



**CREA**

S.p.A.

CAREL  
retail  
systema

the one solution



ITA

**Impianto integrato a CO<sub>2</sub> pompata ed espansione diretta**

Risparmio energetico e riduzione impatto ambientale

ENG

**Integrated CO<sub>2</sub> system with pumping unit and direct expansion**

Energy saving and reduced environmental impact

**CASE STUDY**



# Introduzione

In un'ottica di innovazione e ricerca continua verso il risparmio energetico e l'utilizzo di fluidi frigorigeni naturali, è stato recentemente realizzato un impianto in cascata che utilizza esclusivamente anidride carbonica (R744, CO<sub>2</sub>) come fluido vettore refrigerante per le utenze.

CREA S.p.A. ha realizzato l'impianto sia in termini di concept che di progettazione, costruzione ed installazione delle unità principali: chiller, centrale frigorifera, piping e regolazione di sistema.

L'azienda CREA è un'azienda leader nel campo della progettazione e realizzazione di gruppi frigoriferi centralizzati e di centrali frigorifere per grandi centri di distribuzione.

I servizi che fornisce oggi ai suoi clienti sono frutto di una pluriennale esperienza, che le permette di operare in modo completo: dalla progettazione al servizio di installazione e manutenzione.

Partner di progetto sono stati ALFAPROJEKT e CAREL S.p.A.

L'installazione ha avuto come obiettivi principali:

- verificare l'effettivo risparmio energetico della soluzione;
- dimostrare la fattibilità d'impianti utilizzando CO<sub>2</sub> come unico fluido vettore del freddo;
- utilizzo di una soluzione a basso impatto ambientale: minimizzazione della carica di fluido frigorigeno (HFC utilizzata esclusivamente per il raffreddamento della CO<sub>2</sub>).



## Soluzione impiantistica

La collaborazione tra CREA, ALFAPROJEKT e CAREL ha dato origine alla realizzazione di questa particolare soluzione impiantistica.

L'impianto è costituito da un chiller a R404A (Fig.1) avente quattro circuiti indipendenti per il raffreddamento della CO<sub>2</sub> che giunge a un serbatoio, il quale raccoglie l'R744 di ritorno in parte dalle utenze TN, in parte dai compressori della centrale BT.

Il fluido vettore è inviato agli evaporatori dei cabinet e delle celle tramite l'utilizzo di un gruppo di pompaggio. La CO<sub>2</sub> liquida arriva alle utenze di media temperatura senza subire alcuna espansione, mentre le utenze di bassa presentano al loro ingresso una valvola di espansione elettronica indispensabile al fine di portare quest'ultime in temperatura.

Il chiller deve quindi essere in grado di scaricare il carico frigorifero degli utilizzatori TN più il calore di condensazione della centrale BT.

Il gas saturo della CO<sub>2</sub> condensa in quattro scambiatori a piastre cedendo calore al R404a espanso a sua volta tramite valvole elettroniche.

Le centrali montano il rack controller pCO con software personalizzato e proprietario CREA.

La selezione delle centrali è stata fatta in base alla richiesta frigorifera che è:

- 60 kW per l'impianto TN, 19 utenze;
- 15 kW per l'impianto BT, 5 utenze.

Il gruppo di pompaggio è stato dimensionato in base alla totale potenza frigorifera richiesta. Il sistema monta due pompe l'una di scorta all'altra per avere la massima affidabilità, in caso di manutenzione o malfunzionamento.



