night, without wasting energy with full operation of the condenser fans.

Lowering the condenser control set point brings a direct and significant reduction in compressor power input.

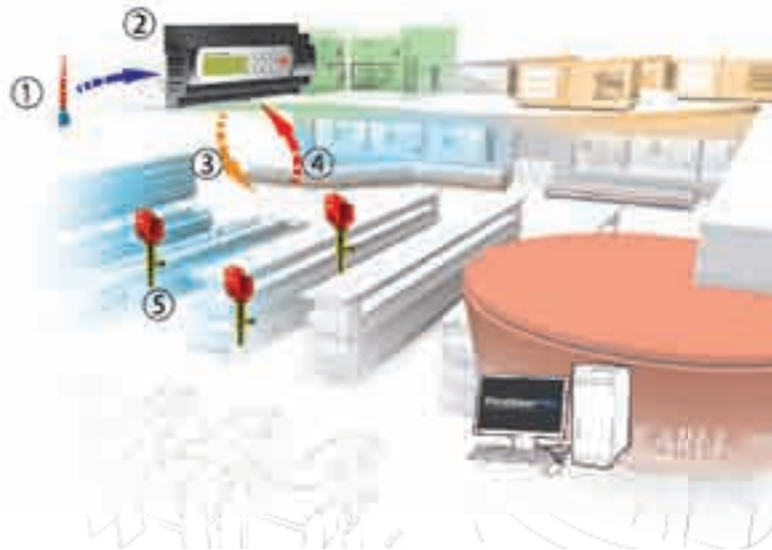
In addition, using this algorithm ensures less refrigeration system compressor wear, as the average annual discharge temperature is lower.

Consequently, there is an increase in performance and less deterioration of the oil and the mechanisms in general.

This function can only be used if the installation is fitted with electronic valves, as they have a wider range than thermostatic valves, that is, they also work correctly with lower expansion than the normal operation envisaged in the design conditions.

Key:

- 1. outside temperature;
- 2. rack controllers;
- 3. speed optimisation;
- 4. efficiency optimisation;
- 5. electronic expansion valves.



Floating suction pressure

The suction pressure set point can, with sound system operation, also be dynamic.

In fact, if all the units are working correctly, the suction pressure set point can be increased.

This is done using the supervisory system, which acquires the information from the various controllers and consequently optimises operation.

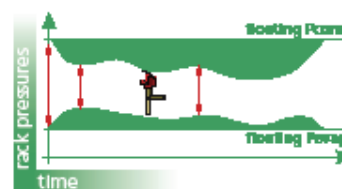
These operations are performed automatically in the background by the installation supervisor.



As a result of these two optimisations, the installation always works with the minimum pressure difference allowed by the climatic conditions and the thermal load.

Using the E2V expansion valve maximises the results, allowing the smallest pressure differences possible.

The supervisory system can continuously monitor the instant power consumption of the two compressor racks, thanks to the installation of two energy analysers, one for the medium temperature rack and the other for the low temperature rack



Electronic valves (E²V)

Floating condensing and evaporation pressure control are optimum only when electronic expansion valves are used, as they have a wider range than common thermostatic valves: this significantly increases possible savings (electronic expansion valves 25% annually on average, without electronic expansion valves 8% annually on average), see the article in GDOWEEK June 06, experience with TESCO UK.

Mechanical expansion valves are sized for the most extreme operating conditions, that is, in summer. In addition, they require calibration to optimise operation, a procedure performed during commissioning by tightening or loosening a screw. This procedure is quite complex, and is not performed in actual operating conditions, but rather when the refrigeration units are discharged.

The use of E2V valves also brings increased performance of the evaporators in the refrigeration units and greater internal temperature stability: the result is better storage of foodstuffs.

Anti-sweat heater optimisation by dewpoint (MPXPRO)

As regards the refrigeration units, a new energy saving function has recently been introduced, involving modulation of the anti-sweat heaters. This function can be activated on all cabinets where condensate or mist may form on the glass or the frames.

