



**Efficienza energetica e smart building.  
Controllo evoluto di un impianto termico  
Con il sistema BRAIN by Tree Solutions**



## Amerigo Restucci:

- Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
- Master in Management ed Economia dell'Energia e dell'Ambiente.
- Gruppo Eni: 2000-09
- E.On Italia: 2009-11
- eEnergia: 2011-12

Nel corso del mio percorso professionale ho avuto l'opportunità di maturare esperienze in diverse aree aziendali: dall'auditing al business development.

**Dal 2012 ha dato il via al progetto di Tree Solutions**

1. Presentazione Tree Solutions
2. Contesto di mercato delle tecnologie di controllo per l'efficienza energetica
3. Le tecnologie del "termico"
4. Case histories

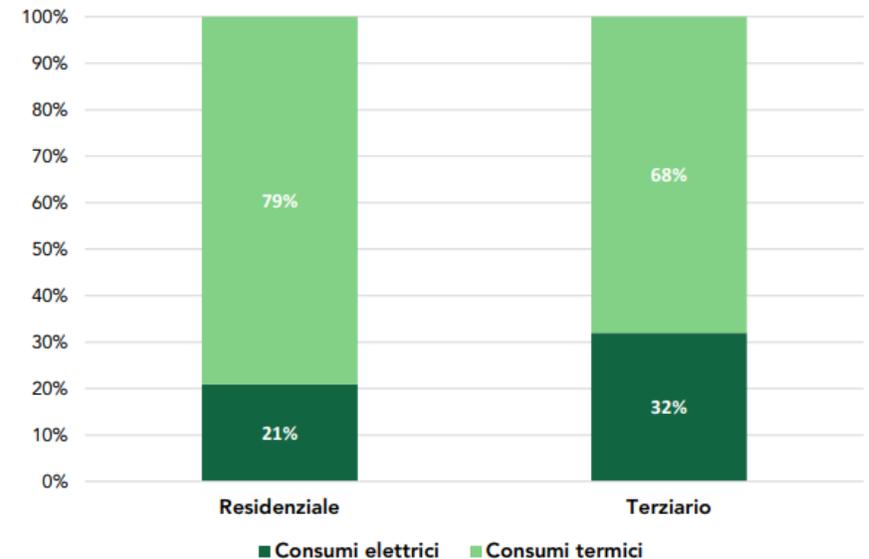
- Con il termine *Smart Building* si fa riferimento ad un **edificio** in cui gli **impianti** in esso presenti sono **gestiti in maniera intelligente ed automatizzata**, attraverso l'adozione di una **infrastruttura di supervisione e controllo**, al fine di **minimizzare il consumo energetico** e garantire il **comfort**, la **sicurezza** e la **salute** degli occupanti, assicurandone, inoltre, **l'integrazione con il sistema elettrico** di cui il *building* fa parte.

# 80% dell'energia è utilizzato per USI TERMICI

Gli edifici sono tra i maggiori consumatori non industriali di energia:  
**1/3** dell'energia consumata a livello mondiale!<sup>1</sup>



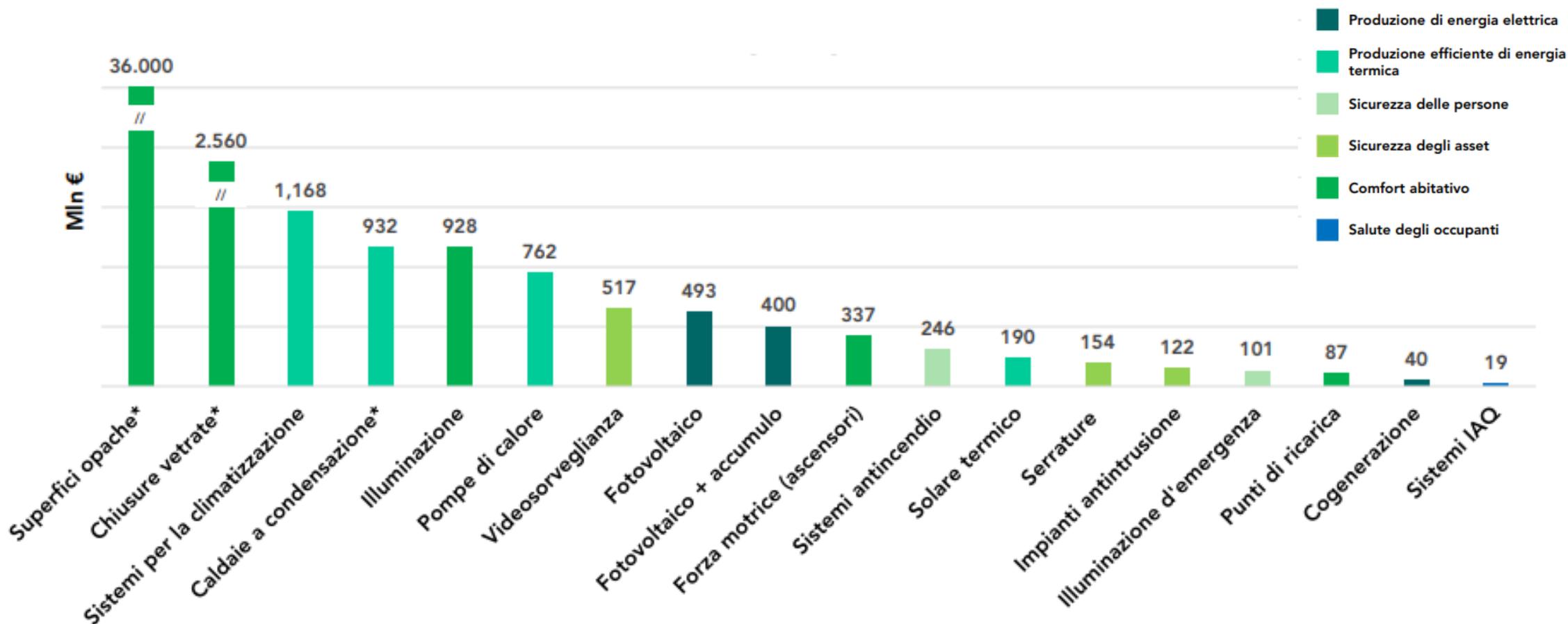
QUOTA DI CONSUMI ELETTRICI E TERMICI IN ITALIA  
PER SETTORE - 2021



<sup>1</sup> Fonte: International Energy Agency (IEA)

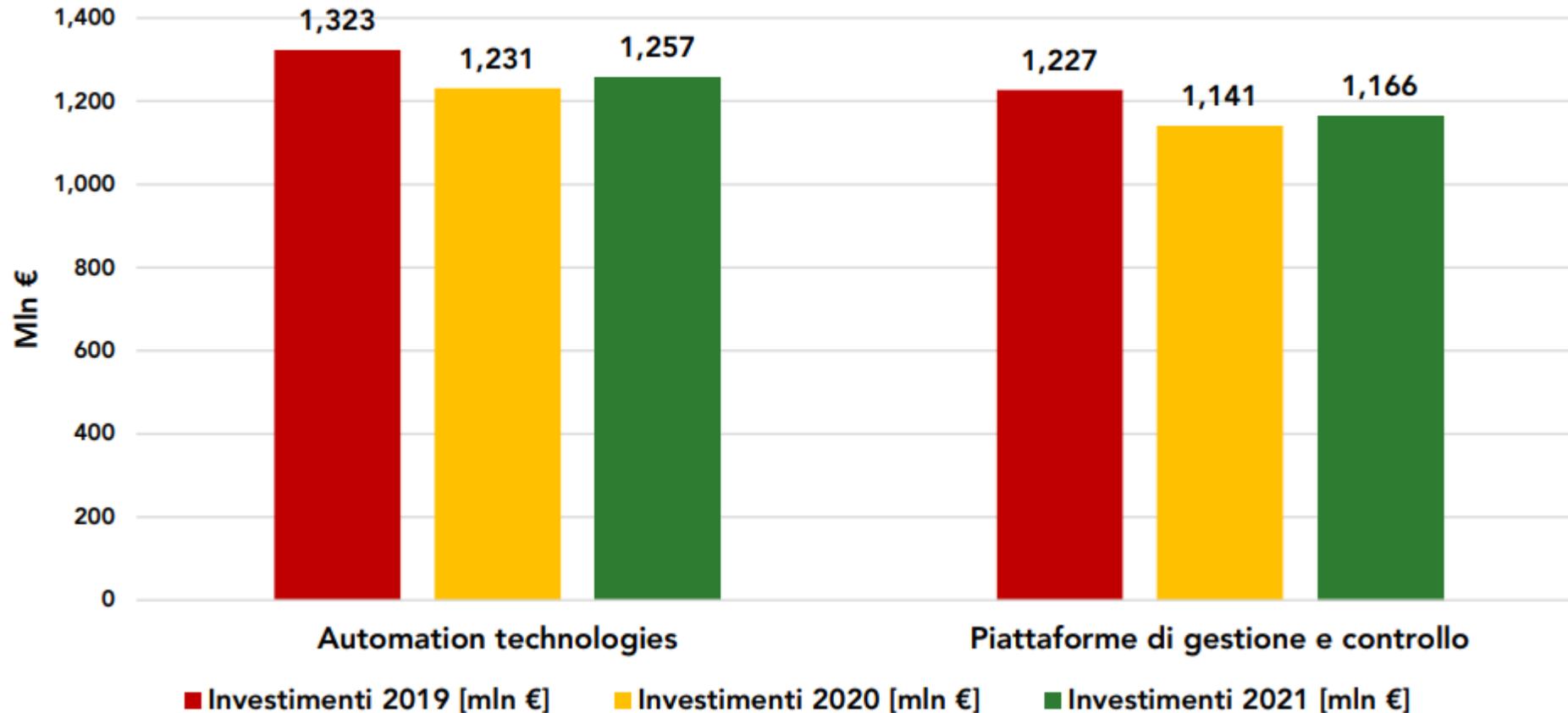
<sup>2</sup> Fonte: Energy & Strategy Group – MIP Polimi