Centrale frigorifera CREA

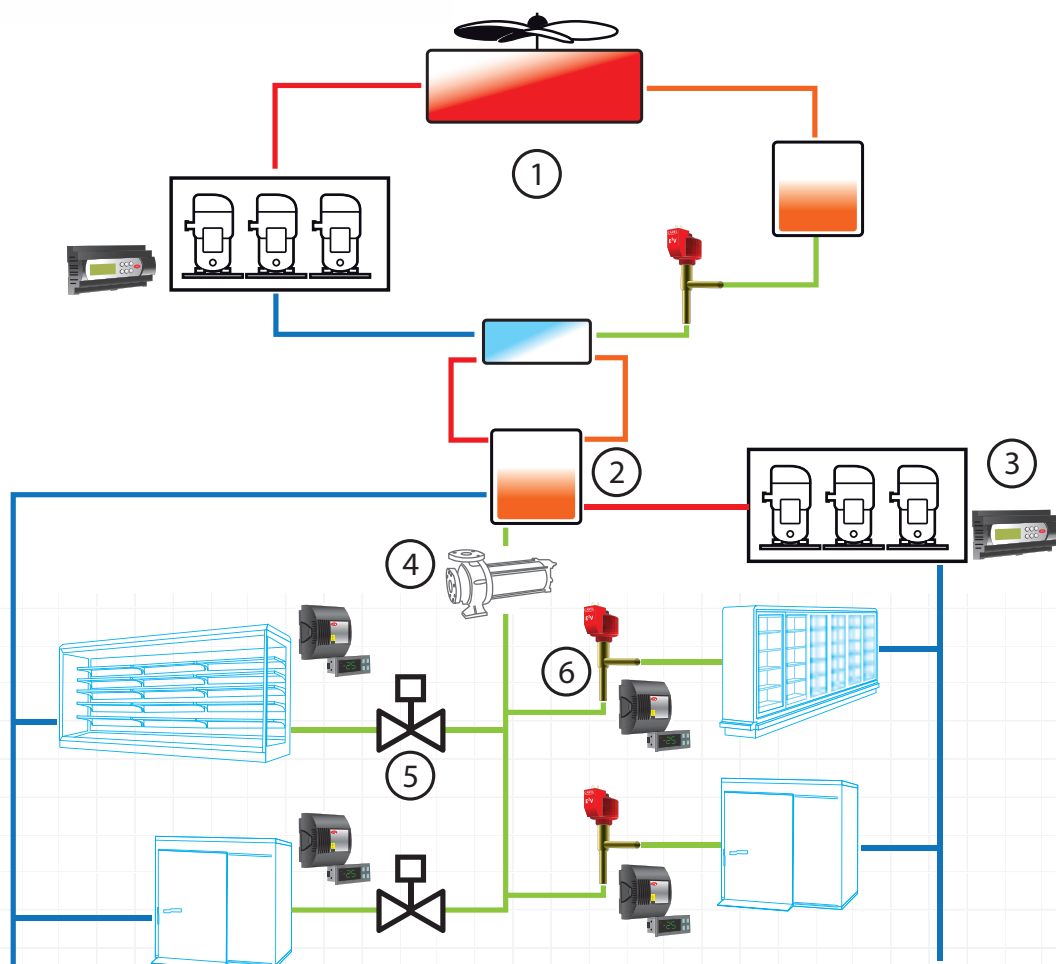


Fig. 1

**Legenda Fig. 1:**

1. chiller R404a;
2. serbatoio CO<sub>2</sub>;
3. centrale BT CO<sub>2</sub>;
4. pompa;
5. valvola solenoide, MPXPRO;
6. E<sup>2</sup>V, MPXPRO

# Controllo e gestione dell'impianto

L'intera gestione dell'impianto è stata affidata alla serie "CAREL retail sistema" con l'utilizzo del sistema di supervisione remoto PlantVisorPRO integrata con soluzioni customizzate CREA.

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.

L'ottima progettazione e messa in opera dell'installazione è cosa fondamentale ai fini di un ottimo risultato, anche in termini di controllo dello stesso.

Le utenze TN montano all'ingresso degli evaporatori delle elettrovalvole gestite dal controllore MPXPRO che apre o chiude le valvole in funzione della temperatura dell'utilizzatore.

Le utenze BT necessitano invece di un'espansione del fluido refrigerante, per tale motivo all'ingresso degli evaporatori si trovano le valvole elettroniche E<sup>2</sup>V CAREL gestite sempre dal controllore MPXPRO.

Il sistema chiller è gestito dal rack controller della serie pCO sistema di CAREL con un software personalizzato CREA per la gestione dei quattro circuiti frigoriferi. Il refrigerante R404a è espanso nei quattro scambiatori di calore a piastre per mezzo delle valvole elettroniche E<sup>2</sup>V gestite dal controllore CAREL EVD.

