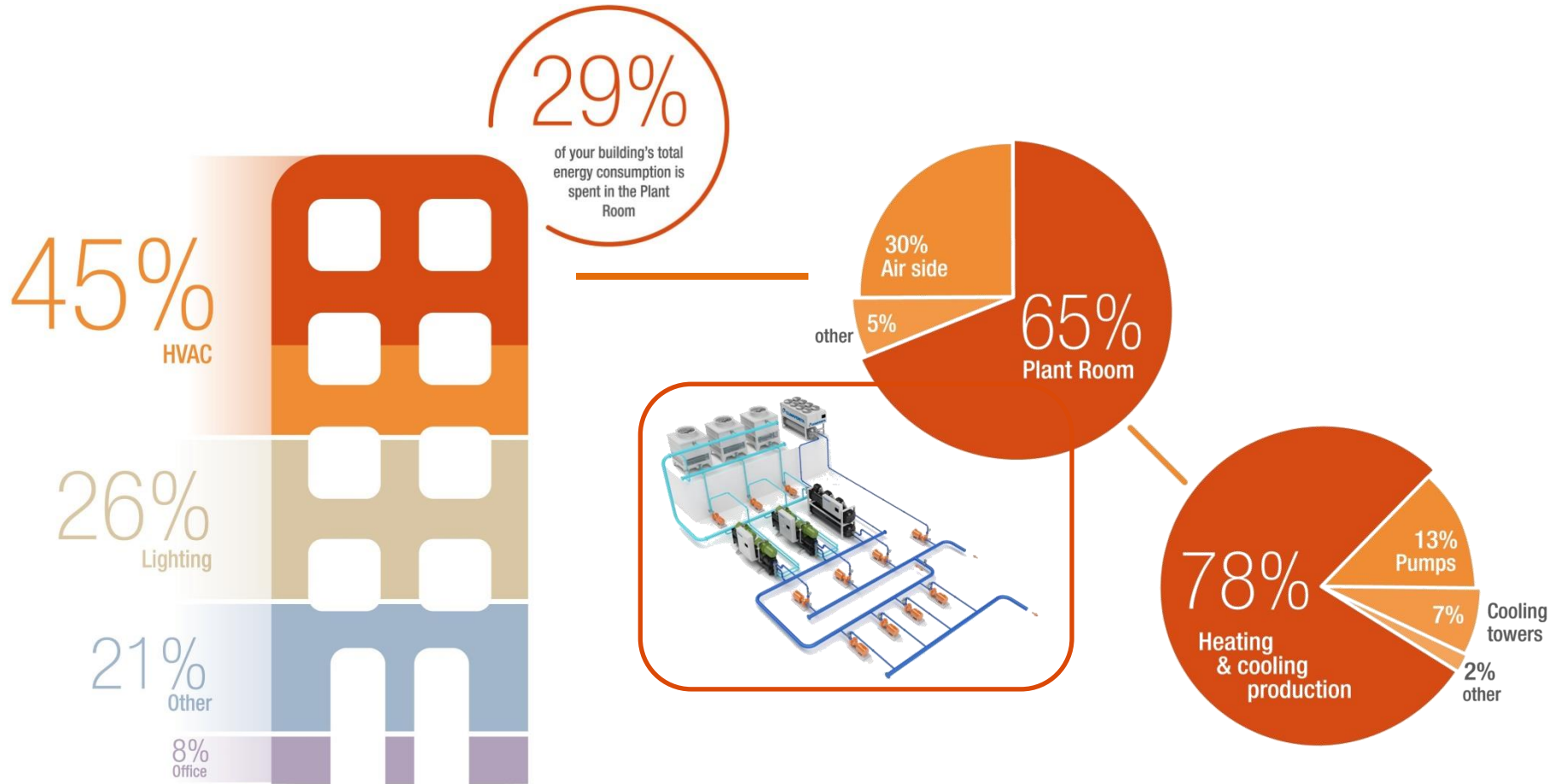




# L'efficientamento della centrale termo frigorifera Logiche di controllo dinamiche e manutenzione predittiva

Luca Micheletto  
Product Application Manager  
Monitoring & Control Systems

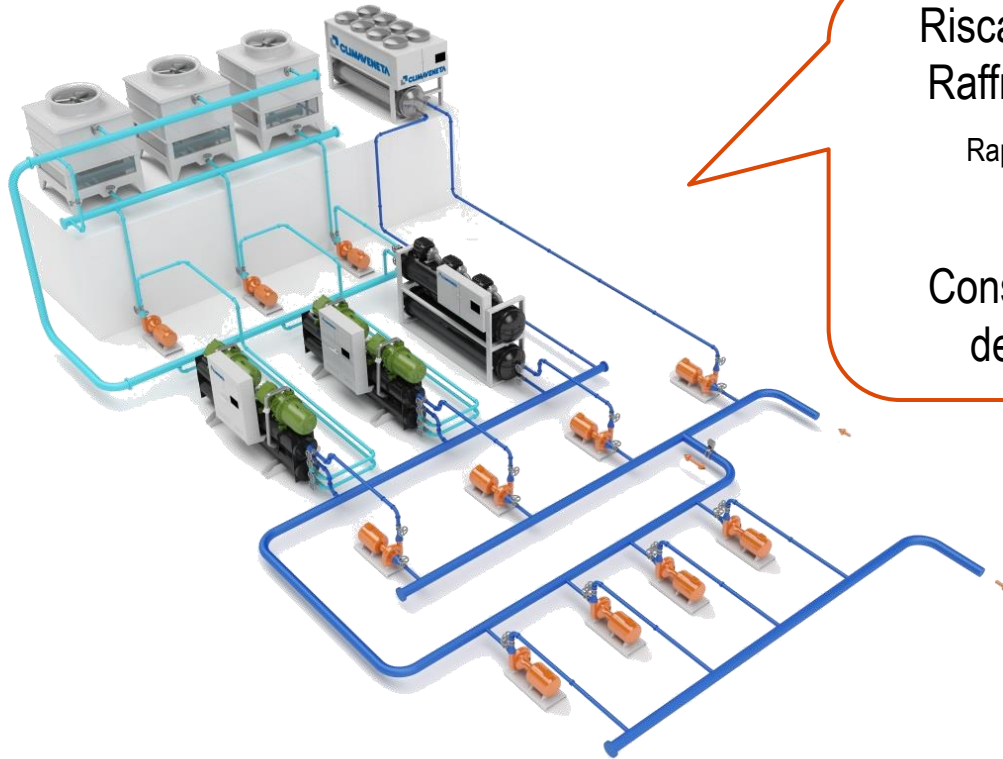
# Plant Room rappresenta l'area di maggiore consumo energetico di un edificio:



MITSUBISHI ELECTRIC HYDRONICS & IT COOLING SYSTEMS S.p.A.

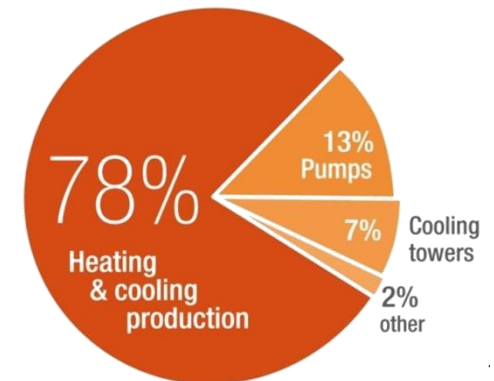


Plant Room rappresenta l'area di maggiore consumo energetico di un edificio:



Riscaldamento e Raffrescamento

Rappresentano il  
29% del  
Consumo totale  
dell'edificio



Quali sono le variabili su cui agire per tenere questo processo sotto controllo?

## Unità termofrigorifere: un sistema complesso



**Compressori**  
Inverter, step control, ON/OFF



**Refrigeranti**  
Con differenti caratteristiche e comportamenti



**Scambiatori**  
Con rese e comportamenti diversi a seconda delle condizioni di lavoro



## Perché Ottimizzare



... nei nuovi progetti, nella fase iniziale...



20% Costo Ciclo Vita Impianto



CAPEX

**Costi di investimento**

**Investors**

Increase energy rating, increase value, make to building more attractive

**Property Managers**

Reduce maintenance & running costs, benchmark data within properties

**Consultants**

Reduce energy consumption, reduce carbon footprint, reduce CO2 emissions, achieve building rating,

**Mechanical & Electrical Designers**

Efficient design for reducing energy consumption, reduce carbon footprint, reduce CO2 emissions, achieve building rating, differentiate design

**Architects**

Efficient design for reducing energy consumption, carbon footprint, CO2 emissions, achieve building rating (all building)

**Contracting Companies**

Meet design specifications, secure jobs for refurbishments and system upgrade

...nella conduzione degli impianti, nuovi e non...