# Investimenti tecnologici nel settore edilizio 2021



\* Fonte: Energy & Strategy Group –MIP; Smart Building Report 2022

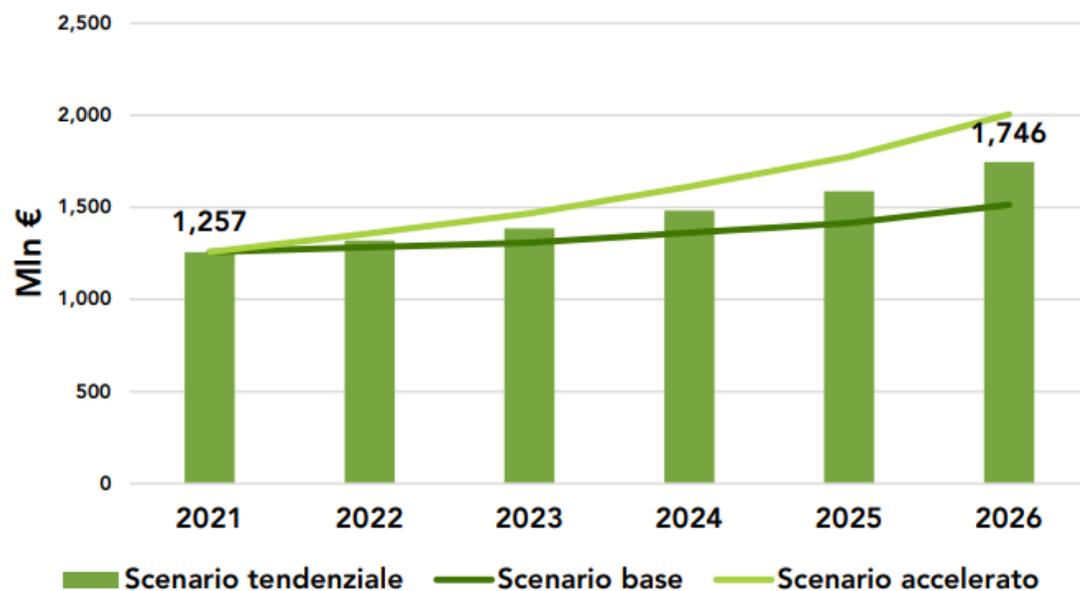
# Investimenti per la digitalizzazione degli edifici



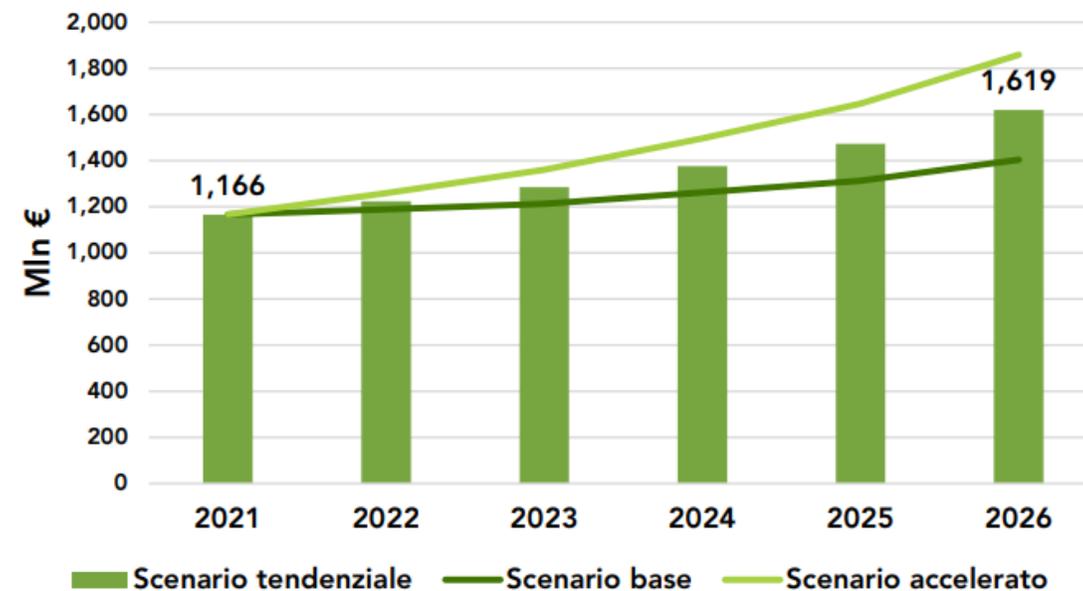
\* Fonte: Energy & Strategy Group –MIP; Smart Building Report 2022

# Analisi del mercato

Andamento degli investimenti in Tecnologie di automazione\*



Andamento degli investimenti in Piattaforme di gestione e controllo\*



\* Fonte: Energy & Strategy Group –MIP; Smart Building Report 2022



1. Presentazione Tree Solutions
2. Contesto di mercato
- 3. Le tecnologie del "termico"**
4. Case histories

# Nuove Tecnologie per gli usi termici

## Generazione

- Condensazione
- Pompa di calore
- Teleriscaldamento

## Distribuzione/

- Pompe a inverter
- Sistemi a bassa temperatura (es. pannelli radianti)
- Fan coils (caldo/freddo)

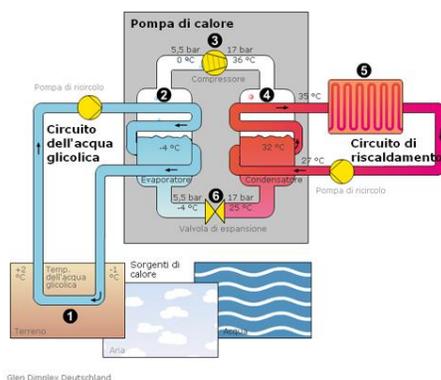
## Regolazione

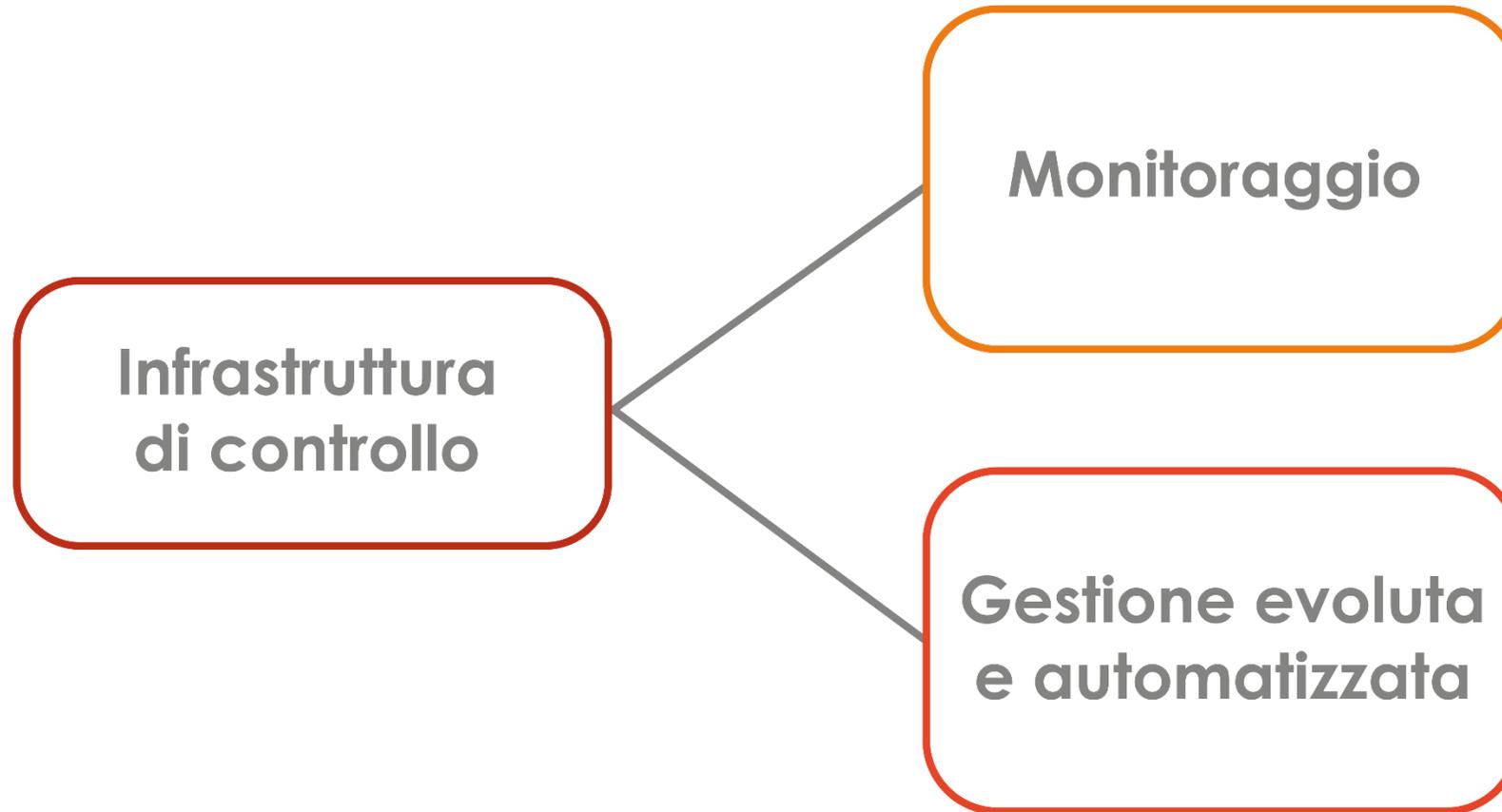
- Controllo zonale
- Sistemi domotici con apprendimento
- Valvole termostatiche

## Involucro

- Nuovi materiali costruttivi
- Sistemi attivi di controllo dei flussi d'aria in intercapedine
- Coibentazione interna/esterna

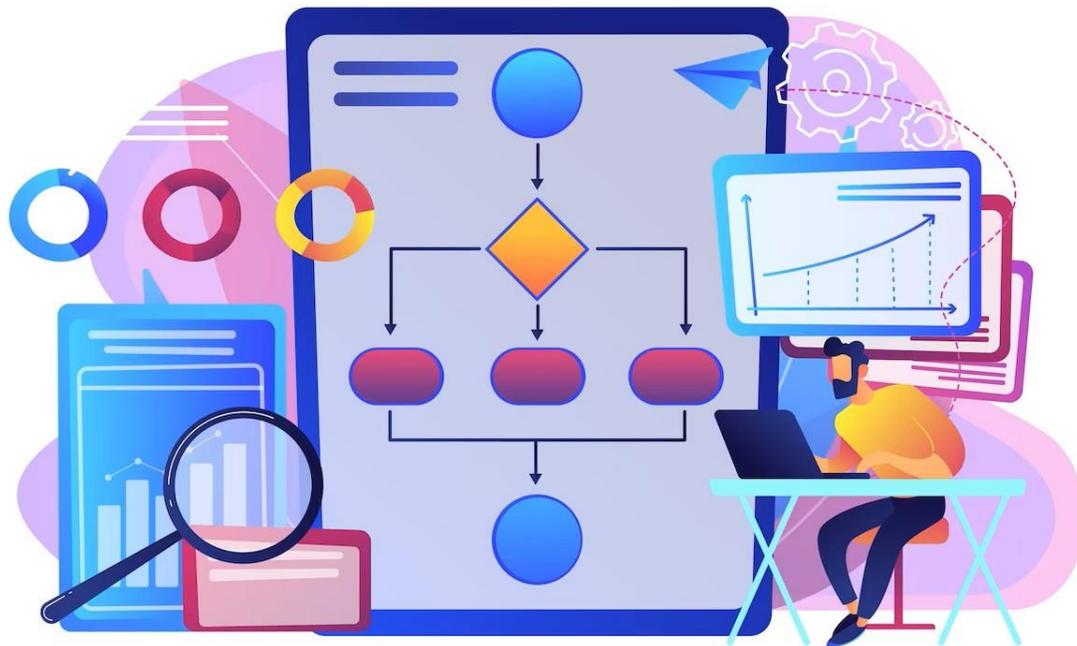
Le principali tecnologie disponibili sono mature e/o tese a massimizzare il "SACRIFICIO" energetico piuttosto che ad aumentare l'efficienza di sistema.