Normally these heaters operate 24 hours a day, even the climatic conditions would allow modulation or even deactivation.

Modulation is made possible by the supervisory system, which shares the ambient temperature and humidity data so that the MPXPRO controller can calculate the dewpoint and consequently adjust the operation of the heaters.

Inverter (VFD)

Inverters, by modulating the frequency of the power supplied to the electric motors on the fans and compressors, reduce peaks in power consumption, and in addition ensure more stable condensing and suction pressure, holding the effective value around the set point without continuous stops and starts. Having stable condensing and suction pressure means greater evaporator efficiency and increased stability in the management of the electronic valves (even if this is not essential). These comments apply above all to systems where there are considerable temperature differences. In fact, systems are always sized for the worst conditions, that is, in summer. There is thus the risk that the compressor rack is oversized for the winter (above all when electronic valves are used), with the motors continuously starting and stopping, meaning higher power input and a probable reduction in the life of the motors. In this installation, inverters are used to manage the condenser fans. As mentioned previously, the condensers have centrifugal fans, being located in the basement. To decrease motor power and consequently noise, two inverters have been used, one for the condenser on the medium temperature compressor rack, the other for the low temperature rack.



Hot gas defrost

Another source of energy saving is represented by the defrosts on the low temperature display cases; indeed, rather than defrosting using electric heaters as is normally the case, the hot gas from the compressor discharge is used. This gas is forced into a third line, which carries it to the evaporator being defrosted. The evaporator in this case acts as a condenser. The condensed fluid at the evaporator outlet returns to the liquid line that supplies the other evaporators.

The use of hot gas allows faster defrosts and better cleaning of the evaporator coil, as the gas flow through all the branches of the evaporator. Optimised organisation and coordination of the defrost calls is fundamental when using this type of defrost.

Optimisation of boiler operation as heat pump support

The supermarket has also been installed with a CAREL solution that optimises the heating system. Based on the outside temperature, in fact, the energy from the condensing boiler or an air-water heat pump fitted with inverter-driven centrifugal fans can be used. This solution fully exploits the good heating efficiency of heat pumps at temperatures above 7°C.

A board is available for the PlantVisorPRO supervisory system to manage this system.

In addition, the supervisor also includes the possibility to monitor heating energy consumption.

This document does not examine the results of the latter system, as an additional winter season is required in order to evaluate effective energy savings.