**Investors**

Increase energy rating, increase value, make to building more attractive

**Property Managers**

Reduce maintenance & running costs, benchmark data within properties

**Facility Managers**

Reduce maintenance & running costs

**Energy Managers**

Reduce energy consumption, carbon footprint, CO2 emissions, maintain building rating

**Service & Maintenance Managers**

Reduce maintenance costs and activities, increase maintenance levels

**ESCO Companies**

Easy data acquisition and management

**Contracting Companies**

Meet design specifications, secure jobs for refurbishments and system upgrade

**Global Service Companies**

EPC, acquire service & maintenance contracts, secure jobs for renovations and system upgrade



80% Costo Ciclo Vita Impianto



**Costi di gestione**

# DIRETTO



## Controllo



Energy saving


# INDIRETTO





## Manutenzione





 Sequenza **dinamica** in base alle curve di efficienza

 Gestisce sistemi **non omogenei**, combina unità di diversa natura

 Ottimizzazione pompe a portata variabile nei circuiti primari, secondari e sorgente

 Indagine diagnostica **predittiva** per eseguire la manutenzione **preventiva**

 **reporting & charting** per tradurre i dati operativi in informazioni fruibili ai conduttori degli impianti

 Gestire le attività di manutenzione in modo dinamico, politiche di «**condition based maintenance**»



## Efficientare significa presidiare 3 macro aree



### Controllo remoto

Monitoraggio e supervisione con **FOCUS**  
sulle variabili **SENSIBILI**  
dell'efficientamento



### Calcolo e verifica delle efficienze

Misura e verifica delle prestazioni  
Generazione report e grafici  
Diagnostica e manutenzione



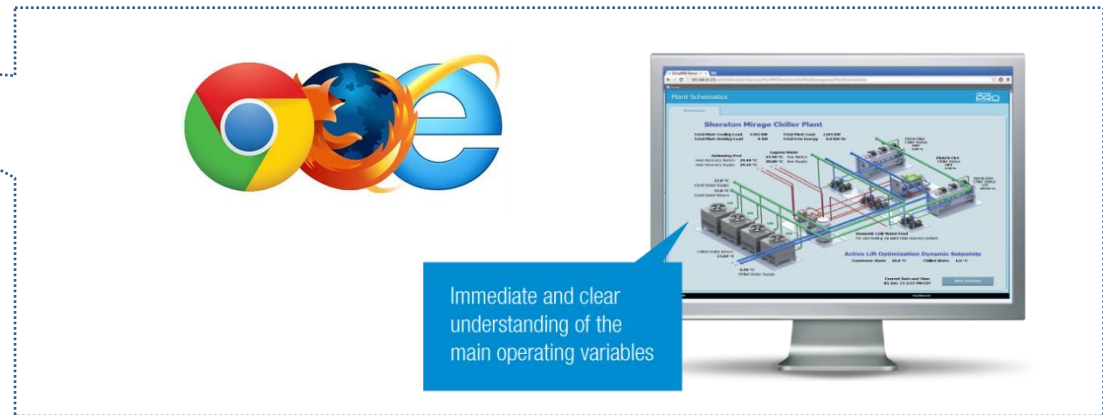
### Logiche di ottimizzazione

Controllo e Ottimizzazione

## Controllo Remoto

Monitoraggio e supervisione

- Flessibilità: può operare stand-alone o interfacciato con il BMS
- Sostituisce il BMS/BAS per tutte le funzioni di monitoraggio, reportistica e gestione allarmi
- Senza licenze: non serve il pagamento delle licenze per il suo utilizzo
- WEB based : accessibile da **locale** o **remoto** tramite web browser
- Livelli di accesso dedicati per diversi profili utente (Property management, Service & Maintenance, Commissioning, Designers)



# Sheraton Mirage Chiller Plant

**Total Plant Cooling Load** 1365 kW  
**Total Plant Heating Load** 0 kW  
**Total Plant Load** 1365 kW  
**Total Free Energy** 0.0 kW-hr