# Monitoraggio attivo

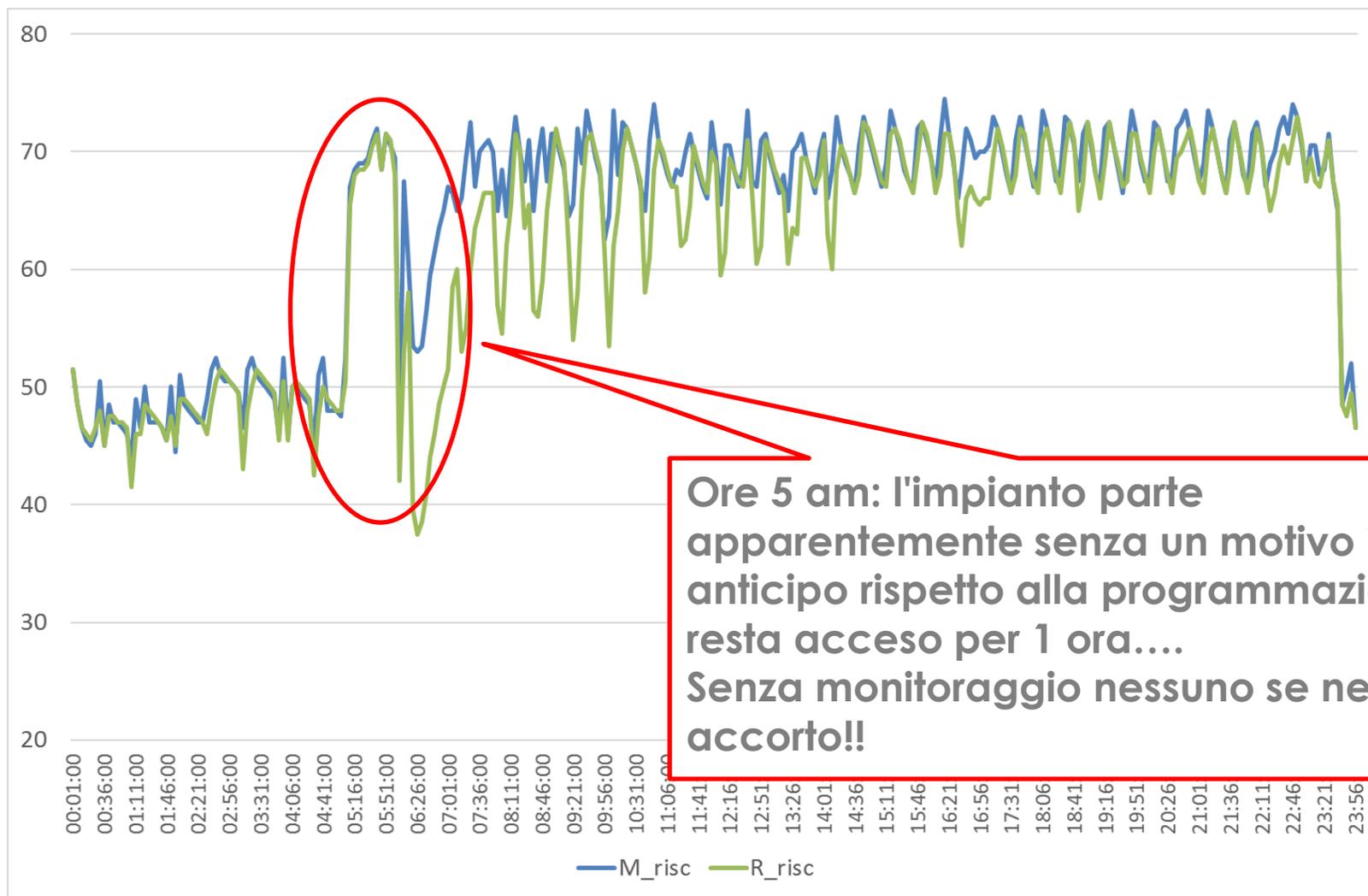
## Monitoraggio «tradizionale»



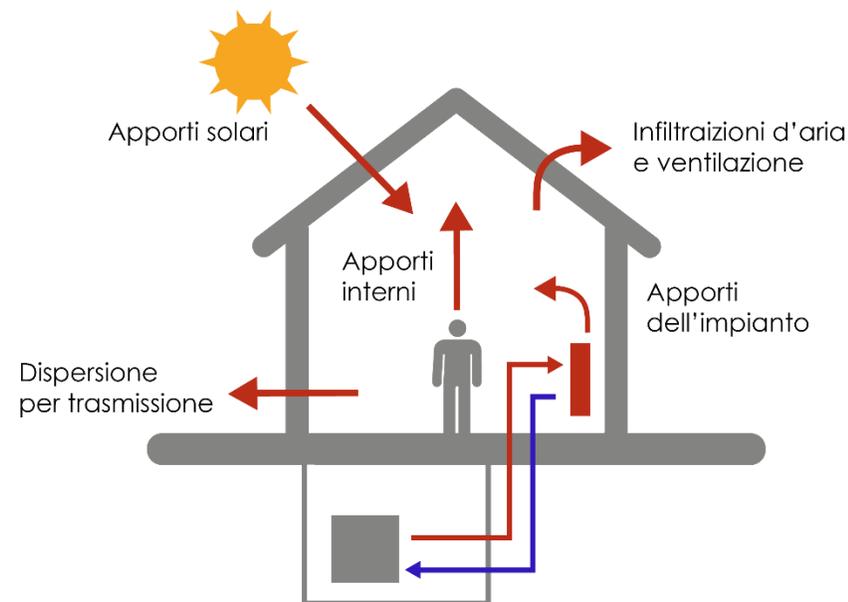
## «Enhanced human intelligence»



# Monitorare per gestire meglio



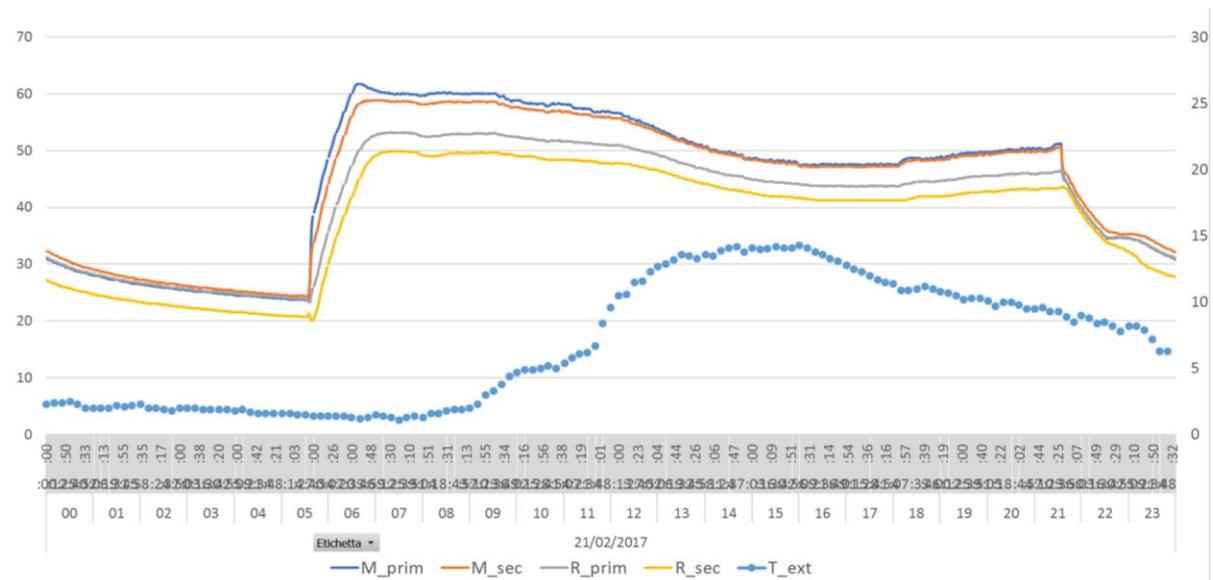
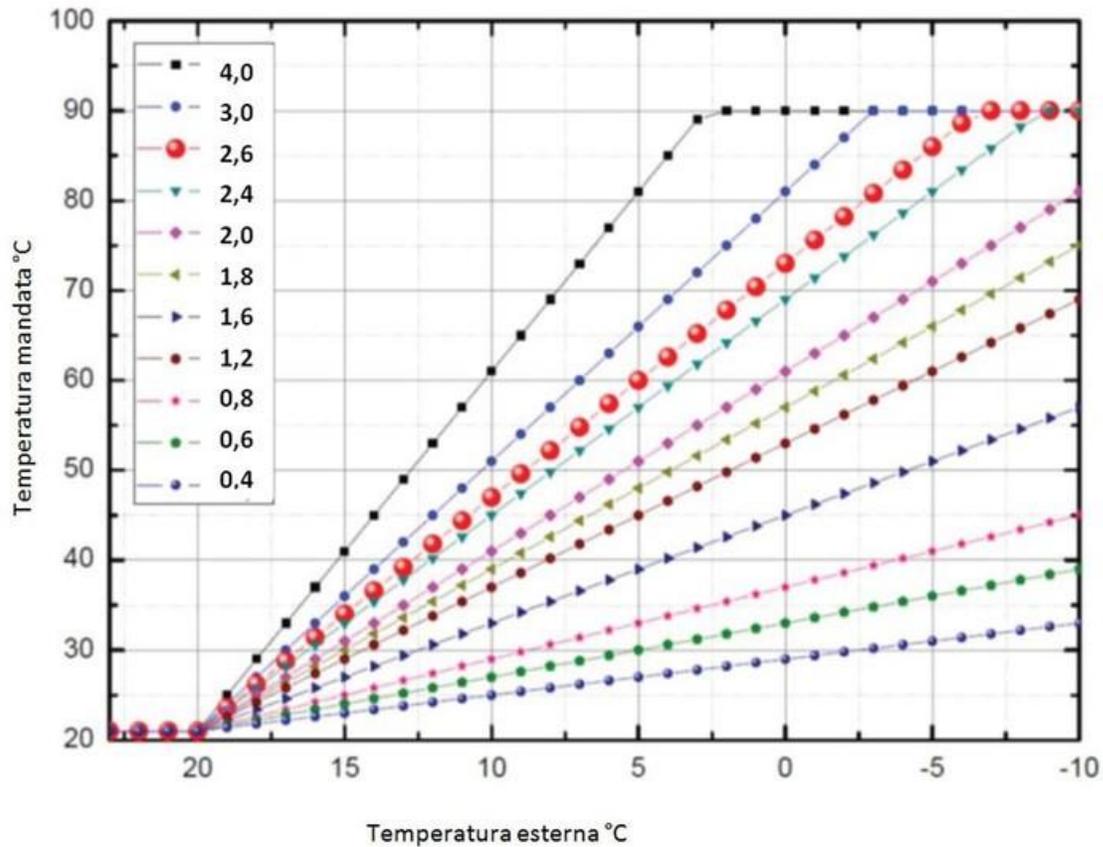
Una "relazione dinamica".....