La centrale frigorifera di bassa temperatura a CO<sub>2</sub> è gestita dal rack controller con software di gestione personalizzato CREA appartenente alla serie pCO sistema.



# Stime dei consumi fra diversi sistemi

La stima dei consumi elettrici annui di diverse tipologie d'impianto (Tab. 1), consente di verificare quali sono gli effettivi vantaggi della soluzione adottata per il punto vendita oggetto di questo studio.

Sono state analizzate le seguenti diverse soluzioni impiantistiche:

- impianto standard con valvole d'espansione termostatiche (Fig.2);
- impianto standard con valvole di espansione elettroniche e conseguente logica di regolazione (utilizzo del setpoint di condensazione flottante in funzione della temperatura ambiente) (Fig.3);
- impianto in cascata classico con CO<sub>2</sub> come fluido secondario. La centrale frigorifera di media temperatura ad R404A, alimenta le utenze frigorifere di media ed inoltre condensa la CO<sub>2</sub> proveniente dalla centrale frigorifera di bassa temperatura. Per l'espansione del fluido in quest'ultime utenze sono utilizzate le valvole di espansione elettroniche (Fig.4);
- impianto in cascata definito "New Concept", si tratta del sistema oggetto di questa installazione, descritto precedentemente (Fig.1).

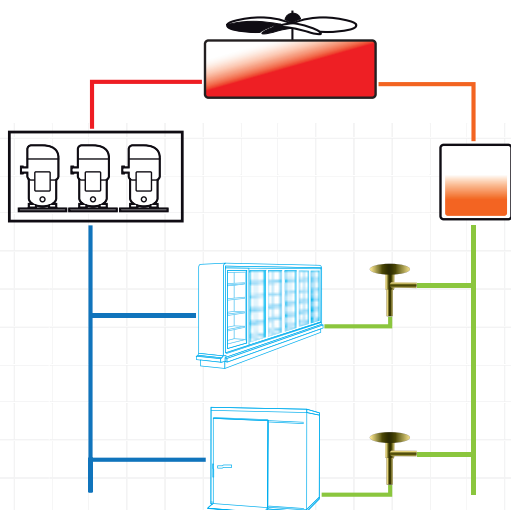


Fig. 2

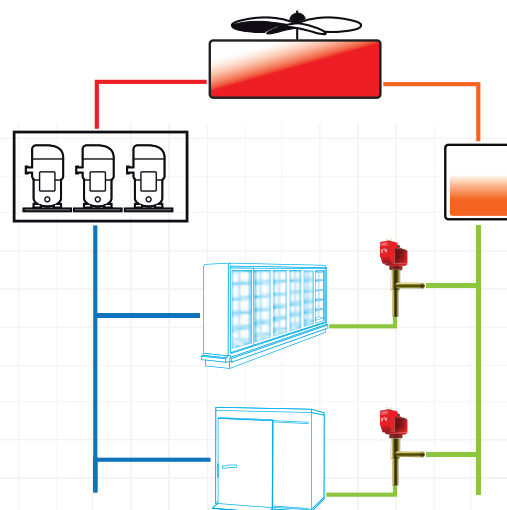


Fig. 3

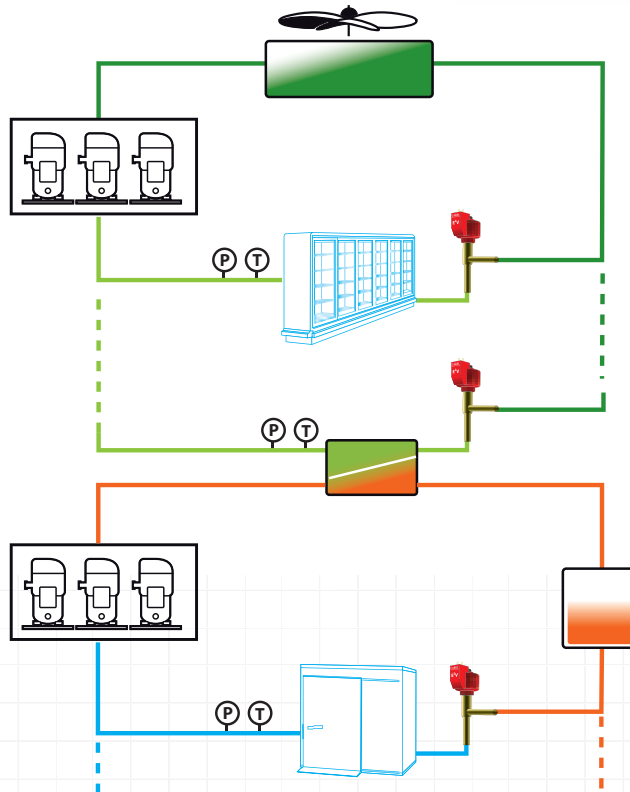


Fig. 4

### Consumi elettrici annui

		Consumi annui			
		Std	Std+EEV	CO <sub>2</sub> Casc.	New Concept
		kW/h			
BT	Consumo centrale BT	231513	152320	63249	76941
	Consumo dei ventilatori BT	10881	9153	0	0