**Swimming Pool**  
Heat Recovery Return 29.40 °C  
Heat Recovery Supply 29.50 °C

**Lagoon Water**  
27.40 °C Aux Return  
28.00 °C Aux Supply

27.0 °C  
Cond Water Supply

33.0 °C  
Cond Water Return

ON

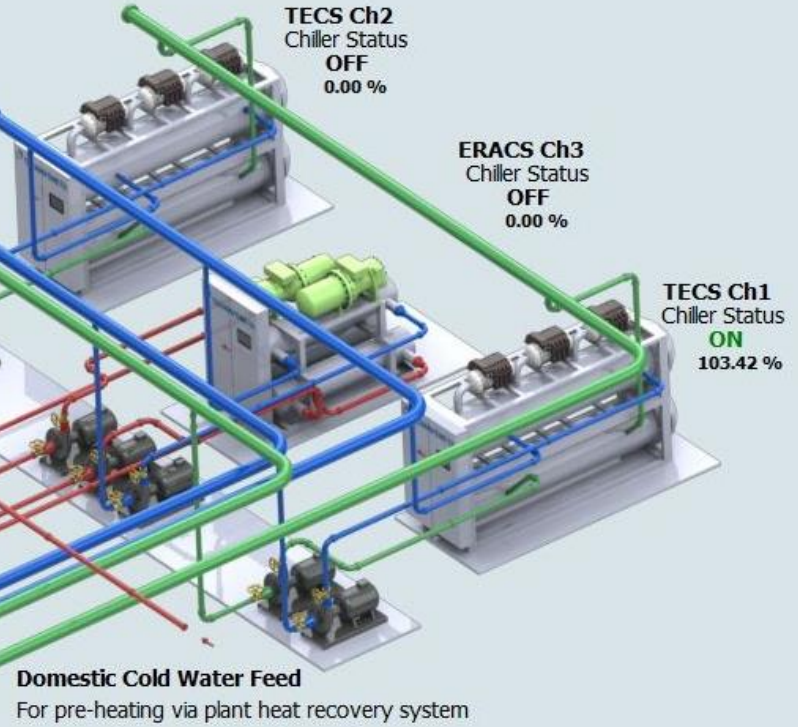
ON

ON

ON

Chilled Water Return  
13.60 °C

6.99 °C  
Chilled Water Supply

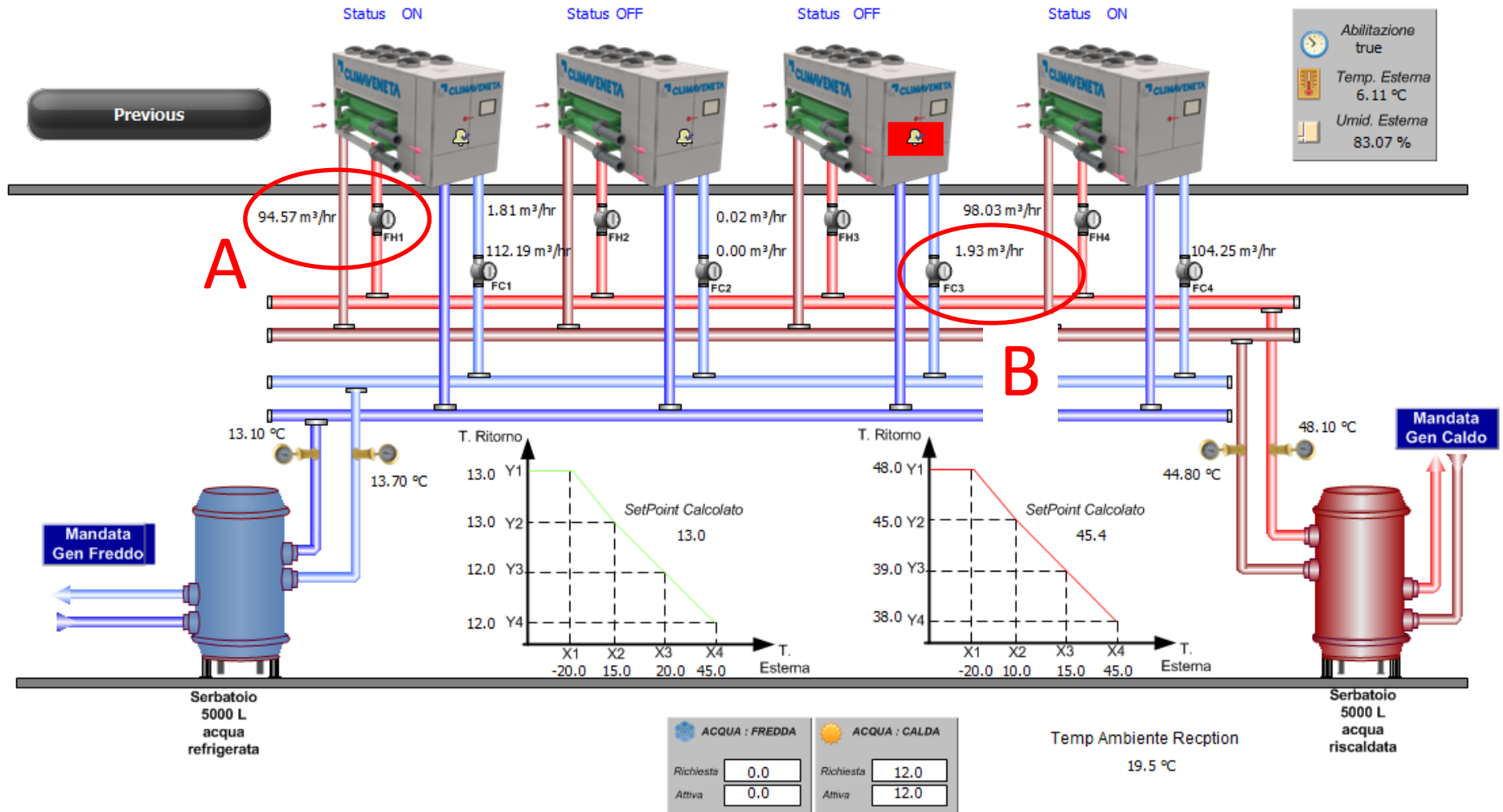


## Active Lift Optimization Dynamic Setpoints

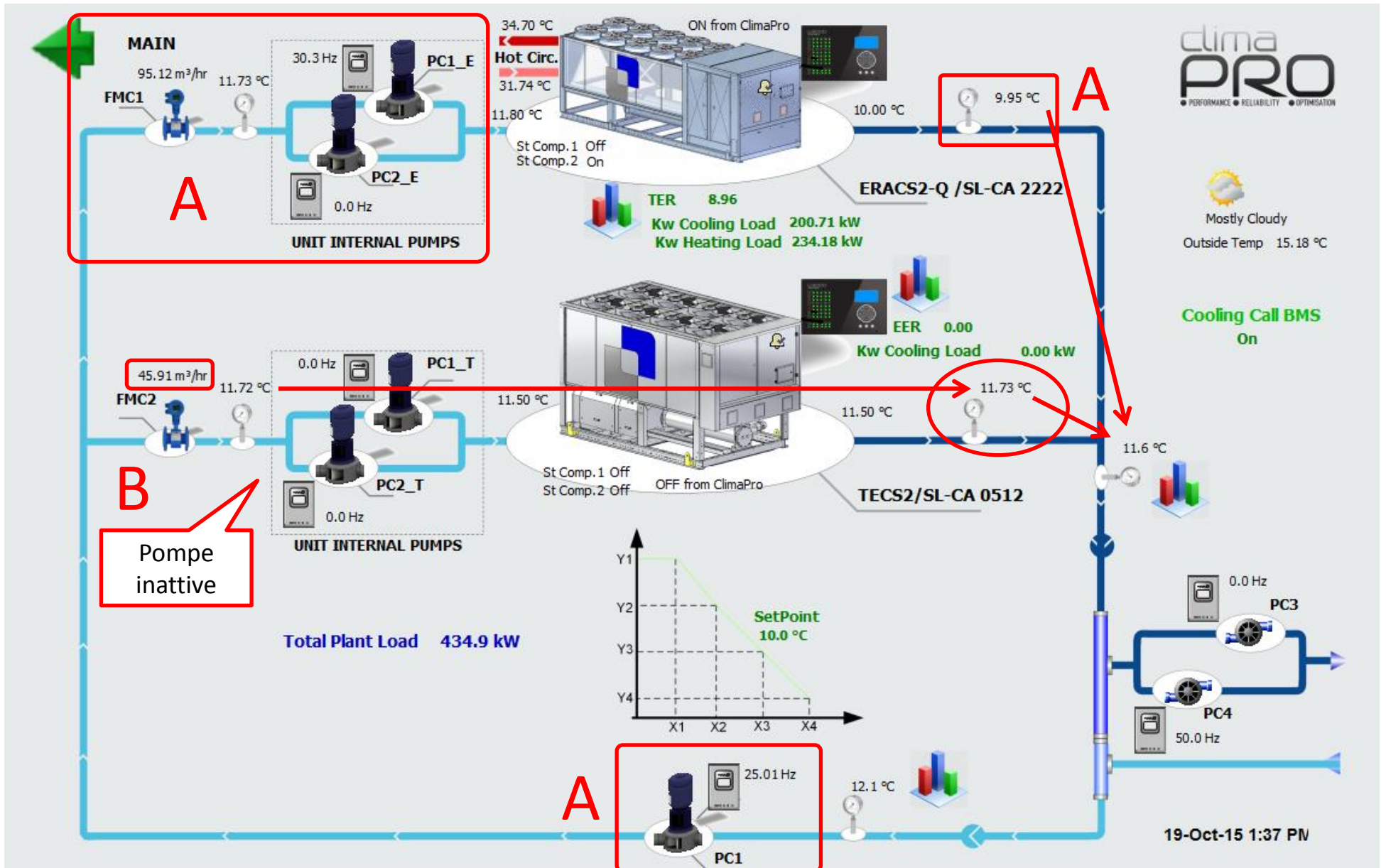
Condenser Water 28.0 °C      Chilled Water 6.0 °C

Current Date and Time  
05-Dec-13 2:57 PM EST

[Plant Overview](#)







## Controllo Remoto

Monitoraggio e supervisione

## Calcolo efficienze

Misura e verifica delle prestazioni

Generazione report e grafici

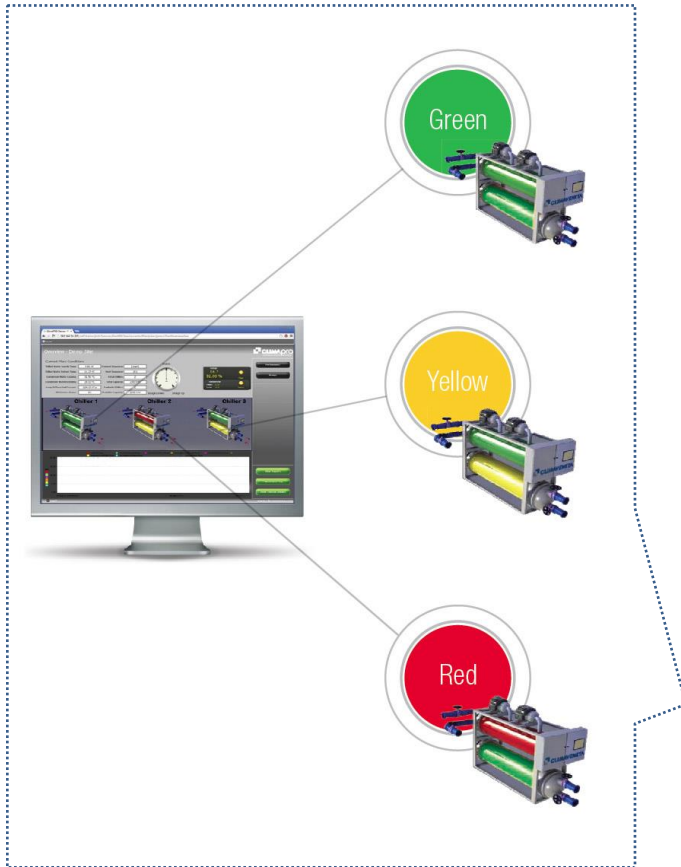
Diagnostica e manutenzione

## Ottimizzazione

Controllo e Ottimizzazione

## Calcolo efficienze

Misura e verifica delle prestazioni  
Generazione report e grafici  
Diagnostica e manutenzione



- Misura pressioni e temperature, portate acqua, assorbimenti elettrici di ogni unità e dispositivo sensibile in centrale
- Calcola gli **indici di efficienza** energetica per ogni singola macchina e per l'intera centrale
- Consente di **comparare i dati prestazionali** reali misurati sul campo verso i dati attesi di progetto
- Fornisce reportistica e grafici
  - “Log Report” per la manutenzione maintenance
  - “Monthly Report” per Energy e Property Managers
- Consente **riduzione dei costi di esercizio** grazie al servizio di diagnostica predittivo che consente di mantenere l'efficienza come da progetto







Efficienze reali misurate in linea con le efficienze di progetto dell'unità

Efficienza unità da progetto

Efficienza misurata

Efficienze reali misurate non in linea con le efficienze di progetto

Necessita di verifica per determinare le cause delle inefficienze rilevate



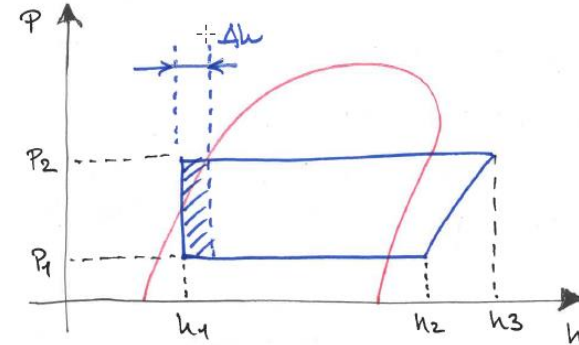
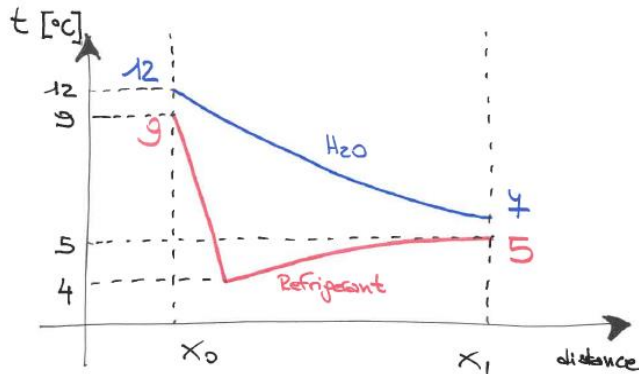


Unità performante

Unità sotto-performante  
Necessità di verifica e manutenzione per ripristinare le efficienze unità come da progetto

## Approaching Temperature Difference ( $\Delta t_d$ )

$$\Delta t_d = \min(\text{WATER temp} - \text{REF temp})$$



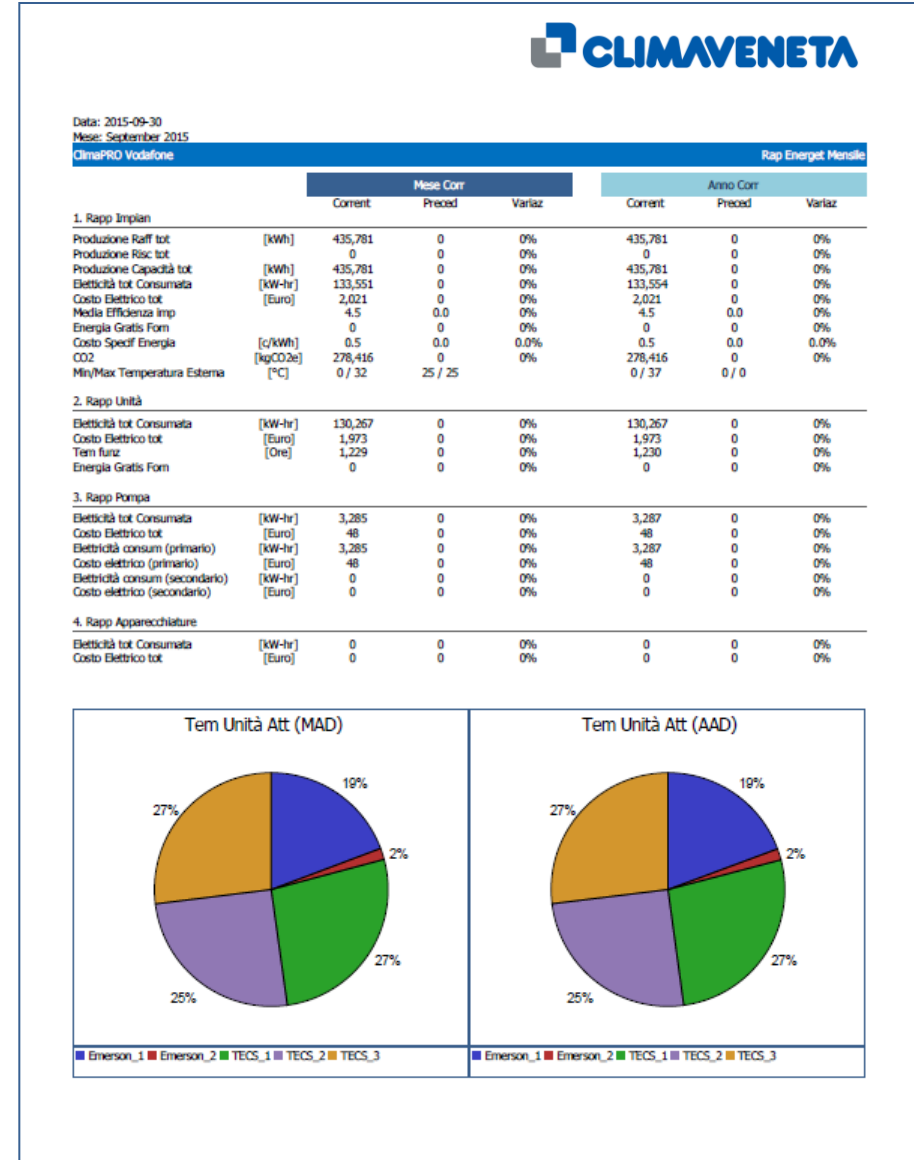
Tecnologia di compressione	Evaporatore	Carica refrigerante [ Pf = 340kW a 12/7°C - 35°C aria esterna]	Approach °t @100% carico
Scroll	Piastre saldobrasate	56 kg - R410a	< 5 °K
Vite	Fascio tubiero secco	90kg - R134a	< 3 °K
Turbocor (centrifugo)	Fascio tubiero allagato	150kg - R134a	< 1 °K