L'interazione tra l'edificio, l'ambiente e l'impianto è estremamente variabile nel corso del periodo di funzionamento (sia a livello stagionale che giornaliero); inoltre è governata da parametri non facilmente modellabili.

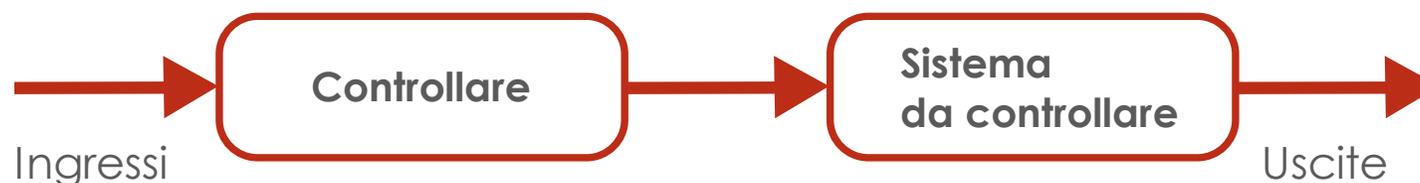
Gestire l'impianto solo sulla base delle assunzioni di progetto può essere nel maggior parte del tempo di funzionamento molto inefficiente e quindi "dispendioso".

# Regolazione con curva climatica



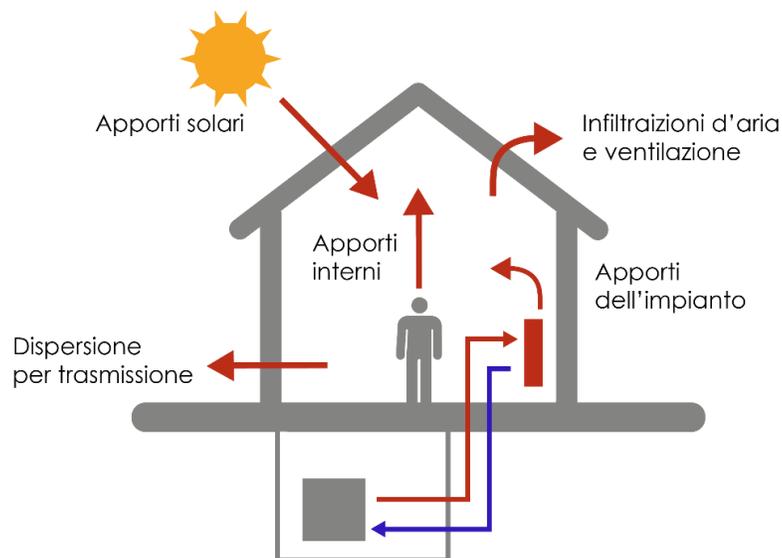
# Sistema con controllo in avanti

Il controllo **in avanti** (detto anche **ad anello aperto** in avanti o in feedforward), è una tecnica di controllo caratterizzata **dall'assenza di una misura diretta della grandezza da controllare**, poiché l'ingresso del sistema da controllare è calcolato sulla base delle caratteristiche note di tale sistema e sull'eventuale misura dei disturbi agenti su esso. L'elemento cardine è la conoscenza del comportamento del sistema da controllare e di conseguenza del modello matematico che lo descrive. Tipicamente si tratta di un modello matematico costruito sulla base delle leggi fisiche che regolano il sistema. Se il modello così costruito può essere invertito, sarà possibile ricavare l'ingresso da applicare al sistema per ottenere l'uscita desiderata grazie al modello inverso. **Risulta evidente che le prestazioni del sistema saranno legate alla capacità del modello di descrivere in modo accurato il sistema da controllare.**



# Sistema con controllo in avanti

Bilancio dell'edificio  
(caso invernale)



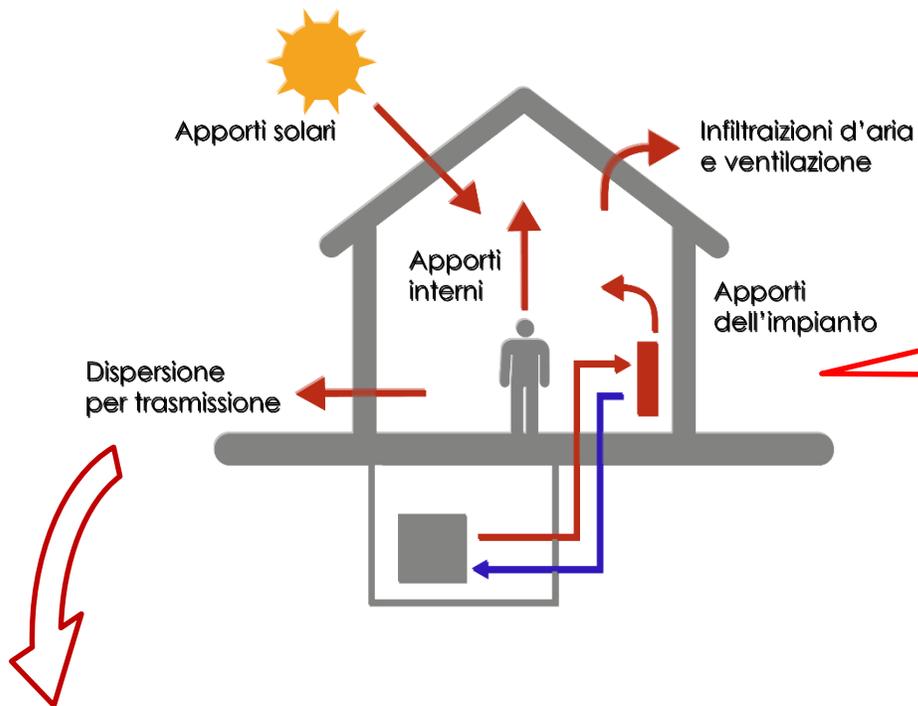
**Minori tempi e costi per implementare il controllore**  
**Minore necessità di utilizzare sensori di misura**  
**Azioni prevedibili e tempestive**



**Modello matematico robusto e affidabile**  
**Nessun adeguamento all'obsolescenza**  
**Nessuna reazione a condizioni impreviste**

# Scambio termico dell'edificio

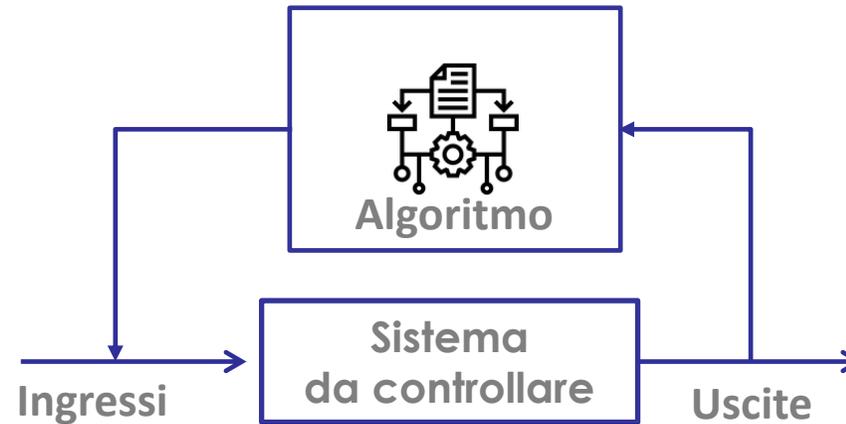
Bilancio dell'edificio  
(caso invernale)



Gli apporti dell'impianto sono l'unica quantità di energia scambiata dall'ambiente internamente all'edificio che possiamo conoscere in maniera puntuale attraverso il monitoraggio e contemporaneamente influenzare attraverso il sistema di controllo

$$\text{Dispersione} \propto \text{Trasmittanza} \cdot \frac{\text{Testerna} - \text{Tinterna}}{\text{Spessore parete}} \cdot \text{Superficie parete}$$

# Sistema ad anello chiuso

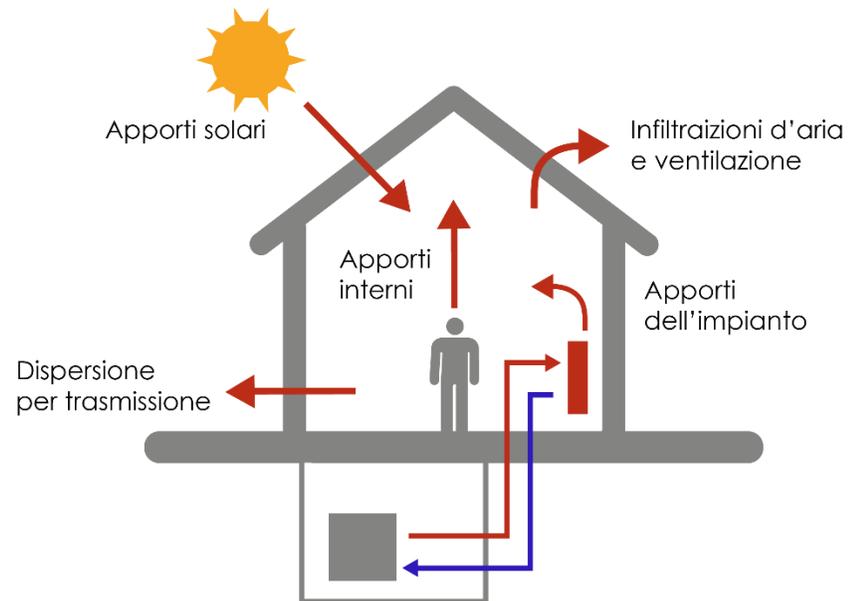


La retroregolazione o retroazione (feedback in inglese) è la capacità di un sistema dinamico di tenere conto dei risultati del sistema per modificare le caratteristiche del sistema stesso.

In un controllo in retroazione il valore della variabile in uscita dal sistema viene letto dal controllore che agisce modificando l'ingresso del sistema.