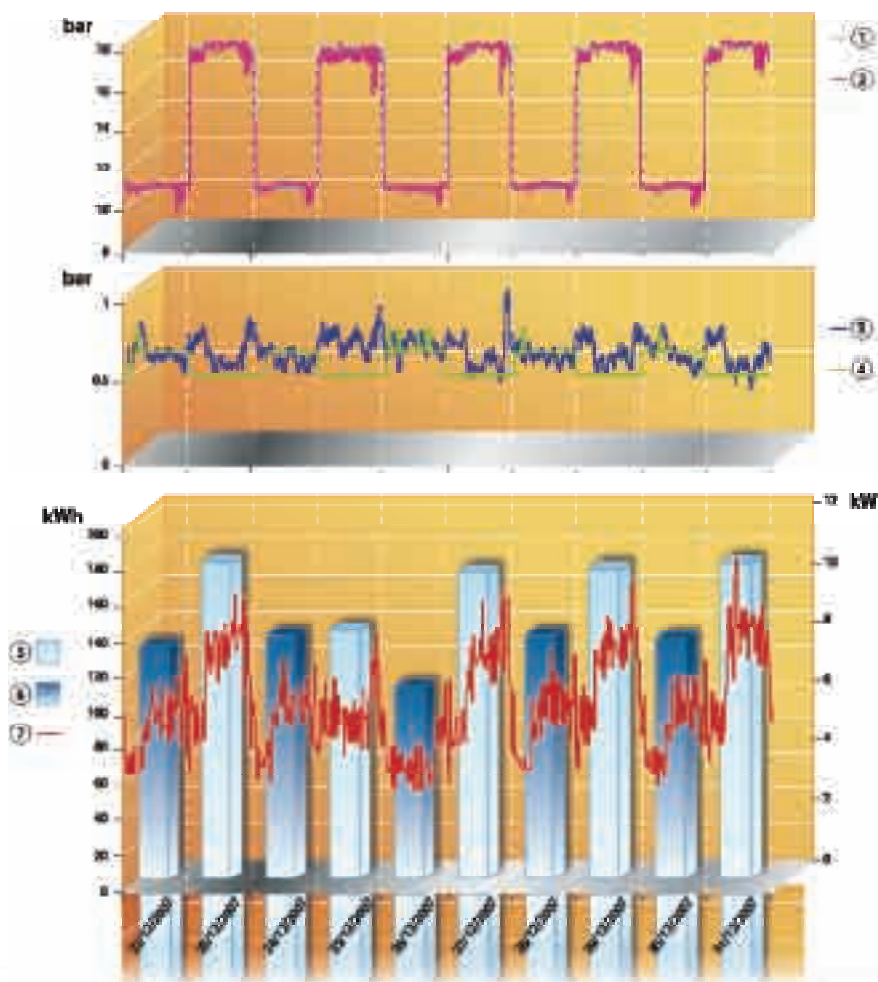
Results

The use of the supervisor has allowed the operating logic to be changed every 24 hours, switching from standard mechanical control (TEV thermostatic valves) to the more recent yet consolidated electronic control (E2V valves). This has allowed comparison between days with near-identical climatic conditions and thermal load.

In the period from November 2007 to June 2008, a series of interesting energy consumption data was acquired from the supervisor as regards optimisation of supermarket operation.

The figures below show graphs on the changeover from mechanical to electronic operation and the power input of the low temperature compressor rack.

Operating pressure and power input



Key:

| | | |
|-----------------------------------|--|-----------|
| 1. condensing pressure set point; | 4. suction pressure | 7. power; |
| 2. condensing pressure; | 5. daily consumption in mechanical mode (MEC); | |
| 3. suction pressure set point; | 6. daily consumption in electronic mode (EEV); | |

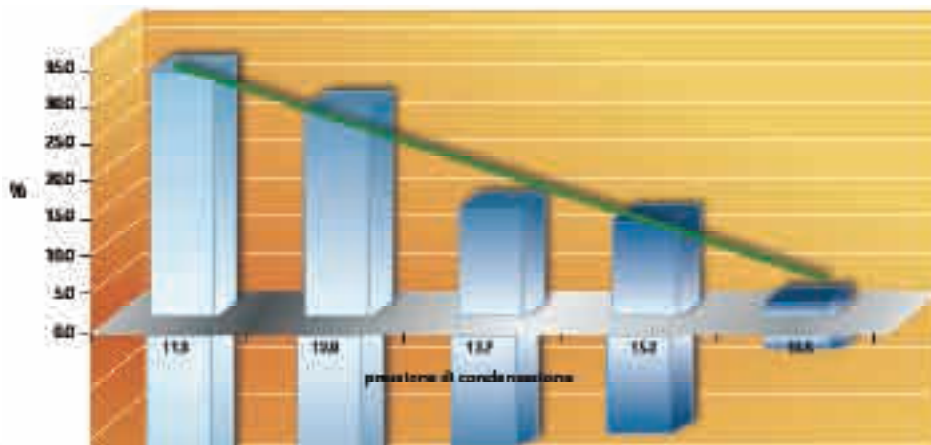
The previous graph shows one of the busiest periods in a supermarket (22, 23 and 24 December) as well as two days on which the store was closed (25 and 26 December).

As can be seen, the average instant power input during the day and consequently the daily power consumption are lower in electronic operating mode, both comparing days the store is open (especially prior to and following holidays, peak business) and on days the supermarket is closed.