## 1. Energy Report & Downtime Analysis

## 2. Maintenance Reports

## 3. Charts and Trends



## 1. Energy Report & Downtime Analysis

## 2. Report dettagliato per manutenzione

## 3. Grafici e Trends



## 1. Energy Report & Downtime Analysis

## 2. Report dettagliato per manutenzione

## 3. Grafici e Trends

ClimaPro Chiller Log		Chiller Log - Report		
102 Adelaide Street		102 Adelaide Street		
		23-May-12 1:30 PM EST p1 of 1		
102 Adelaide Street	Chiller_1 25-Apr-12 4:42 PM	Chiller_2 26-Apr-12 7:42 AM	Chiller_3 23-May-12 1:13 PM	
Chiller Brand	Climaveneta R134a	Climaveneta R134a	Climaveneta R134a	
Compressor Type	centrifugal C/S	centrifugal C/S	centrifugal V/S	
Design Capacity	917.0 kw	917.0 kw	568.0 kw	
Evap Temp In	10.02 °C	9.89 °C	12.5 °C	
Evap Temp Out	5.73 °C	6.14 °C	6.5 °C	
Evap Flow	18.2 L/s	23.3 L/s	20.4 L/s	
Evap DP(Calc)	4.3 kPa	7.1 kPa	16.0 kPa	
Design Evap Flow	30.23 L/s	30.23 L/s	22.6 L/s	
Suction Pressure 1	-58.5 kPa *	-63.8 kPa *	242.4 kPa	
Suction Pressure 2	-	-	-	
Evap Approach Temp 1	-0.25 °C	3.17 °C	1.95 °C	
Evap Approach Temp 2	-	-	-	
SuperheatTemp 1	-	-	2.44 °C	
SuperheatTemp 2	-	-	-	
Cond Temp In	25.4 °C	23.29 °C	24.1 °C	
Cond Temp Out	26.82 °C	25.21 °C	29.07 °C	
Cond DP	35.9 kPa	33.9 kPa	36.1 kPa	
Cond Flow(Calc)	62.3 L/s	60.5 L/s	29.4 L/s	
Design Cond Flow	53.0 L/s	53.0 L/s	29.5 L/s	
Discharge Pressure 1	-3.0 kPa *	-4.4 kPa *	687.1 kPa	
Discharge Pressure 2	-	-	-	
Cond Approach Temp 1	0.12 °C	1.35 °C	1.78 °C	
Cond Approach Temp 2	-	-	-	
Amps	138.4 A	148.8 A	123.5 A	
Full Load Amps	410.0 A	410.0 A	184.0 A	
Volts	422.0 V	421.3 V	424.8 V	
Demand	78.1 kW	87.6 kW	84.7 kW	
Power Factor	0.77 pf	0.8 pf	0.92 pf	
COP	4.2	4.18	6.09	
Cooling Load (CL)	328.5 kW	367.3 kW	513.9 kW	
% Cooling Capacity	35.8 %	40.0 %	90.4 %	
Power Absorbed	78.0 kW	87.7 kW	84.3 kW	
% Power Absorbed	31.1 %	35.0 %	73.4 %	
Heat Balance	109.7 %	93.0 %	97.4 %	
Chiller Starts For Month	13	16	25	
Cooling Cost	1.8 c/kWh-hr	1.8 c/kWh-hr	1.2 c/kWh-hr	



Chiller Summary - ClimaPRO Demo

	FD05_01	cop	PRO	FD05_02	cop	PRO	FD05_03	cop	PRO
Evap Temp In	7.20 °C			10.40 °C			7.20 °C		
Evap Temp Out	6.90 °C			7.30 °C			7.40 °C		
Evap DP	0.00 kPa			45.40 kPa			45.40 kPa		
Evap Flow	0.00 L/s			40.36 L/s			40.36 L/s		
Suction Pressure 1	580.00 kPa			240.00 kPa			270.00 kPa		
Suction Pressure 2	610.00 kPa			260.00 kPa			240.00 kPa		
Suction Pressure 3	-			-			-		
Suction Pressure 4	-			-			-		
Approach Temp 1	0.00 Δ°C			4.19 Δ°C			1.63 Δ°C		
Approach Temp 2	0.00 Δ°C			4.68 Δ°C			4.29 Δ°C		
Approach Temp 3	-			-			-		
Approach Temp 4	-			-			-		
Superheat Temp 1	0.00 Δ°C			5.89 Δ°C			4.73 Δ°C		
Superheat Temp 2	0.00 Δ°C			3.38 Δ°C			6.39 Δ°C		
Superheat Temp 3	-			-			-		
Superheat Temp 4	-			-			-		
Discharge Pressure 1	950.00 kPa			900.00 kPa			910.00 kPa		
Discharge Pressure 2	600.00 kPa			880.00 kPa			830.00 kPa		
Discharge Pressure 3	-			-			-		
Discharge Pressure 4	-			-			-		
Compressor 1	off			on			on		
Compressor 2	off			on			on		
Compressor 3	-			-			-		
Compressor 4	-			-			-		
Amps	0.00 A			157.00 A			243.00 A		
Volts	400.00 V			400.00 V			400.00 V		
Demand	0.00 kW			103.00 kW			159.00 kW		
Power Factor	0.95 pf			0.95 pf			0.95 pf		
Ambient Temperature	30.10 °C			30.10 °C			30.10 °C		
% PRO	0.00 %			99.88 %			100.48 %		
% NEVWPV	0.00 %			97.24 %			96.23 %		
Cooling Load	0.00 kW			323.84 kW			794.30 kW		
% Cooling Capacity	0.00 %			62.07 %			94.11 %		
Power Absorbed	0.00 kW			103.23 kW			159.94 kW		
% Power Absorbed	0.00 %			61.91 %			95.92 %		
% Heat Balance	-			-			-		
Sp. Cooling Cost	0.00 c/kWh-hr			3.35 c/kWh-hr			3.42 c/kWh-hr		

Buttons: Performance, Cooling Tower Summary, View Reports, Maintenance Log, Email Monthly Report, View Charts, View Diagnostics, View Chiller



## 1. Energy Report & Downtime Analysis

## 2. Report dettagliato per manutenzione

## 3. Grafici e Trends

## Controllo Remoto

Monitoraggio e supervisione

## Calcolo efficienze

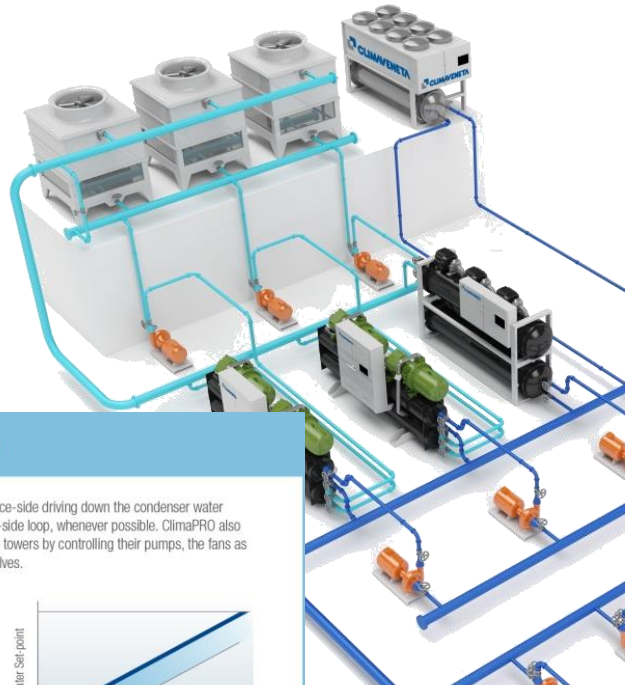
Misura e verifica delle prestazioni

Generazione report e grafici

Diagnostica e manutenzione

## Ottimizzazione

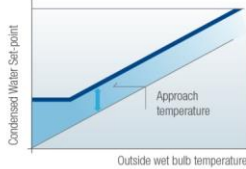
Controllo e Ottimizzazione



### Source side

ClimaPRO manages the source-side driving down the condenser water temperature over the source-side loop, whenever possible. ClimaPRO also actively manages the cooling towers by controlling their pumps, the fans as well as the Tower by-pass valves.

More specifically, the Cooling Tower set-point is automatically calculated on the basis of the wet bulb outside air & condenser water temperatures.