# Sistema ad anello chiuso

Bilancio dell'edificio  
(caso invernale)



**Modello matematico semplificato**  
**Oggettività degli interventi**  
**Capacità di reagire a variazioni impreviste**



**Potenziale aumento di tempi e costi**  
**Gestione dipendente dalle letture dei sensori**  
**Logica di gestione più complessa per la gestione dei transitori**

# BRAIN: intelligenza per l'efficienza energetica



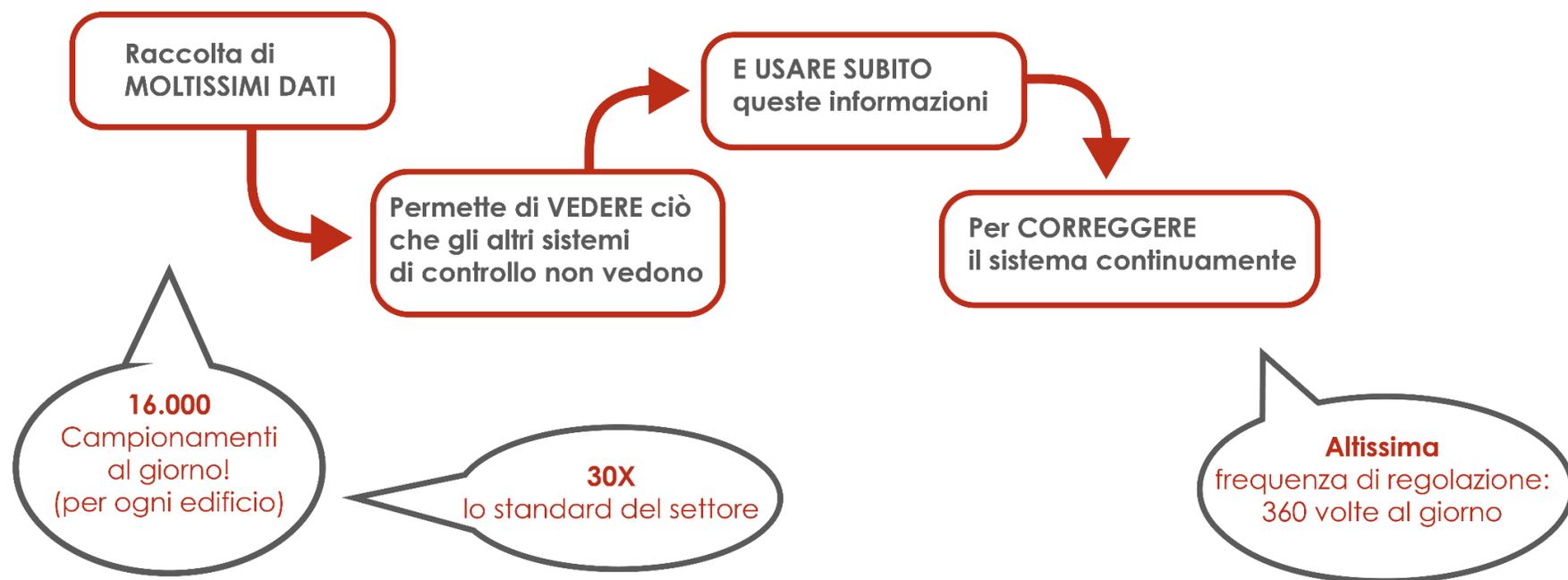
# Logica di gestione innovativa

- Corretta ed evoluta applicazione delle leggi della termodinamica
- Riduzione della differenza tra energia prodotta e energia distribuita
- Focus sui fabbisogni energetici degli utenti
- Massimizzazione del rapporto di scambio termico



# Un processo DATA DRIVEN

## Un processo DATA DRIVEN e AUTO-APPRENDENTE



**Una significativa innovazione nella gestione degli impianti**

# Un insieme di tecnologie al nostro servizio

- Tecniche di AI
- IoT sensori/device
- Cloud Computing
- Machine Learning
- Database relazionale (partnership )

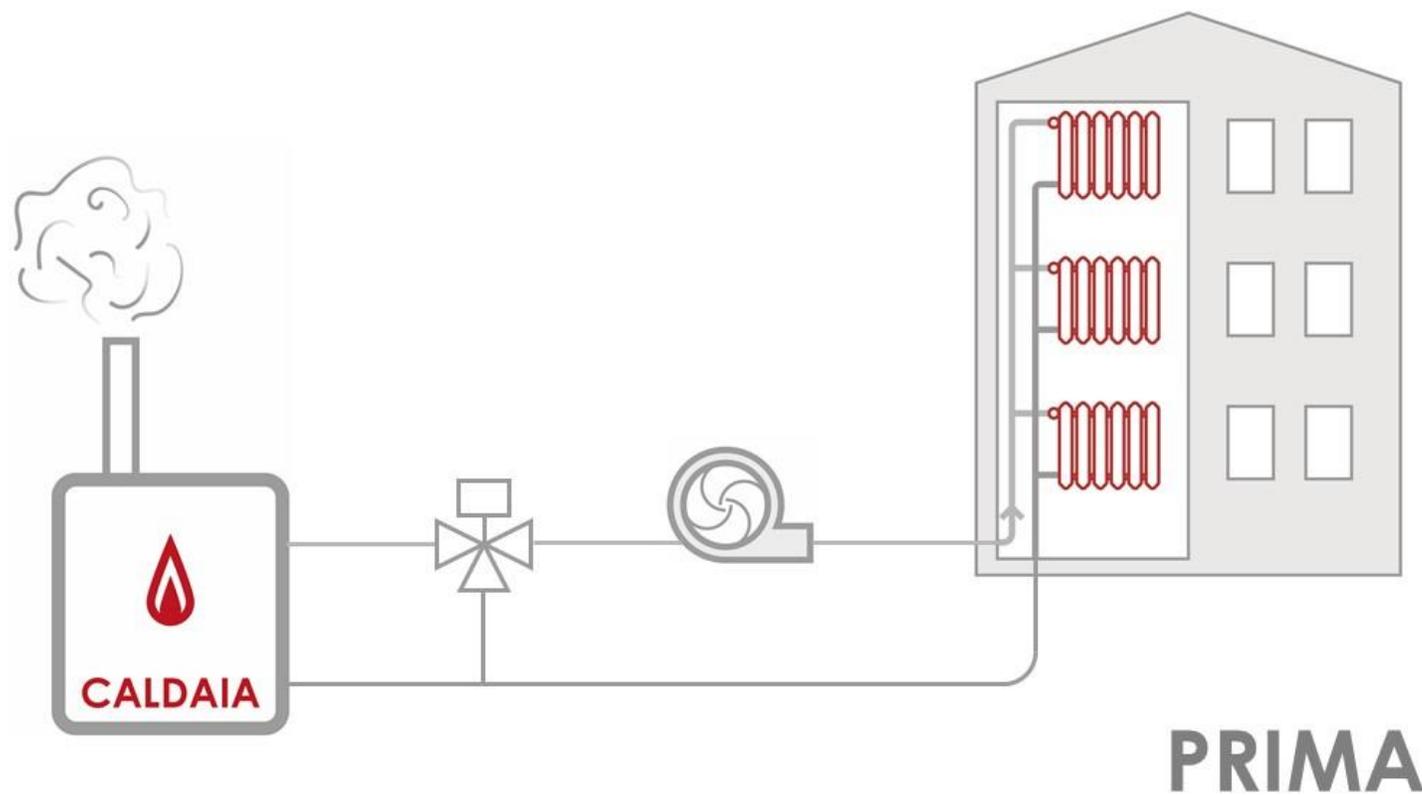
“ Ci poniamo come anello di congiunzione tra le più nuove tecnologie ICT e le tradizionali tecnologie termotecniche ”

Information Technology  
Communication Technology

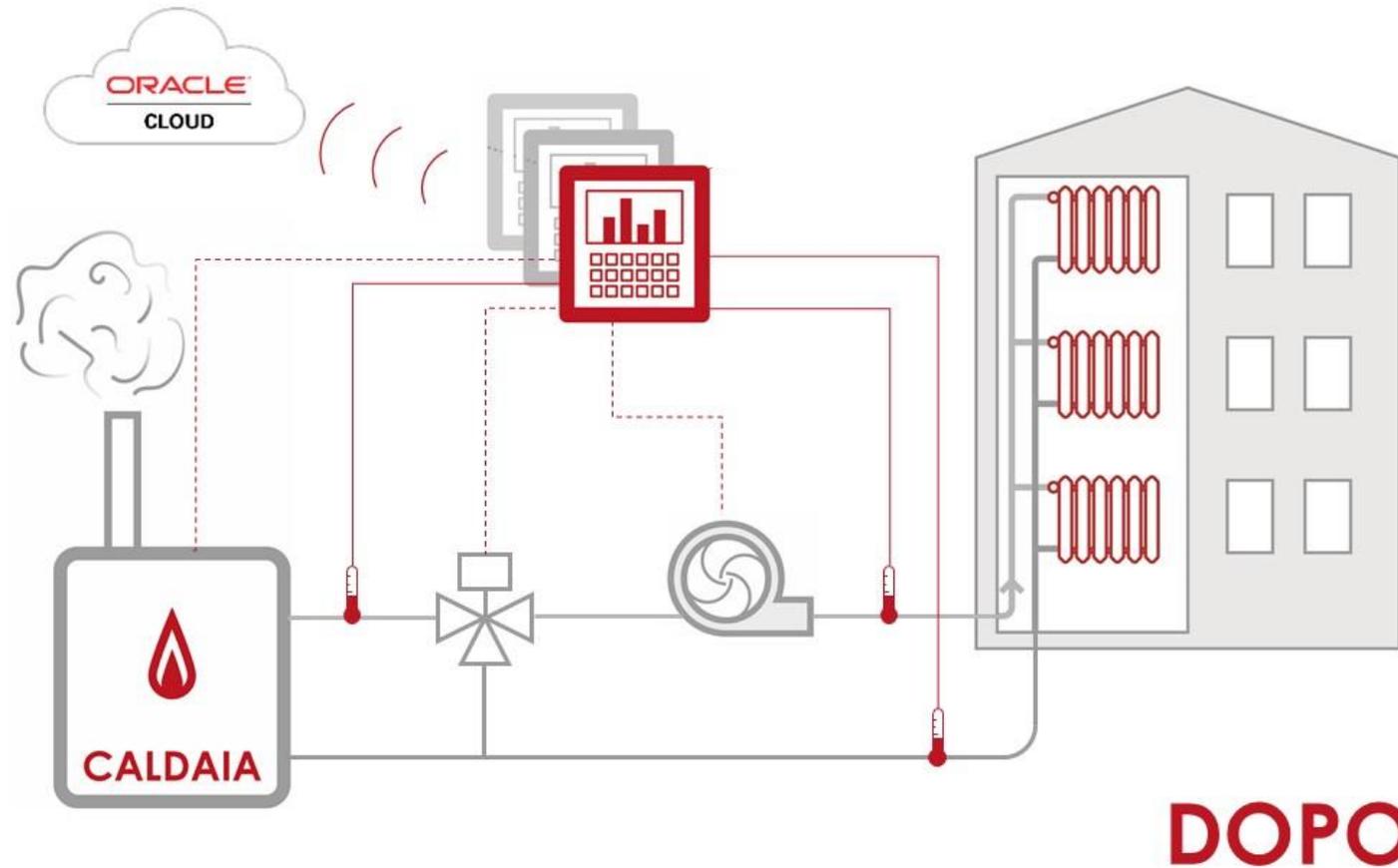


Ingegneria Termotecnica

# Schema di intervento



# Schema di intervento



# Case Histories 2023

*Esempi di efficienza energetica*



# V HIT S.p.A.

Ex Gruppo BOSCH

 550 dipendenti

 Aree lavorazioni, assemblaggio, logistica, mensa, uffici e laboratori per un totale di 21.700 m<sup>2</sup> coperti

 Capannone: 2 generatori di aria calda da 500 kW ciascuno.  
Uffici: 2 caldaie a gas metano da 310 kW ciascuna e 2 gruppi frigoriferi da 77 kW