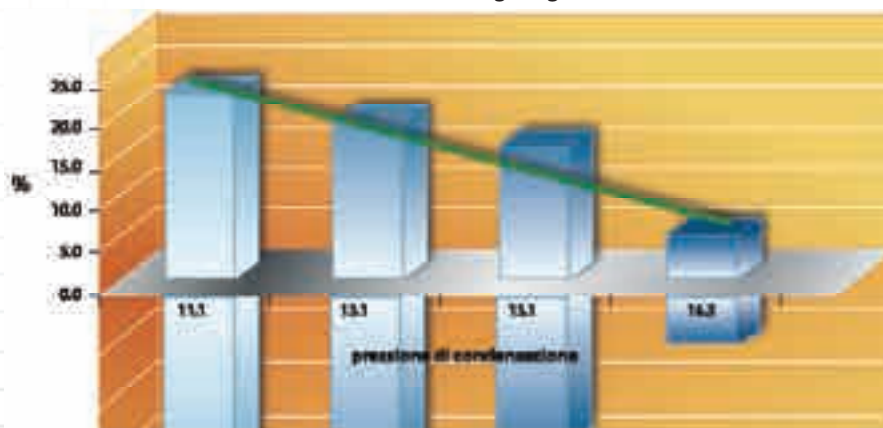
The data acquired over these months, together with the climate profile in Sulmona, can be used to estimate average daily and monthly refrigerating power consumption for the entire year.

Estimated average savings according to the condensing pressure

MT saving: % gain



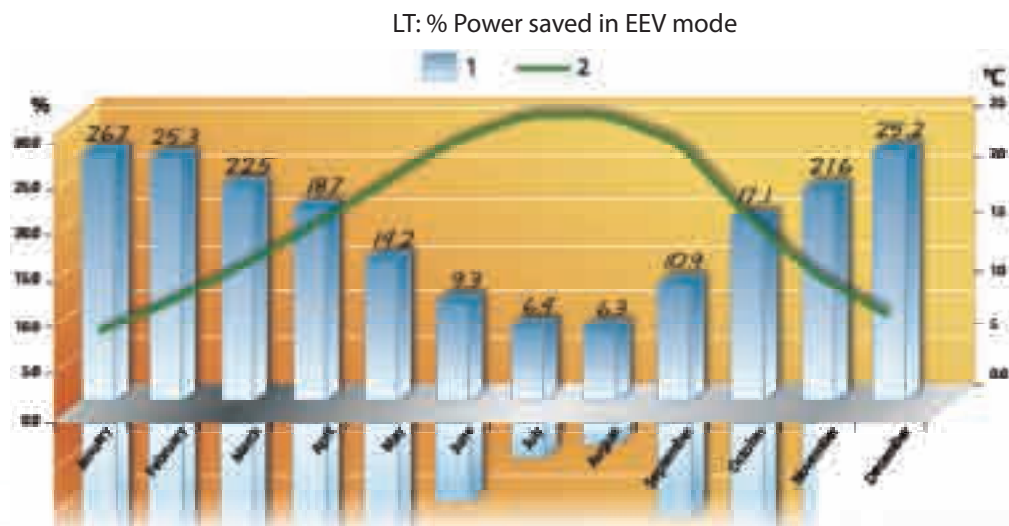
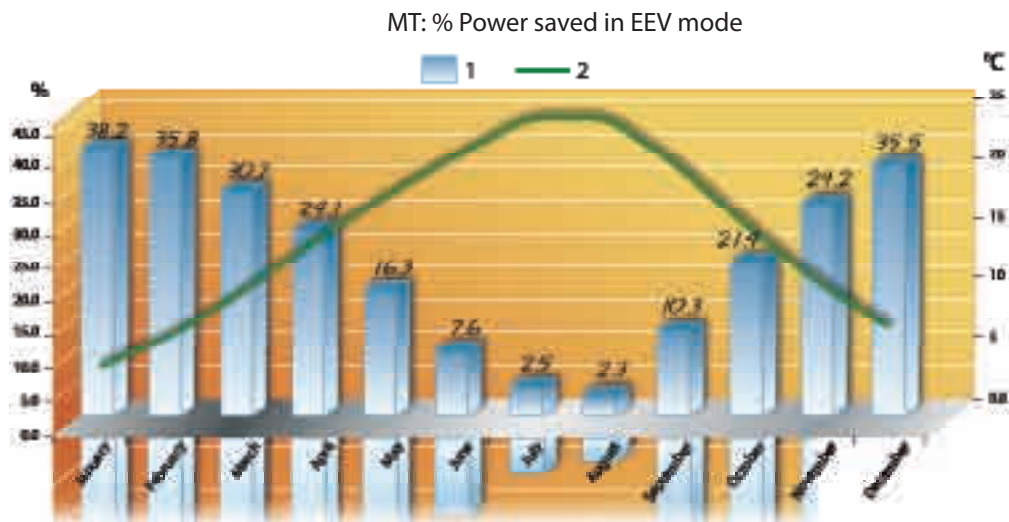
LT saving: % gain