### Generation

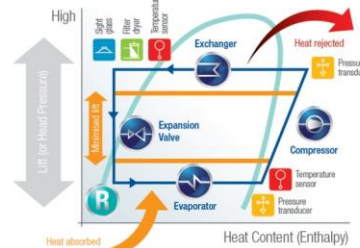
ClimaPRO determines the best unit sequence to be activated according to the performance profile of each HVAC unit.

Such an intelligent staging and sequencing strategy is strongly recommended when different types of chillers and/or heat pumps are required to cooperate within a unique plant room system.

ClimaPRO also manages the best operating condition of each HVAC unit in order to reduce the

"lift", or head pressure, thus maximizing the energy consumption for producing the cooling and the heating energy required by the plant.

Furthermore, ClimaPRO also drives up the chilled water set-point (drives down the hot water set-point) temperature without compromising comfort conditions.

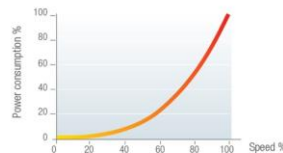


### Distribution

ClimaPRO manages all possible piping configurations for distributing the cooling and heating energy over 2-pipe, 4-pipe and/or 6-pipe systems:

- ▶ Constant-flow primary circuit and constant-flow secondary circuit (CPF)
- ▶ Variable primary flow (VPF)
- ▶ Constant-flow primary circuit, variable-flow secondary circuit (CPVSF)
- ▶ Variable primary flow and variable secondary flow (VPVS)

Accurate control of the plant energy demand, allows ClimaPRO to perform more effective control of the pump-sets, thus saving large amounts of energy. The power consumed by pumps is in fact proportional to the operating speed cubed. Therefore, a small reduction in water flow speed corresponds to a huge saving in annual energy consumption.



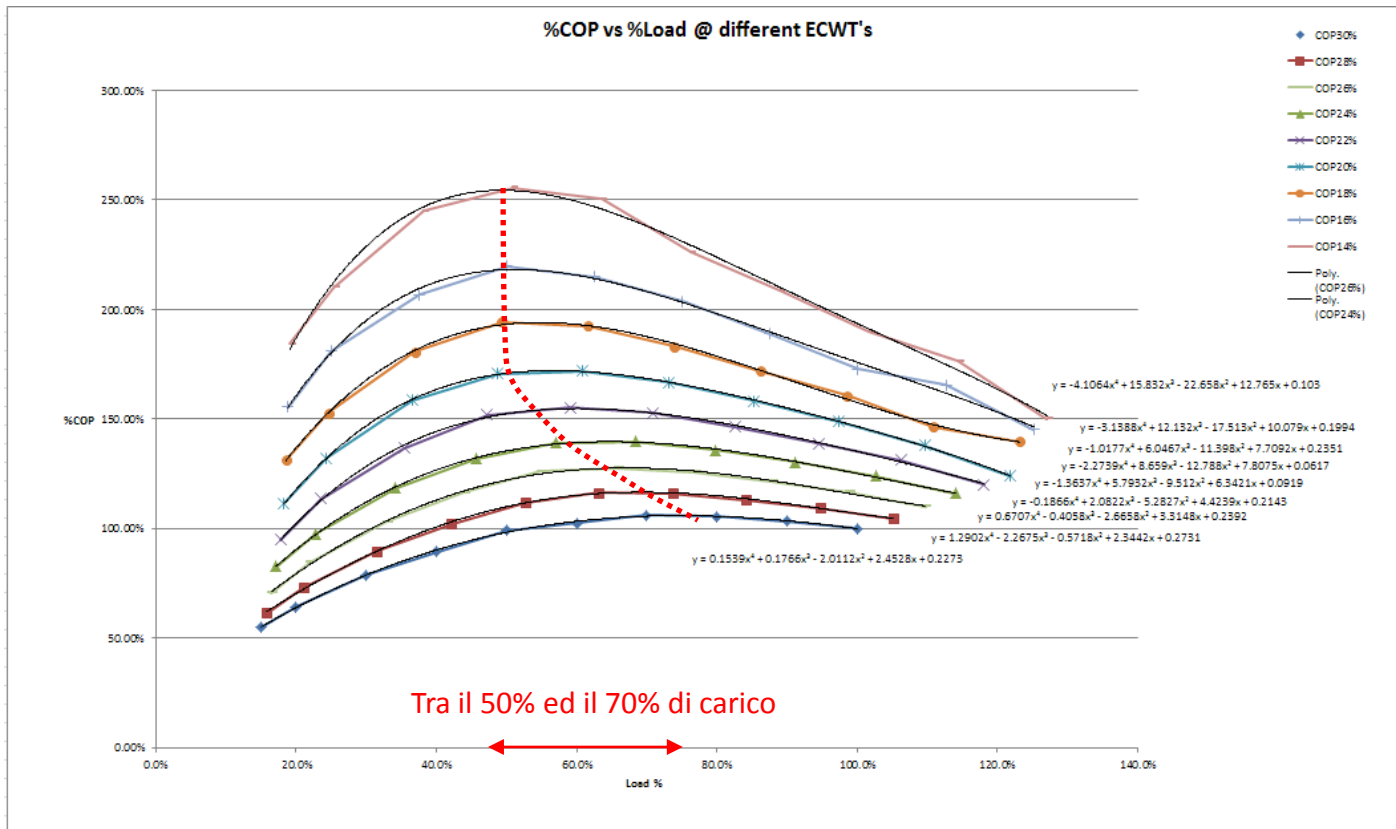
## Ottimizzazione

### Controllo e Ottimizzazione

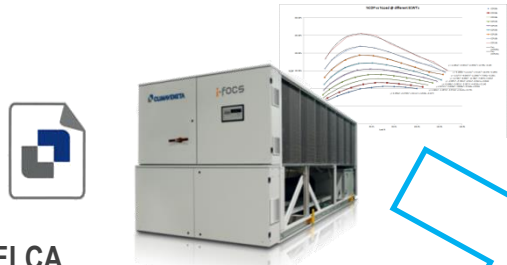
- Gestione intelligente della sequenza di attivazione e della parzializzazione delle unità in sistemi omogenei e non
  - Tecnologia vite e levitazione magnetica
  - Sistemi ad acqua ed aria
  - Chillers standard e free cooling
  
- Gestione intelligente setpoint per CHW (chillers) e HW (PdC e 4-tubi)
  - Temperature aria esterna
  - Temperature di ritorno dall'impianto
  - Posizione valvole impianto
  
- Gestione intelligente setpoint CDW (unità ad acqua)
  - Controllo torri in base alla temperatura bulbo umido
  - Controllo dei dry coolers e pompe di pozzo
  
- Pompe circuiti primari e secondari
  - Portata costante
  - Portata variabile



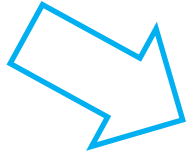
Ottimizzare gruppi termo frigoriferi risulta molto difficile quando sono identici  
Ancora più complesso quando sono differenti !



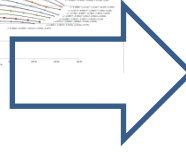
Ad ogni condizione di lavoro determinare la migliore combinazione tra le unità



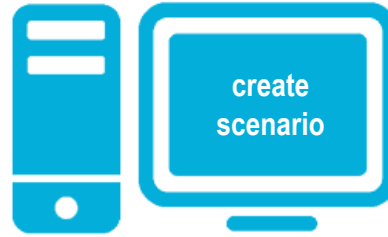
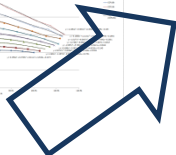
ELCA  
Dati prestazionali



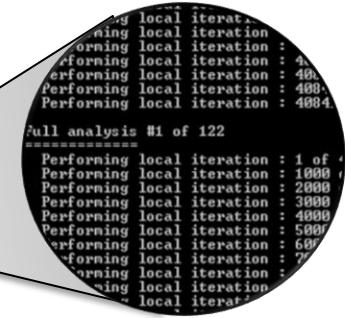
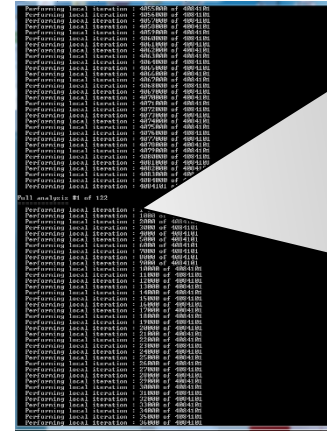
ELCA  
Dati prestazionali



ELCA  
Dati prestazionali



I dati delle singole unità vengono elaborati da un PC



Il risultato è una proiezione della **efficienza complessiva impianto** che considera l'interazione di **unità & pompe**

- il sistema calcola il fabbisogno energetico dell'impianto
- viene attivata la combinazione più efficiente di unità (numero di unità e relativa percentuale di carico)
- Le pompe vengono controllate per soddisfare i requisiti di
  - Pressione al secondario
  - Delta T al primario



### Compressore VITE a gradini

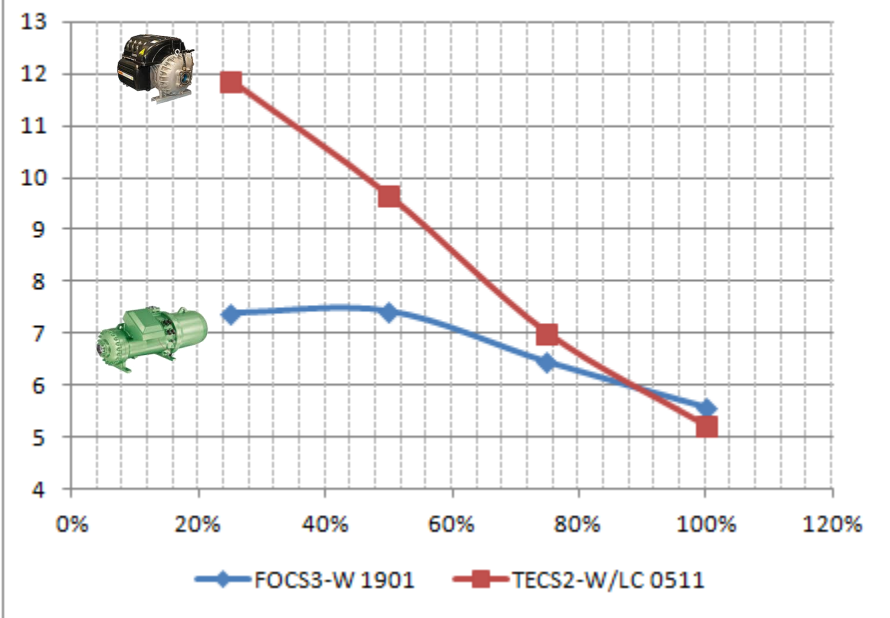
FOCS3-W 1901					
Produced	Absorbed	EER	Load	Ev in	Ev out
170,40	23,00	7,41	25%	7,00	8,25
340,80	45,80	7,44	50%	7,00	9,50
511,20	79,10	6,46	75%	7,00	10,75
681,60	121,90	5,59	100%	7,00	12,00