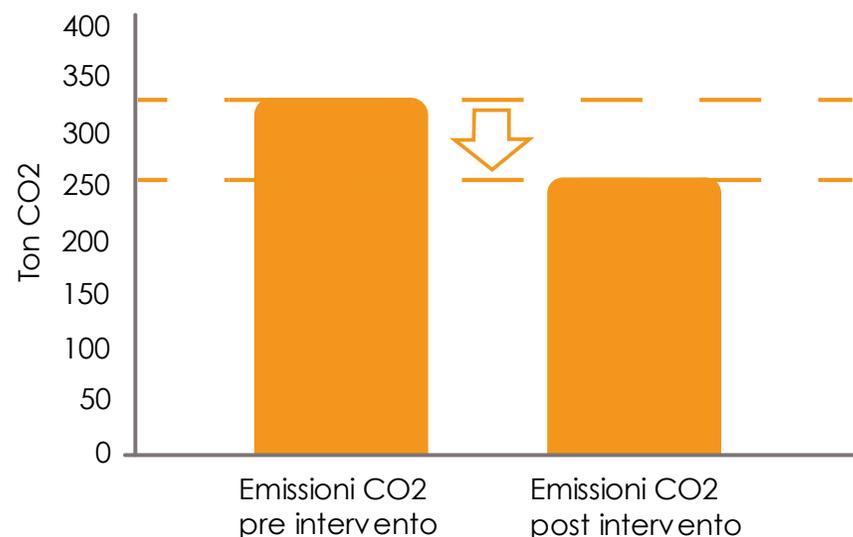
# V HIT



**Risparmio stagionale: 18,7%**



**Riduzione consumi ed emissioni:**  
30.875 Smc di metano. 60,9 ton. CO<sub>2</sub>





## Fondazione Piero Piccinelli

Casa Maria Consolatrice

 195 posti letto

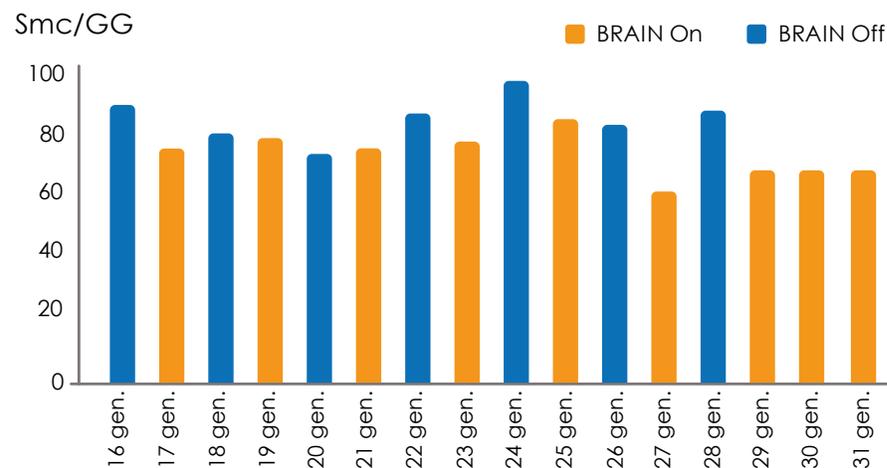
 1 edificio

 340.000 Smc annui

 4 caldaie a gas metano per 2.800 kW, UTA e termosifoni fancoil

### Obiettivo

Intervento di ulteriore efficientamento dell'impianto termico già gestito con tecnologia di controllo Siemens Desigo, per ogni singola sezione dell'impianto.



**Risparmio stagionale:** 10,4%, rispetto alla situazione già ottimizzata tramite Siemens Desigo



**Riduzione consumi ed emissioni:** 35.360 Smc di metano. 69,73 ton. CO<sub>2</sub>



## Centro Internazionale Loris Malaguzzi

Reggio Emilia



130 mila visitatori annui



1 edificio



682.100 kWh termici annui



Impianto alimentato  
da teleriscaldamento

Il Centro è un luogo di incontro e confronto per chi intende innovare l'educazione e la cultura.

La struttura ospita il centro documentazione e ricerca educativa, auditorium e sale, asilo, bookshop, ristorante e caffetteria. Motivazioni all'adozione di BRAIN: contenimento costi del gestore calore, controllo intelligente del sistema.



**Risparmio stagionale:** 21,9%



**Riduzione consumi ed emissioni:**

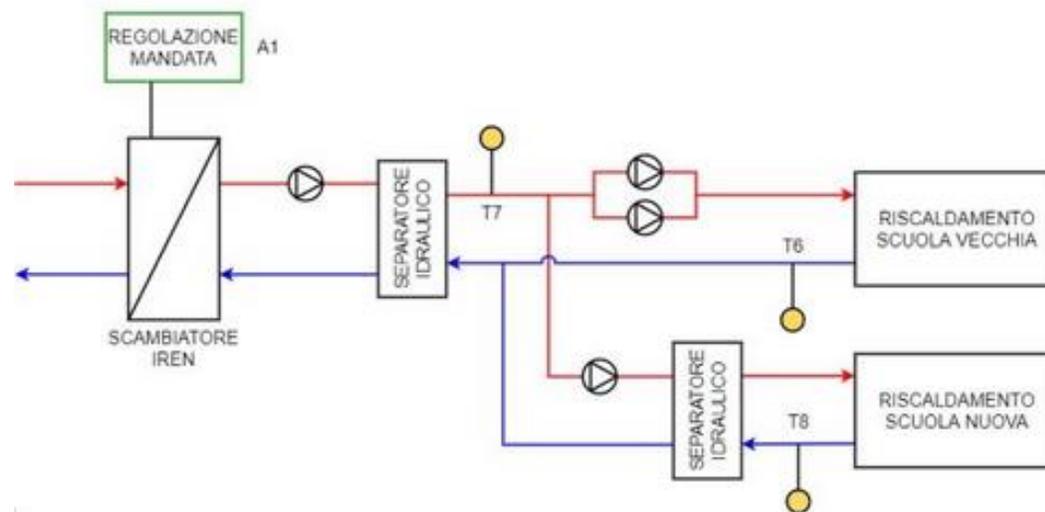
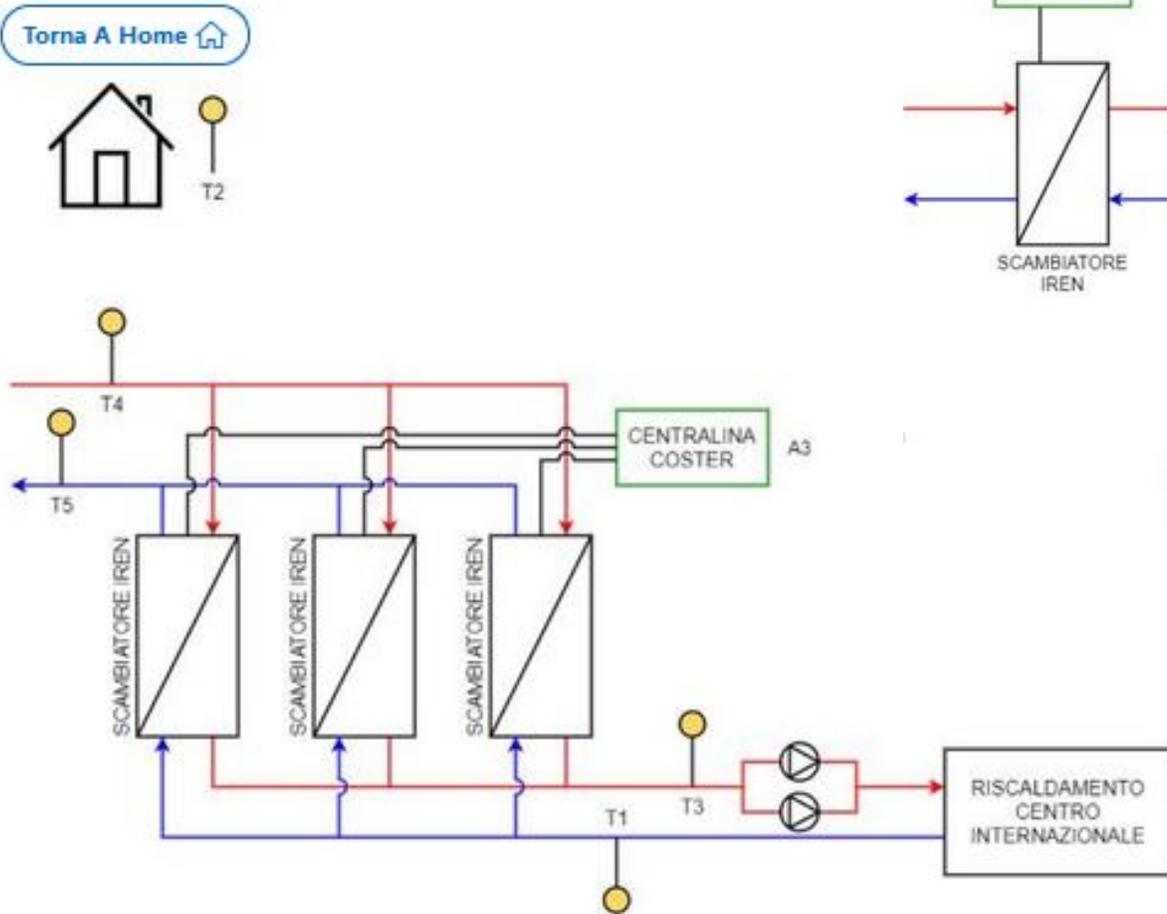
149.380 kWh termici. 19,3 ton CO<sub>2</sub>



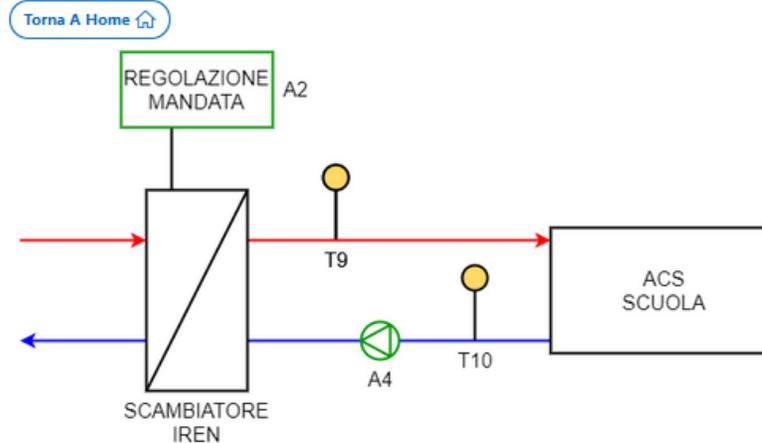
**Comfort:** mantenimento costante del comfort durante tutto il periodo di test.