TN	Consumo centrale TN	492576	439339	499116	437105
	Consumo dei ventilatori TN	37704	36836	42271	40969
	Consumo della pompa TN	0	0	0	15768
Potenza Totale Assorbita		772675	637647	604635	570783

Tab. 1



# Conclusioni

Alla luce di quanto esposto e dei dati rilevati (in 6 mesi di funzionamento) dall'impianto oggetto di questa relazione e da un altro di taglia superiore, si evince che la soluzione impiantistica proposta, oltre che essere "migliorativa" dal punto di vista ecologico, in quanto riduce al minimo la carica di refrigerante sintetico soggetto alle regole del Regolamento Europeo 842/2006 (e quindi ai controlli "invasivi" obbligatori), permette una riduzione sensibile del consumo energetico.

I risultati ottenuti sono di stimolo alla ricerca di ottimizzazione del progetto, ricercando soluzioni più performanti per ciascuno dei componenti dell'insieme, ovvero centrale frigorifera (compressori, scambiatori, regolazione elettronica...), utilizzatori (banchi frigoriferi, aereoevaporatori cella). L'obiettivo è quindi di continuare la ricerca di soluzioni attuabili nel contesto in cui ci troviamo ad operare ovvero condizioni climatiche del nostro paese, settore (refrigerazione commerciale) e non ultimo condizioni economiche (diminuire il rischio dell'investitore, pur mantenendo elevato il livello tecnologico e le performance). Per questo motivo oltre ad una attività di ricerca e sviluppo tecnico, deve essere portata avanti una opera di "acculturamento" dell'utente finale per capire che l'investimento non va valutato solo come costo iniziale ma anche durante tutta la sua vita (costi di manutenzione, dei "controlli obbligatori", costi energetici...).