### Compressore CENTRIFUGO variabile

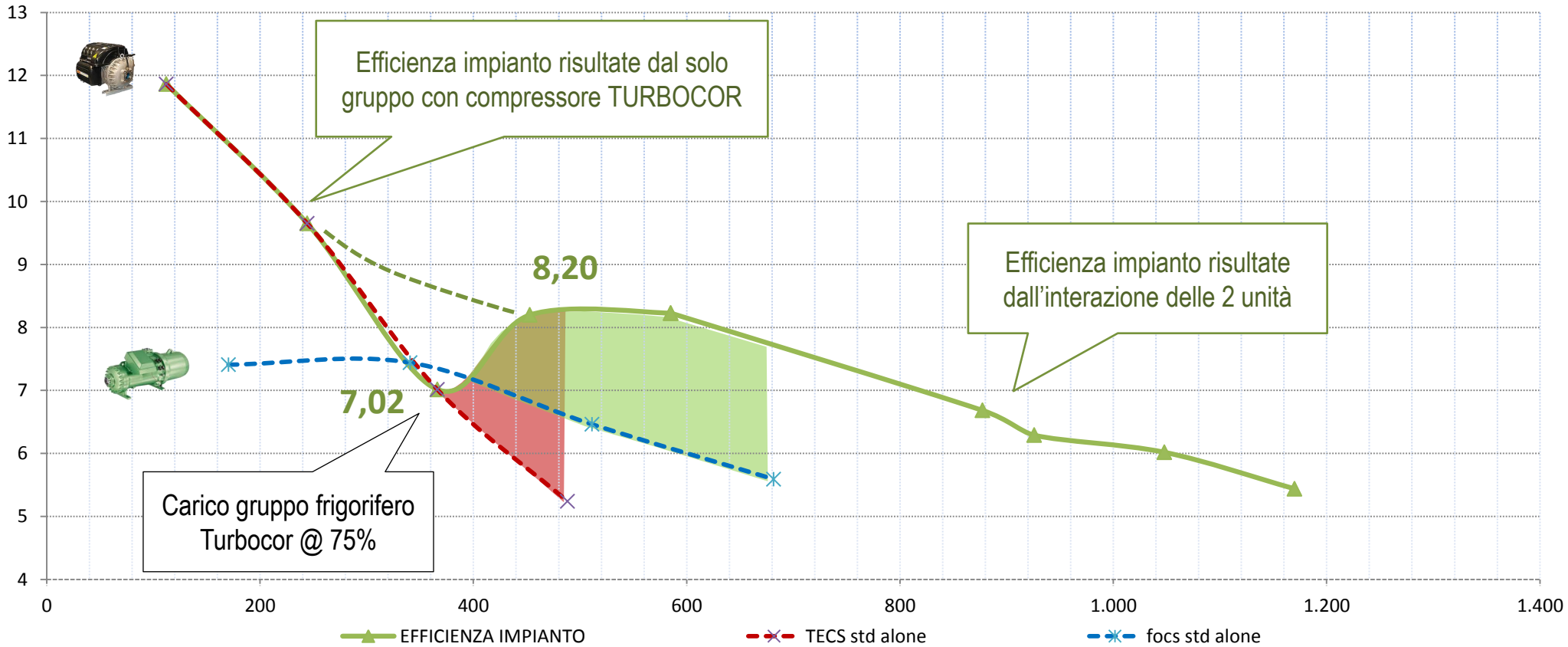


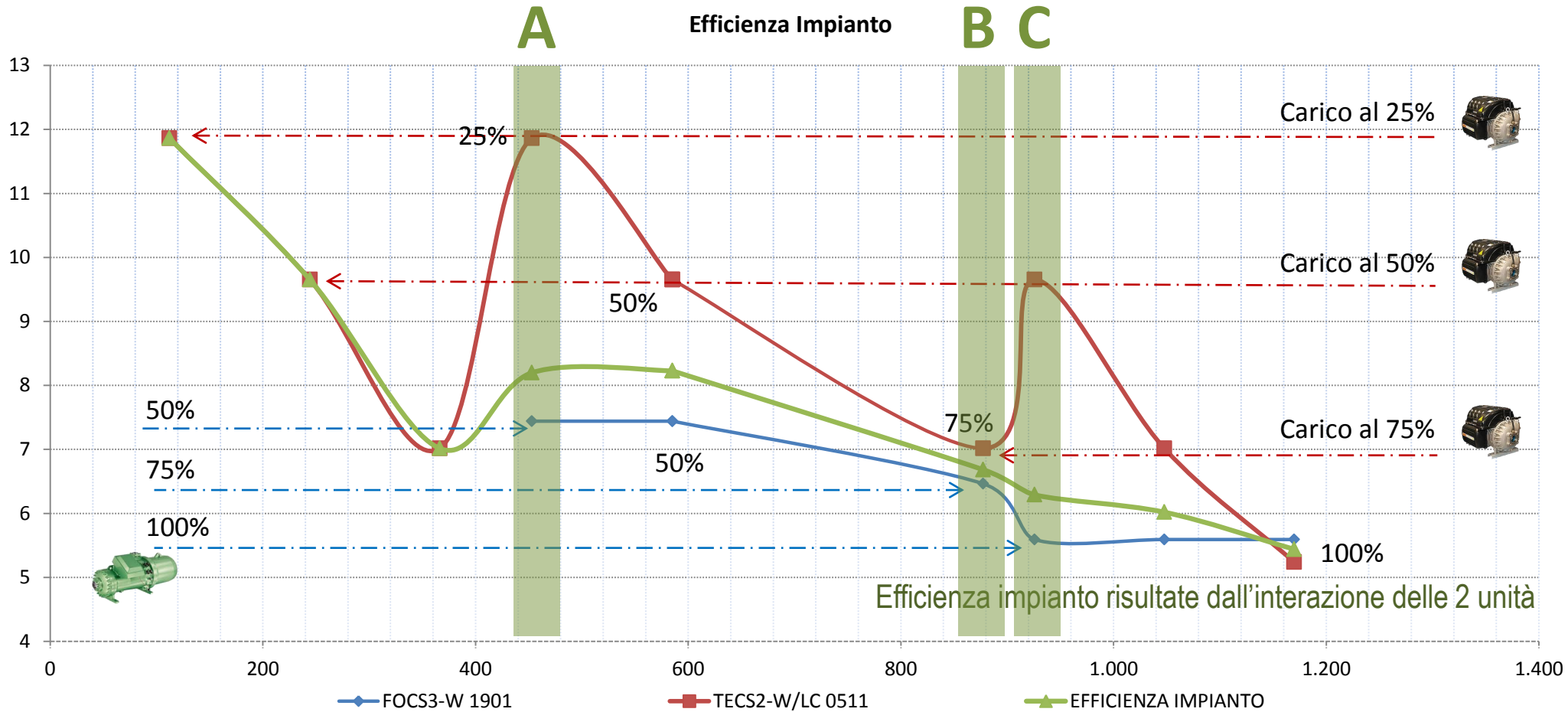
TECS2-W/LC 0511					
Produced	Absorbed	EER	Load	Ev in	Ev out
112,10	9,45	11,86	25%	7,00	8,25
244,20	25,30	9,65	50%	7,00	9,50
366,20	52,20	7,02	75%	7,00	10,75
488,30	93,20	5,24	100%	7,00	12,00

Efficienza (% di carico)