# Schema di impianto

## Schema Riscaldamento

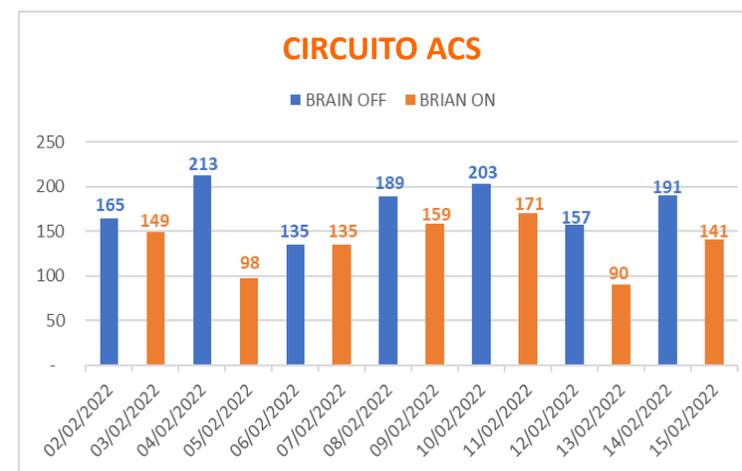
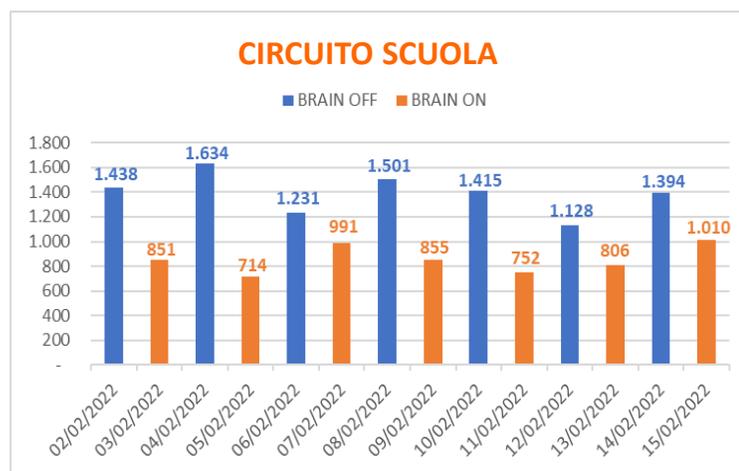
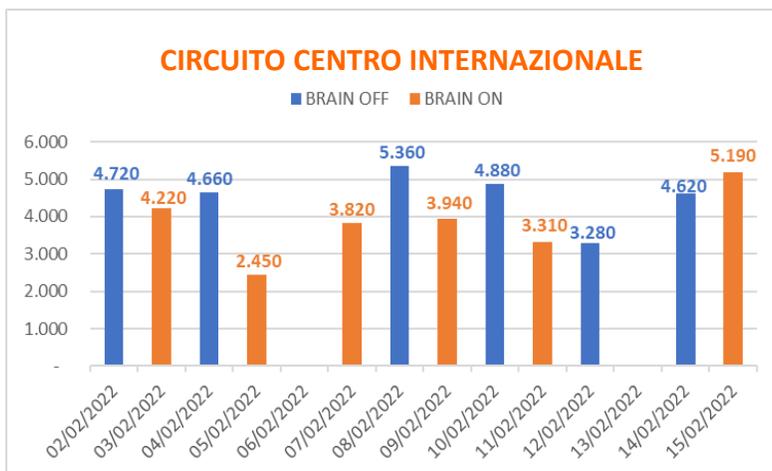


## Schema ACS



# Test di Performance ON-OFF

Periodo di test: dal 2 al 16 Febbraio 2022 ( 14 Giorni)



16,68%

38,62%

24,74%

RISPARMIO TOTALE NEL PERIODO  
**1.346,72 kWh,**  
 corrispondenti al **21,87% medio**

# BRAIN Web APP: analytics ESG



**BRAIN Web App**

e

.....

Remember username

Sign In

# BRAIN Web APP: analytics ESG

Logo cliente

SCEGLI IL SITO DA VISUALIZZARE

Fondo \*

Città \*

Sito \*

[Analizza impianto](#)

\* campo obbligatorio

## DATI COMPLESSIVI DEL GRUPPO

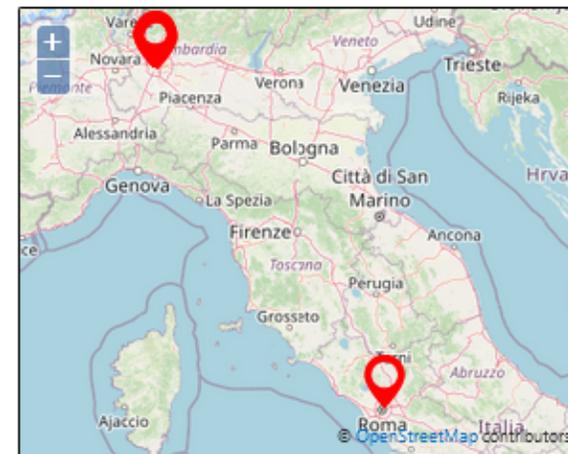
Edifici gestiti	6
Metri quadri equivalenti	103.452 m <sup>2</sup>
Costo energetico	2,09 €/m <sup>2</sup>
 evitata	6,43 Ton

i Valori e dati di performance fanno riferimento al mese di **Marzo 22**, ultimo mese in cui sono presenti tutti i dati dei building gestiti, confrontati con i rispettivi valori di riferimento

					
Consumo: 705 MWh	184 MWh	3.450 mc	---	---	182.156 €
Performance: 25,3 % 	-36,9 % 	6,9 % 	---	---	-9 % 

[Genera report GRESB](#)

[Analizza gruppo](#)



### INDICE ENERGETICO



### INDICE TERMOIGROMETRICO



### INDICE QUALITÀ ARIA



# BRAIN Web APP: analytics ESG

Sito \*

Filzi

Impianto \*

Condizionamento

Id Brain \*

B-563

[<< torna a pagina riassuntiva](#)

CRUSCOTTO



REPORTING



MONITORAGGIO INTERNI



CONSUMI



IMPOSTAZIONI



DIAGNOSTICA



CRM



DIARIO IMPIANTO



# BRAIN Web APP: analytics ESG

### CRUSCOTTO



tree SOLUTIONS Benvenuto: FRANCESCOLEONE

Impianto Sito

[<< torna a home](#)

**Stato programmazione: attiva con programma G-228**

Attuatore: **Biblio (rad)**      Stato programmazione: **Spento** 

tree SOLUTIONS Benvenuto: FRANCESCOLEONE

Impianto Sito

[<< torna a home](#)

Connettività dispositivi termo: ● [Dettagli](#)

Connettività dispositivi CO2: ● [Dettagli](#)

Connettività dispositivi VOC: ● [Dettagli](#)

Connettività dispositivi PM: ● [Dettagli](#)

 Nessun dispositivo di monitoraggio delle temperature disponibile per questo sito

 L'ultimo allarme riscontrato sul sito è stato un allerta co2 alta in data 04-MAG-23 10:14 registrando una CO2 di 1983 ppm

**Indice termoigrometrico**

**70**

**Indice qualità aria**

**76**

**Ultimi consumi riferiti al mese di: APR-22**

 3262 smc	 6,43 Ton
 Dato non disponibile	 Dato non disponibile

### Previsioni meteo

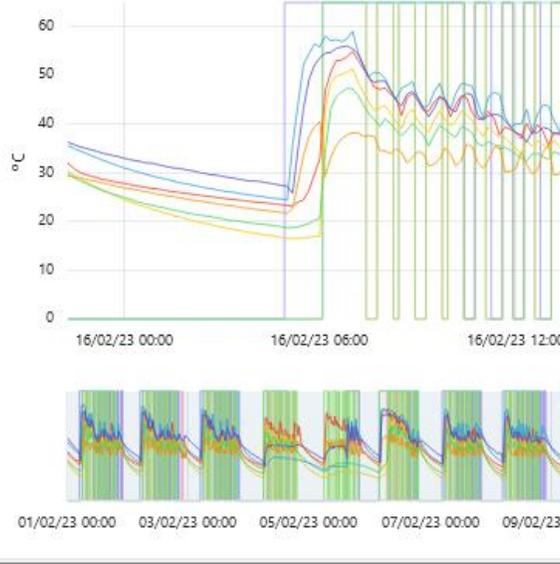
				
04-MAG-23 15:00		1018 mbar	56 %	21 °C
04-MAG-23 18:00		1018 mbar	63 %	20 °C
04-MAG-23 21:00		1020 mbar	75 %	16 °C
05-MAG-23 00:00		1021 mbar	85 %	13 °C
05-MAG-23 03:00		1020 mbar	84 %	12 °C
05-MAG-23 06:00		1020 mbar	74 %	15 °C
05-MAG-23 09:00		1020 mbar	62 %	20 °C
05-MAG-23 12:00		1018 mbar	56 %	22 °C

Conferenza Secem 2023

# BRAIN Web APP: analytics ESG

### REPORTING





### Schemi Impianto:

Schema Riscaldamento   Schema ACS   Schema Raf

#### Anagrafica Tecnica

[Torna A Home](#)

Tipo Strumento	Codice Elemento	
Gruppo frigo	GF-1	<a href="#">St</a>
Unità Trattamento Aria (UTA)	UT-1	<a href="#">St</a>
Building Management System	BM-1	<a href="#">St</a>
Generatore calore	GC-1	<a href="#">St</a>
Pompa	PO-2	<a href="#">St</a>
Pompa	PO-1	<a href="#">St</a>
Scambiatore calore	SC-1	<a href="#">St</a>