## Grafico relativo al consumo di energia totale

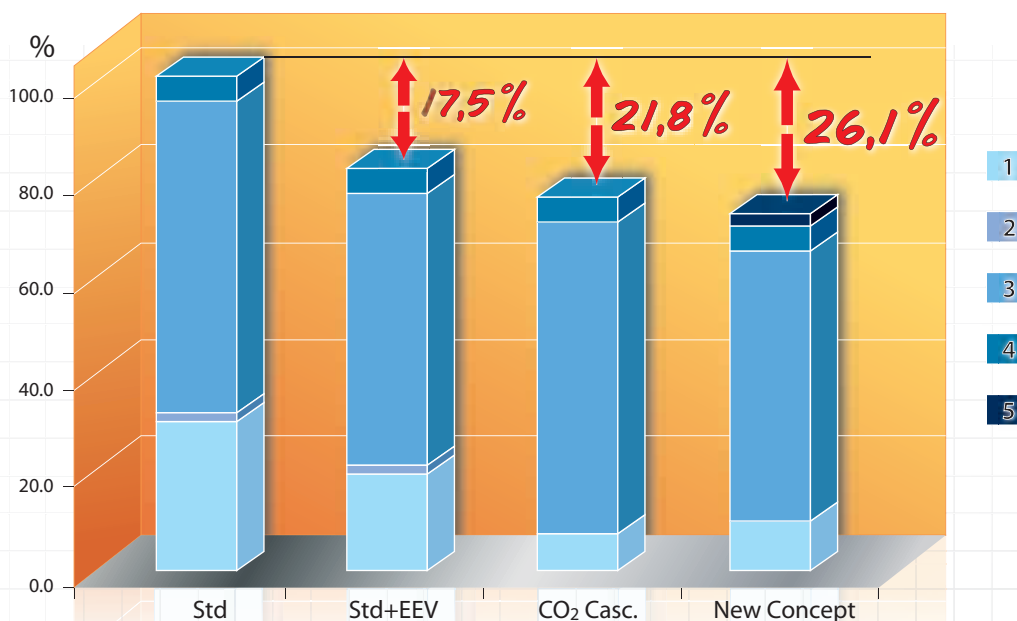


Fig. 5

### Legenda Fig. 5:

1. consumo centrale BT;
2. consumo dei ventilatori BT;
3. consumo centrale TN;
4. consumo dei ventilatori TN;
5. consumo della pompa.



# Introduction

The latest innovations and continuous research into energy saving and the use of natural refrigerants have led to the development of a cascade installation that uses only carbon dioxide (R744, CO<sub>2</sub>) as the refrigerant for the utilities.

CREA S.p.A. has developed the installation both as regards the concept and the design, construction and installation of the main units: chiller, compressor rack, piping and system control.

CREA represents a leading company in the design and development of centralised refrigeration units and compressor racks for large retail centres.

The complete range of services it currently provides its customers are the result of extensive experience: from design to installation and maintenance.

Partners in the project were ALFAPROJEKT and CAREL S.p.A.

The main objectives of the installation were to:

- verify the effective energy savings of the solution;
- demonstrate the feasibility of systems using CO<sub>2</sub> as the only refrigerant fluid;
- use a solution with a low environmental impact: minimising the refrigerant charge (HFC used only for cooling the CO<sub>2</sub>).



# Solution

The partnership between CREA, ALFAPROJEKT and CAREL led to the development of this specific solution.

The system consists of a chiller operating on R404A (Fig.1), with four independent circuits for cooling the CO<sub>2</sub> in a tank that collects the R744 returning partly from the MT units, and partly from the LT compressor rack. The refrigerant is delivered to the showcase and cold room evaporators by a pumping unit. The liquid CO<sub>2</sub> reaches the medium temperature units without undergoing expansion, while the low temperature units have an electronic expansion valve at the inlet to ensure these reach the right operating temperature. The chiller must thus be able to handle the cooling capacity of the MT units plus the heat of condensation of the LT rack.

The saturated CO<sub>2</sub> gas condenses in four plate exchangers, transferring heat to the R404a; this in turn is expanded through electronic valves.

The systems are fitted with the pCO rack controller running customised and proprietary CREA software.

The systems were selected based on the cooling demand, that is:

- 60 kW for the MT system, 19 units;
- 15 kW for the LT system, 5 units.

The pumping unit was sized based on the total cooling capacity. The unit is fitted with two pumps, one of which in standby, to ensure maximum reliability in the event of maintenance or malfunctions..