## Efficienza Impianto











**JACE controller**

PLC con "logiche satelliti"  
ClimaPRO



**PC industriale**

ClimaPRO con logiche di  
ottimizzazione



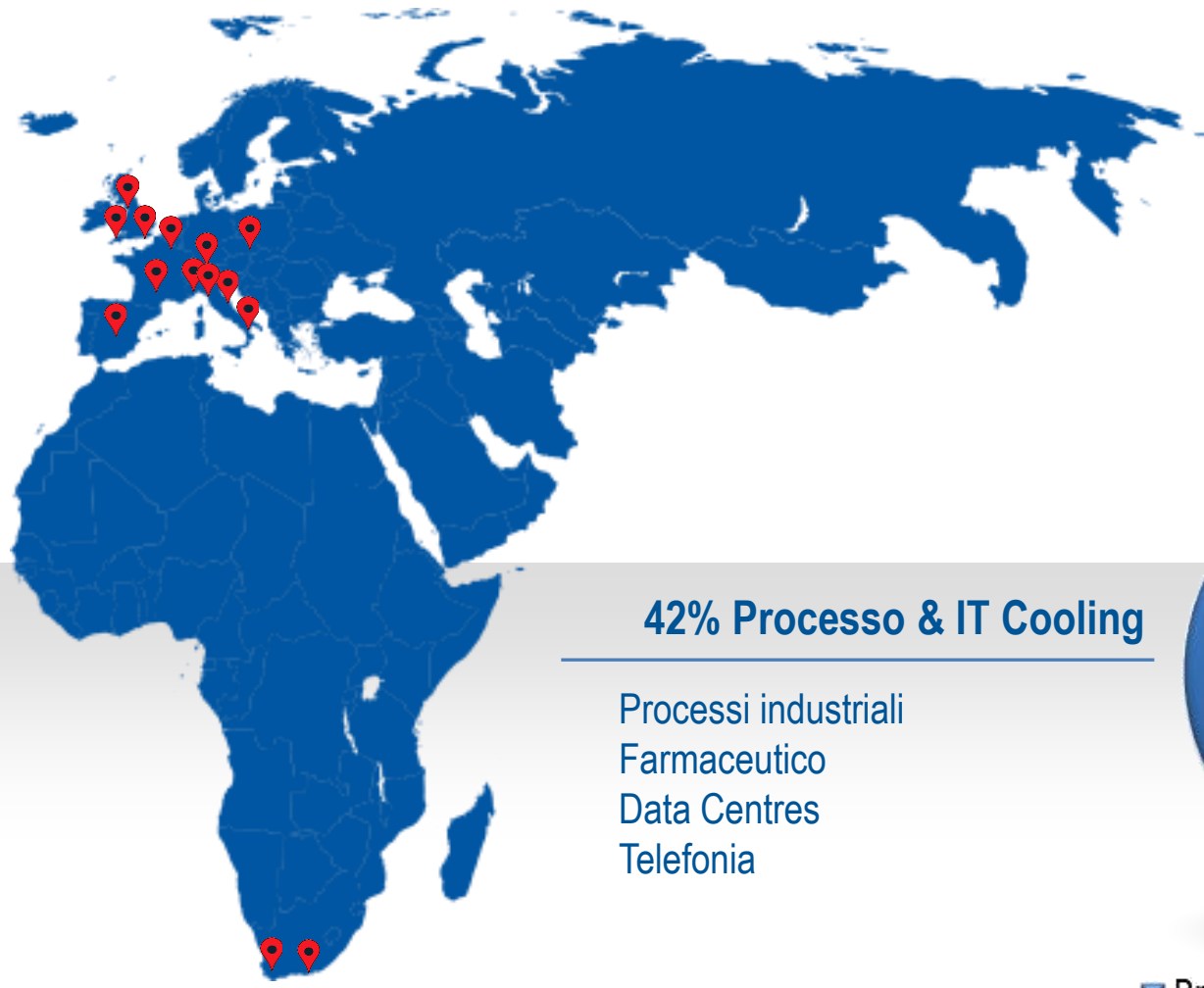
**Dispositivi I/O**

Elettronica di controllo per la gestione delle  
linee di I/O

- Segnali resistivi
- Segnali analogici 0..10Vdc, 4..20mA
- Segnali digitali (relé)

**Morsettiere**

Collegamenti analogici e digitali  
verso componenti di campo



### 42% Processo & IT Cooling

- Processi industriali
- Farmaceutico
- Data Centres
- Telefonia

### 58% Comfort

- Centri commerciali
- Uffici
- Ospedali e cliniche
- Hotels
- Banche



■ Process Cooling   ■ Comfort



**amazon**

**Centro logistico Castel San Giovanni**  
**Comfort + Processo**

Cooling capacity: 4.500 kW  
Heating capacity: 4.400 kW

  
**CISCO**™

**Data Centre – IT Cooling**

Total cooling capacity: 5.000 kW  
Total heating capacity: 860 kW



**BNP PARIBAS**

**Real Estate – Banking**  
**Comfort + IT Cooling**

Cooling capacity: 4.800 kW  
Heating capacity: 5.200 kW  
High Temperature capacity: 800kW



**vodafone**

**Data Centre – IT Cooling**

Total cooling capacity: 3.800 kW

## Ferrante Aporti Milano, efficientamento di un impianto esistente

### Applicazione

Palazzina uffici, applicazione per comfort

Operatività: orario ufficio, 5 giorni a settimana

### Descrizione impianto

Installazione unità a 4 tubi per la produzione contemporanea di caldo e freddo

4 x ERACS-Q silenziate ad alta efficienza, con sorgente ad aria

Potenza frigorifera installata: 2'800 kW

Potenza termica installata: 2'400 kW

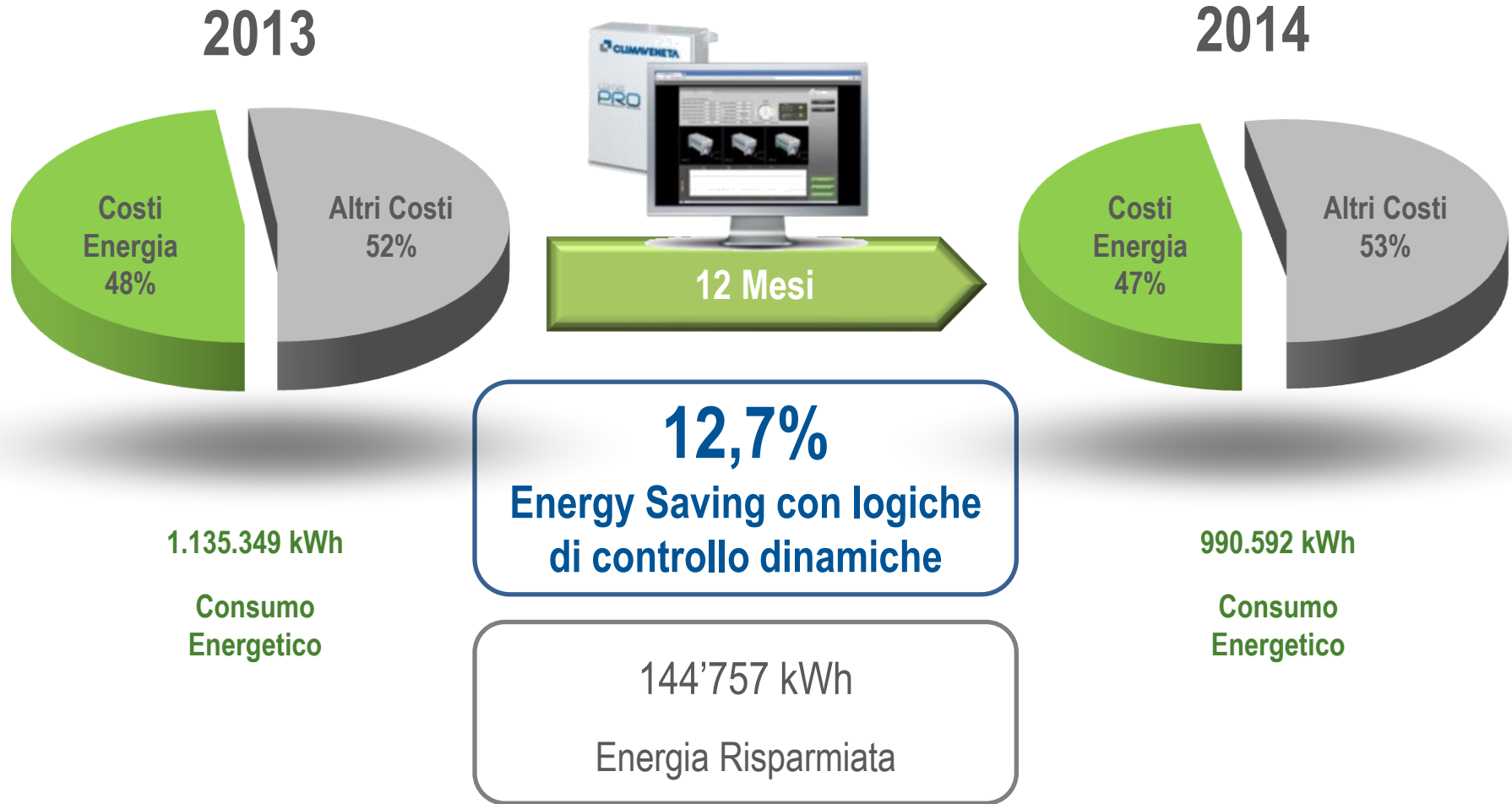
### Sfida

Ridurre costi operativi di centrale in una installazione esistente

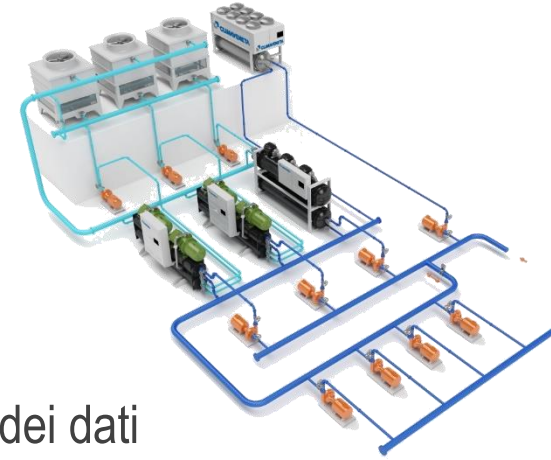
ClimaPRO è stato utilizzato per il controllo delle unità ERACS-Q e dei circuiti primari

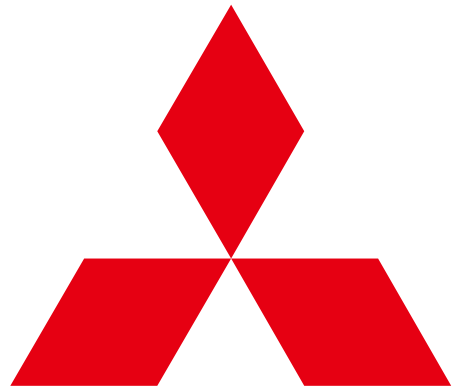


## Ferrante Aporti Milano, efficientamento di un impianto esistente



- ✓ L'efficientamento è un **processo**, e come tale deve essere **misurato**
- ✓ **Risparmio diretto** grazie alle logiche di controllo **dinamiche**, sulla base dei dati reali rilevati dal campo
- ✓ **Risparmio indiretto** grazie alla manutenzione **preventiva**
  - **codificare le variazioni** rispetto ai dati progettuali
  - tradurre i **dati in informazioni**
  - passare da schedulazione fissa a «**condition based maintenance**»