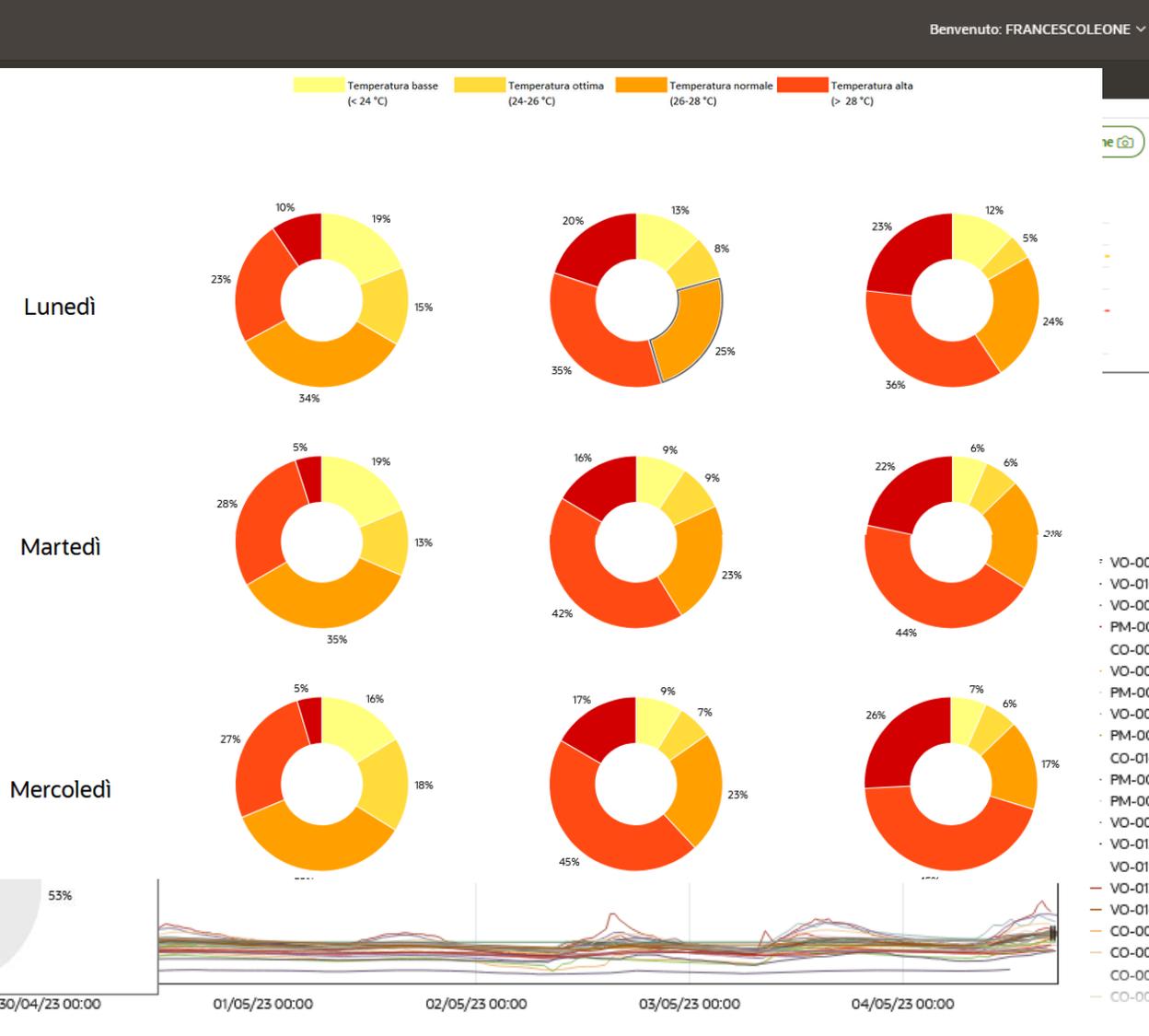
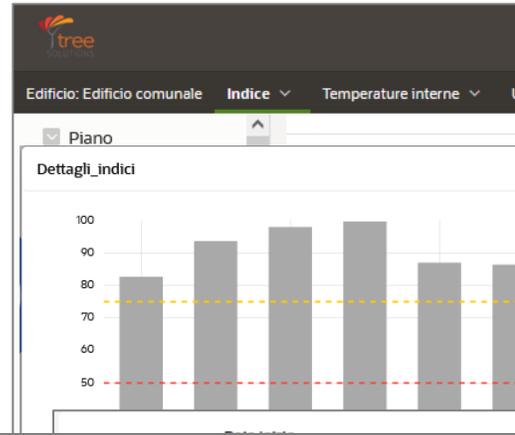
[Storico manutenzioni](#)

### Dettagli elemento gruppo frigo



<b>Codice identificativo</b> GF-1	<b>Tipo strumentazione</b> Gruppo frigo
<b>Marca</b> CLINT	<b>Modello</b> CHA/K/MC 826-P
<b>Fluido frigorifero</b> Dato non disponibile	<b>Potenza frigorifera</b> 228 kW
<b>Assorbimento</b> 83 kW	<b>Assorbimento di avvio</b> Dato non disponibile
<b>Data installazione</b> Dato non disponibile	<b>Prossima manutenzione</b> Dato non disponibile
<b>Ultima manutenzione</b> 19-LUG-20	<b>Prossima sostituzione olio</b> Dato non disponibile
<b>Ultima sostituzione olio</b> 18-LUG-20	

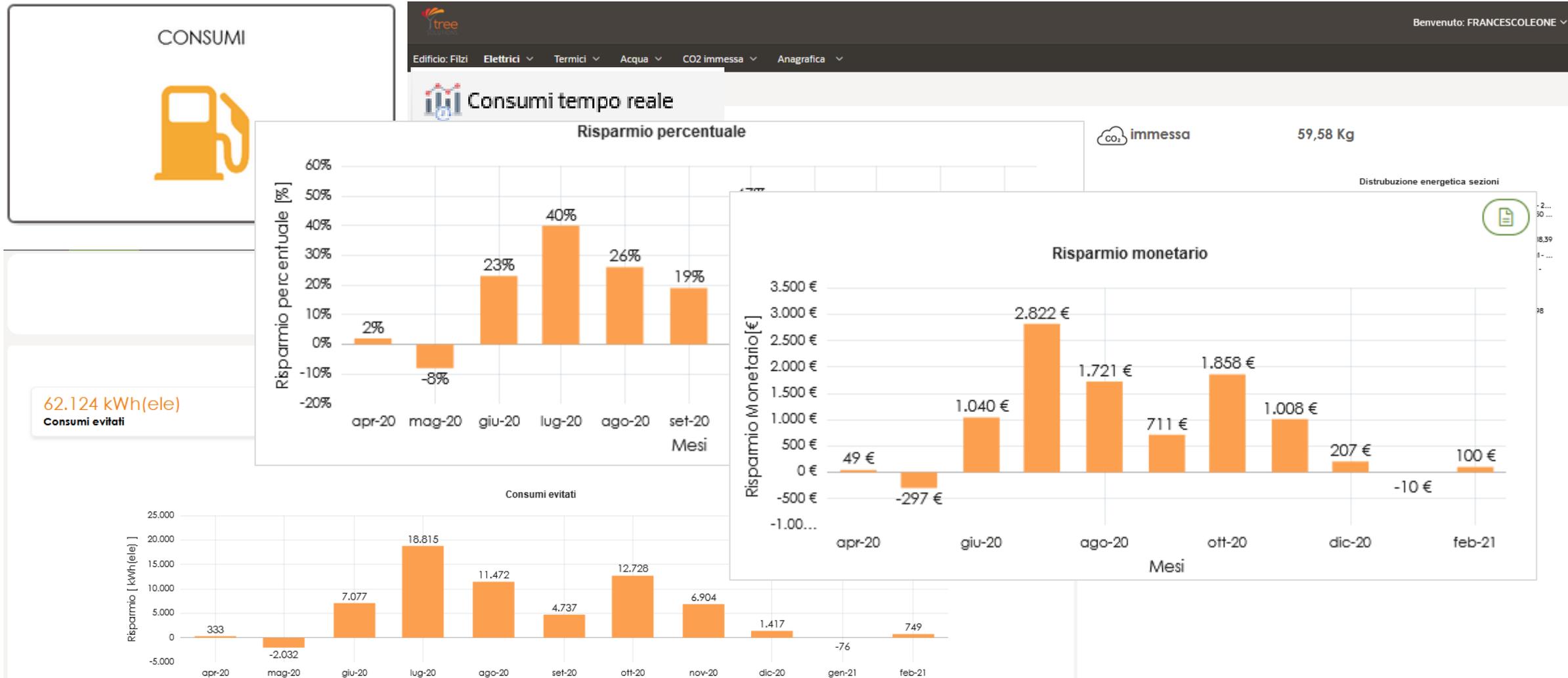
# BRAIN Web APP: analytics ESG



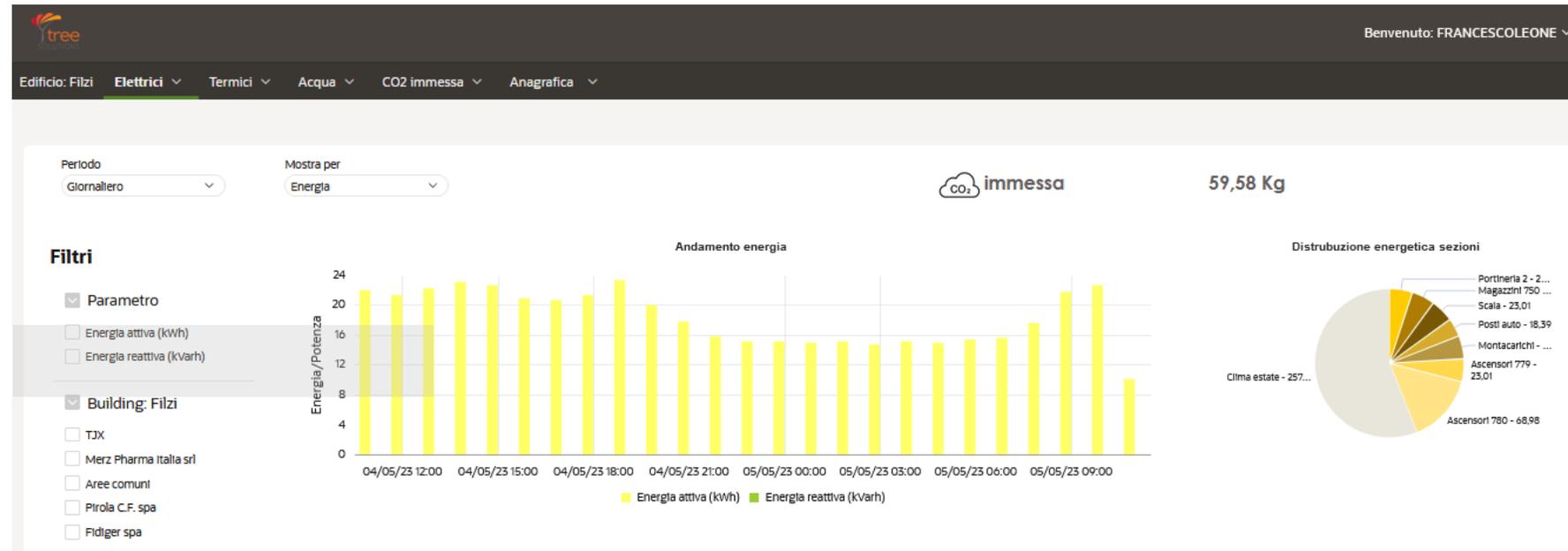
# BRAIN Web APP: analytics ESG



# BRAIN Web APP: analytics ESG



# BRAIN Web APP: analytics ESG



# BRAIN Web APP: analytics ESG

CONSUMI

tree SOLUTIONS

Benvenuto: FRANCESCOLEONE

Consumi tempo reale

CO2 immessa Anagrafica

Tabella millesimale

Anno: 2023

Tabella millesimale: Tutte

Tipo aggregazione: Ripartizione ESG

Cerca

Categorizzazione ↑	Ripartizione consumi (kWh)	Quota percentuale del consumo totale	Descrizione
Locato	13.451,57	16,17 %	Area Esterna
Locato	25.457,06	30,61 %	Building Parte Comune
Locato	5.317,71	6,39 %	Interrato - Parte Comune
Locato	31.493,23	37,87 %	Building
Vacancy	2.396,89	2,88 %	Building Parte Comune
Vacancy	1.805,81	2,17 %	Interrato - Parte Comune
Vacancy	3.249,47	3,91 %	Area Esterna
<b>Totale</b>	<b>83.171,74</b>		

Scarica



## Tree Solutions S.r.l.

Via g. Durando, 38, 20158 Milano (MI), Italia

[info@tree-solutions.it](mailto:info@tree-solutions.it)

[www.tree-solutions.it](http://www.tree-solutions.it)

+39 02 871 88 986

## Partners:



POLITECNICO  
DI MILANO