CREA compressor rack

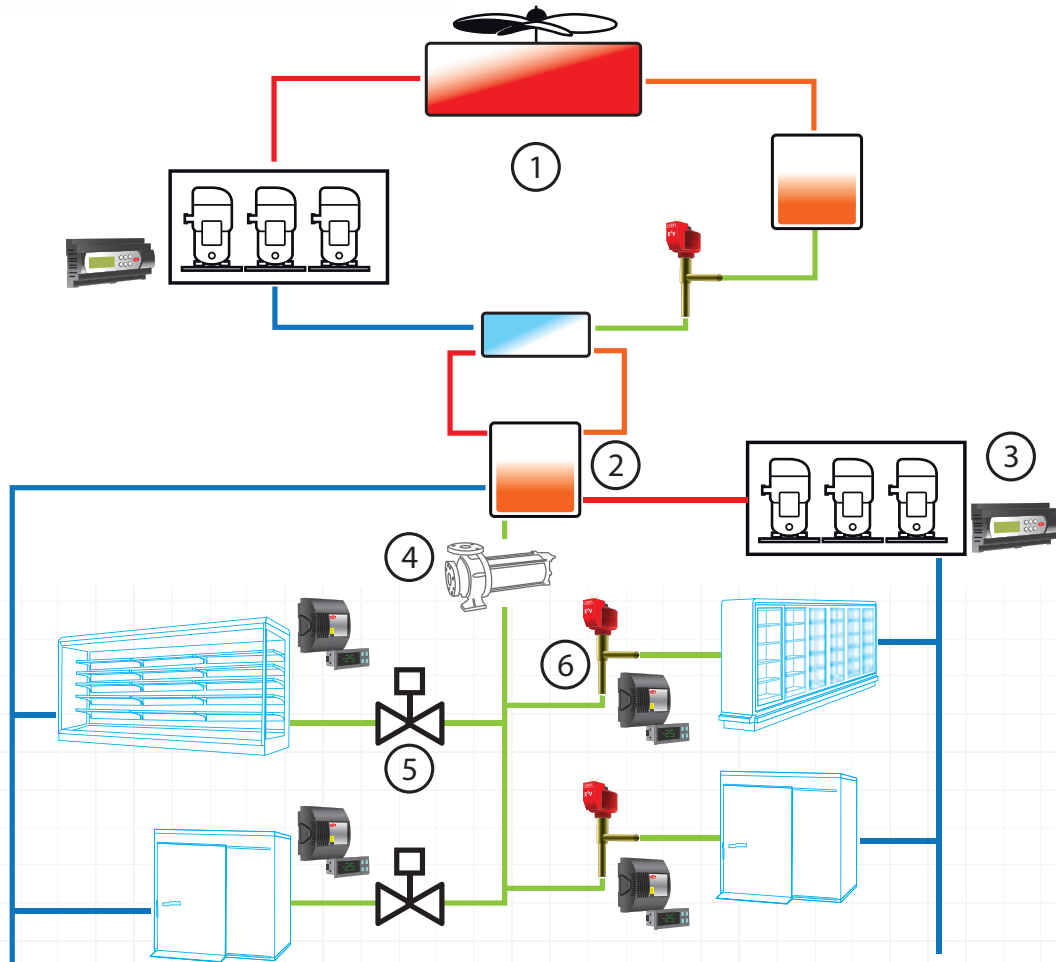


Fig. 1

Key to Fig. 1:

1. R404a chiller;
2. CO2 tank;
3. CO2 LT rack;
4. pump;
5. solenoid valve, MPXPRO;;
6. E2V, MPXPRO

# System control and management

The overall management of the system was entrusted to the “CAREL Retail sistema” series, using the PlantVisorPRO remote supervisory system integrated with customised CREA solutions.

The integrated “CAREL retail sistema” solution for the refrigeration system was chosen to achieve maximum advantages in terms of energy saving, available on the different controllers used to manage the system.

Optimum design and commissioning of the system was also fundamental to achieve best results in terms of operation and control.

The MT units have solenoid valves at the evaporator inlet managed by the MPXPRO controller, which opens or closes the valves based on the operating temperature.

The LT utilities, on the other hand, require expansion of the refrigerant, and consequently CAREL E<sup>2</sup>V electronic valves are installed at the evaporator inlet, again managed by the MPXPRO controller.

The chiller system is managed by the CAREL pCO sistema series rack controller, with customised CREA software for managing the four refrigerant circuits. The R404a refrigerant is expanded in the four heat plate exchangers through the E2V electronic valves, managed by the CAREL EVD controller.

The low temperature CO<sub>2</sub> compressor rack is managed by the pCO sistema series rack controller, with customised CREA software.



# Estimated power consumption of the different systems

The estimated annual power consumption for various different types of system (Table 1) is used to verify the effective advantages of the solution adopted for the sales outlet in question.