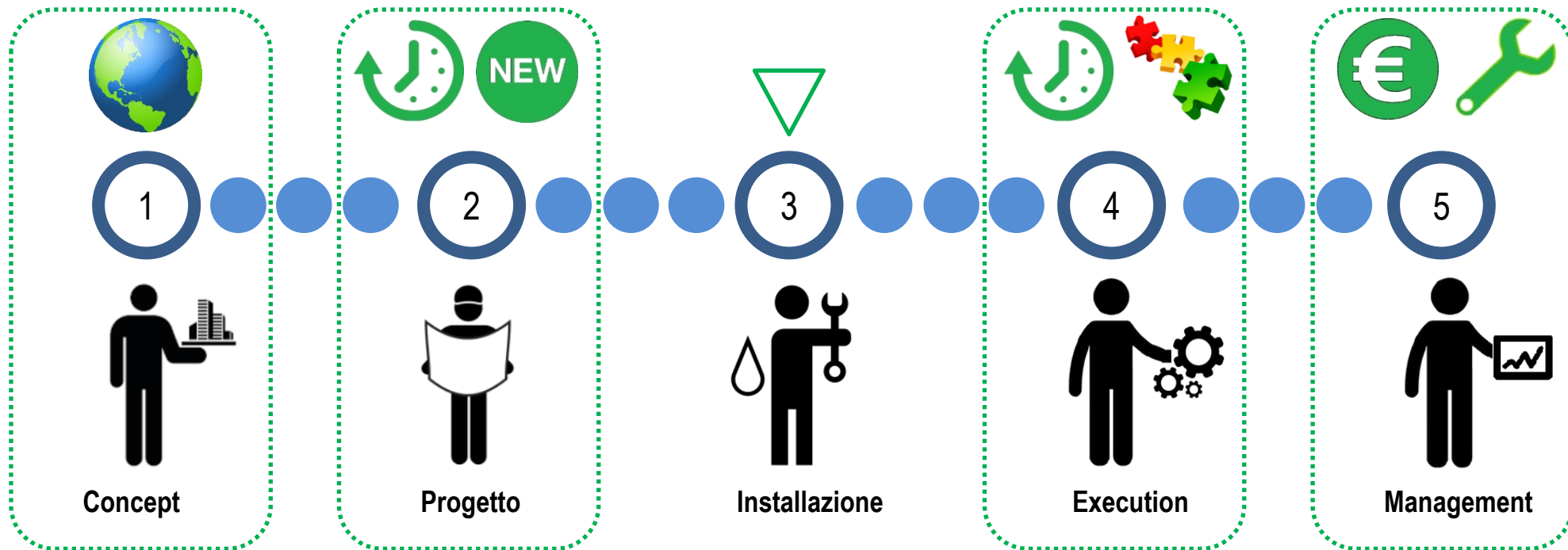




**MITSUBISHI  
ELECTRIC**

*Changes for the Better*

# Un'opportunità per tutti gli interlocutori

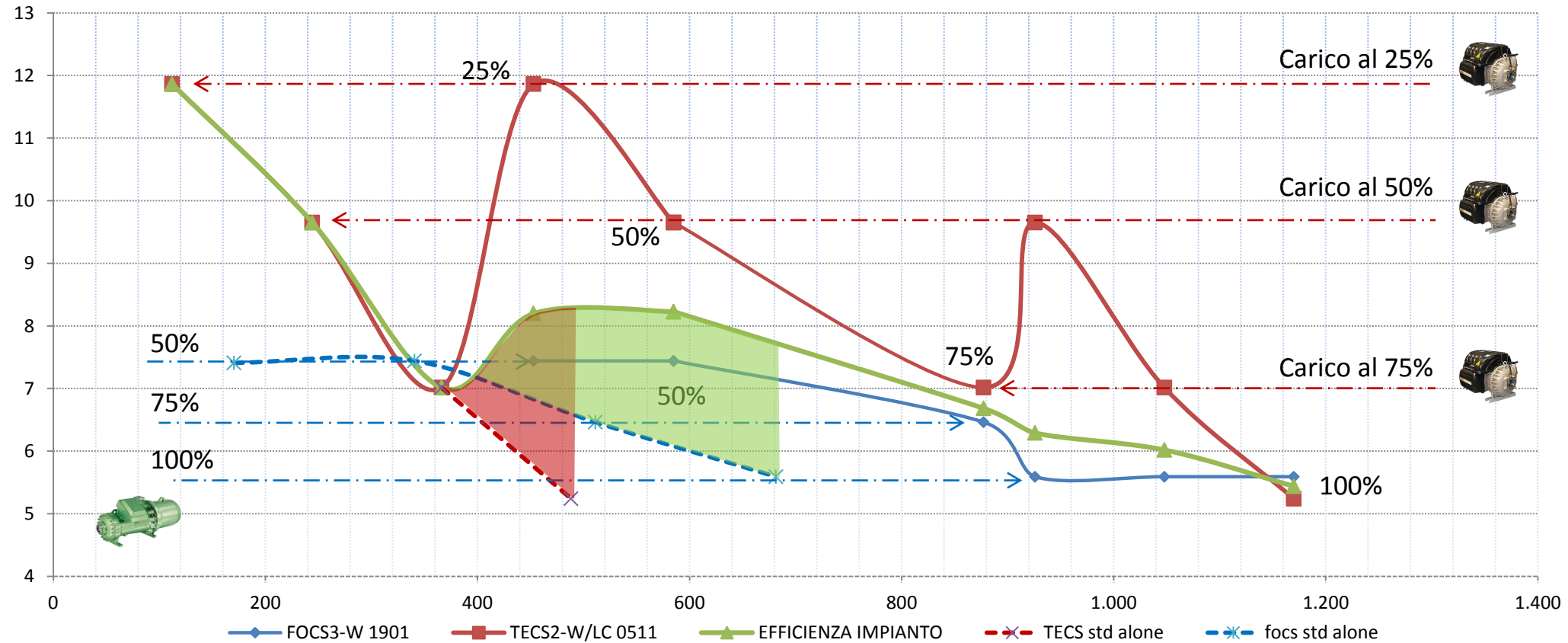


Avere diversi **attori e interlocutori** comporta avere diversi **interessi**

La **sfida** è per noi **condividere e supportare** tutti nell'**interesse comune**



## Efficienza Impianto



## 350 Euston Road Londra, nuovo impianto

### Applicazione

Palazzina uffici, applicazione per comfort

Operatività: orario ufficio, 5 giorni a settimana

### Descrizione impianto

Installazione unità a 4 tubi per la produzione contemporanea di caldo e freddo

1 x polivalente ERACS2-Q, 1 chiller a levitazione magnetica TECS2

Potenza frigorifera installata : 1'000 kW

Potenza termica installata : 410 kW

### Sfida

Eliminare l'utilizzo di caldaie e di combustibili fossili (solo per for back-up)

Incrementare l'efficienza di sistema grazie and un nuovo approccio progettuale

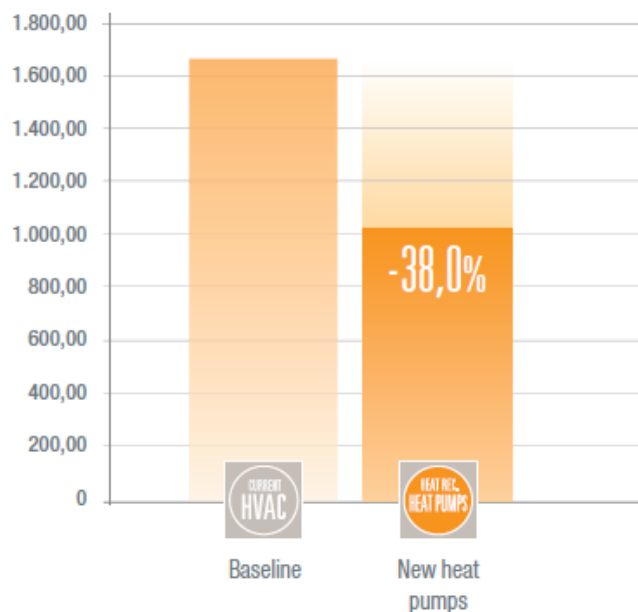


## 350 Euston Road Londra, nuovo impianto

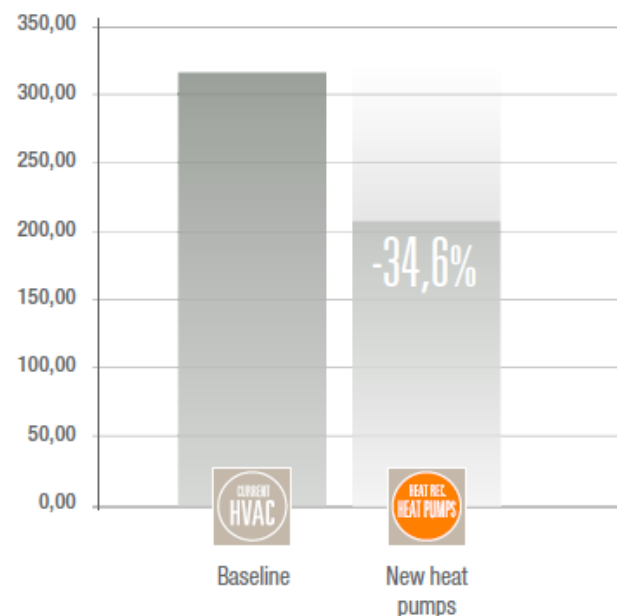
Energy Saving derivante da 2 fattori chiave:

Energy and emission savings new heat pumps

Primary energy compared to the baseline (%)



CO<sub>2</sub> Emission compared to the baseline (%)



Baseline: traditional approach considering Chillers + Gas Boilers

Energy Saving derivante da 2 fattori chiave:

- ✓ design efficiente in grado di differenziare la produzione di caldo e freddo utilizzando unità di diversa natura (polivalente e chiller)
- ✓ Capacità di attuare logiche di ottimizzazione utilizzando tecnologie differenti