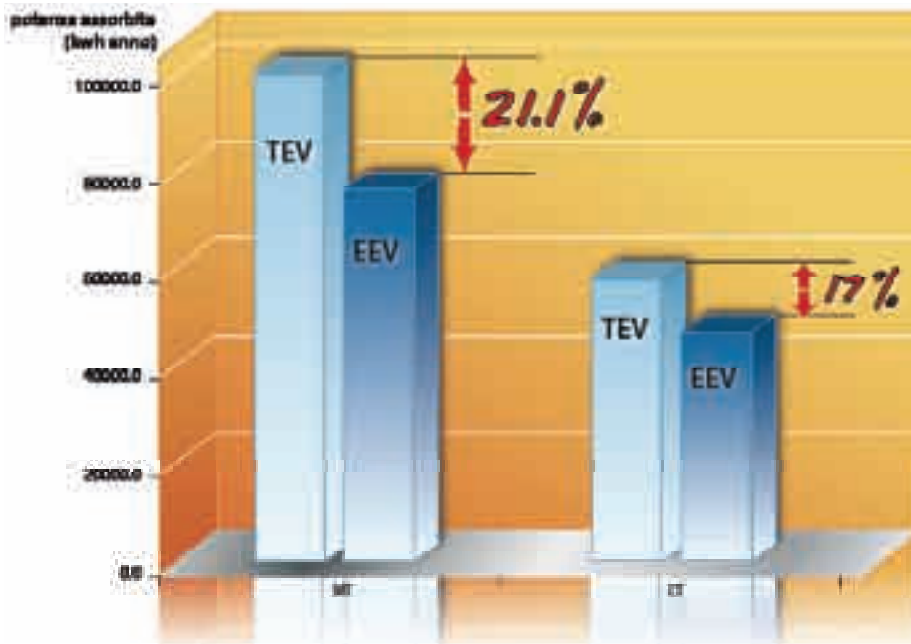
The final results speak clearly, savings are estimated to be around 20% for both the medium and low temperature system.

As can be imagined, the advantages of the electronic solution are reduced considerably in summer. The graph shows the climate profile in Sulmona, with the average monthly temperature and the percentage gains when using the electronic solution compared to the mechanical system.

Estimated average monthly savings according to the outside temperature



Annual estimated energy saving for the CONAD ADRIATICO store examined in this study.





Headquarters ITALY

CAREL S.p.A.

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

Sales organization

CAREL Asia

www.carel.com

CAREL Australia

www.carel.com.au

CAREL China

www.carel-china.com

CAREL South Africa

CAREL Controls S.A. (Pty)
www.carelcontrols.co.za

CAREL Deutschland

www.carel.de

CAREL France

www.carelfrence.fr

CAREL Ibérica

Automatización y Control ATROL S. L.
www.carel.es

CAREL India

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

CAREL Sud America

www.carel.com.br

CAREL U.K.

www.careluk.co.uk

CAREL U.S.A.

www.carelusa.com

Affiliates

CAREL Korea

www.carel.co.kr

CAREL Ireland

FarrahVale Controls & Electronics Ltd.
www.carel.com

CAREL Czech & Slovakia

CAREL spol. s r.o.
www.carel-cz.cz

CAREL Thailand

www.carel.co.th

CAREL Turkey

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