The following different solutions were analysed:

- standard system with thermostatic expansion valves (Fig.2);
- standard system with electronic expansion valves and consequent control logic (use of floating condenser control set point based on room temperature) (Fig.3);
- classic cascade system with CO<sub>2</sub> as secondary fluid. The medium temperature R404A compressor rack serves the medium temperature refrigeration units and also condenses the CO<sub>2</sub> from the low temperature compressor rack. Electronic expansion valves are used for the expansion of the fluid in these units (Fig.4);
- cascade system defined as "New Concept", i.e. the system used in this installation, as described previously (Fig.1).

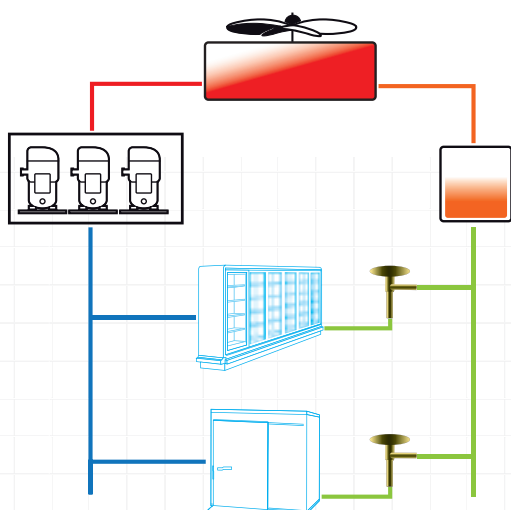


Fig. 2

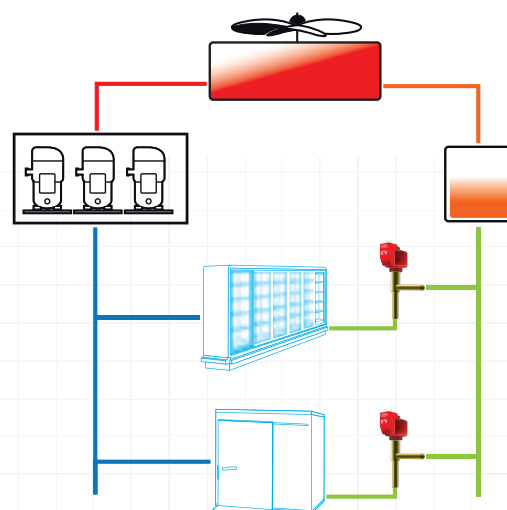


Fig. 3

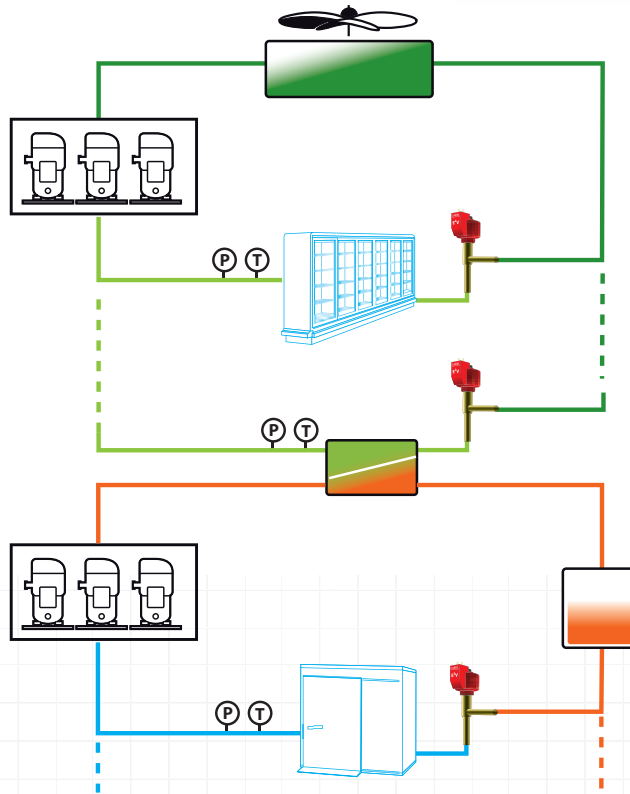


Fig. 4

**Annual power consumption**

		Annual consumption			
		Std	Std+EEV	CO <sub>2</sub> Casc.	New Concept
		kW/h			
LT	LT rack consumption	231513	152320	63249	76941
	LT fan consumption	10881	9153	0	0
MT	MT rack consumption	492576	439339	499116	437105
	MT fan consumption	37704	36836	42271	40969
	MT pumping unit consumption	0	0	0	15768
Total power consumption		772675	637647	604635	570783

Tab. 1



# Conclusions

In light of the above and the data measured (over 6 months of operation) at the installation studied in this report and another larger one, it can be concluded that the solution proposed, as well as being an "improvement" in environmental terms, by minimising the charge of synthetic refrigerant subject to European Regulation 842/2006 (and thus compulsory "invasive" checks), also brings a considerable reduction in energy consumption.

The results achieved represent a stimulus to continue optimising the design, investigating higher performance solutions for each of the components, that is, the compressor rack (compressors, heat exchangers, electronic controller...) and the refrigeration units (showcases, cold room evaporators). The objective is therefore to continue the search for solutions that can be implemented in the context we operate in, that is, the climatic conditions in our country, the sector (commercial refrigeration) and not least the economic conditions (reducing investor risk, while maintaining high level of technology and performance). For this reason, as well as technical research and development, end users must be "educated" to understand that the investment must not only be evaluated in terms of the cost upfront, but also throughout the life of the system (maintenance costs, "compulsory checks", energy costs...).

## Graph relating to total energy consumption

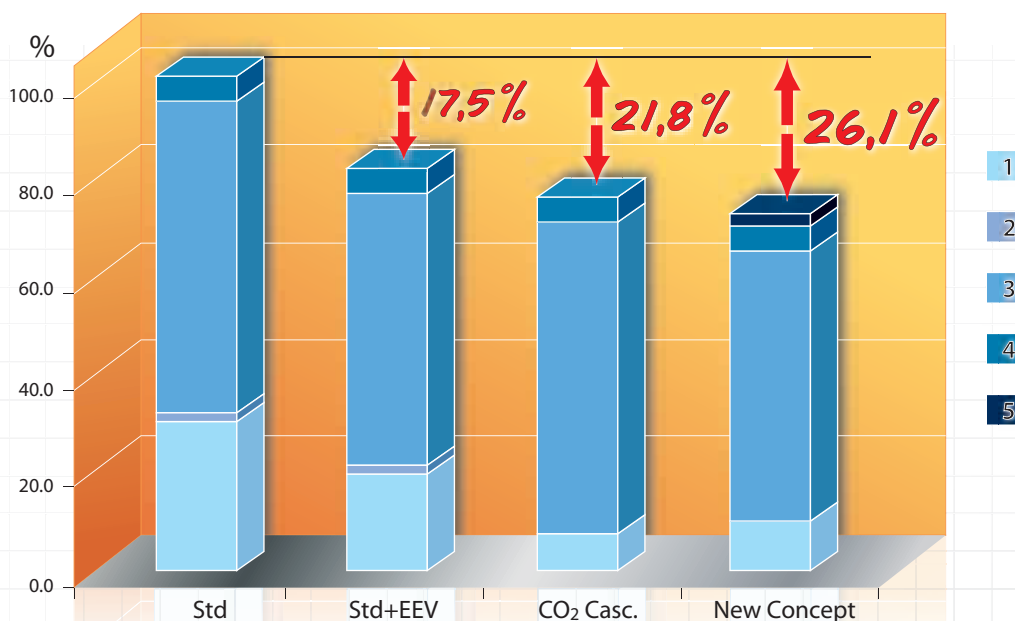


Fig. 5

### Key to Fig. 5:

1. LT rack consumption;
2. LT fan consumption;
3. MT rack consumption;
4. MT fan consumption;
5. pumping unit consumption.





**CREA S.p.A.**  
via Bergamo, 80  
20040 Bellusco - Milano  
tel. 039-6022784 - fax 039-6022671  
e-mail: [creaspa@creaspa.it](mailto:creaspa@creaspa.it)  
[www.creaspa.it](http://www.creaspa.it)

## 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