



SVILUPPO SOSTENIBILE, UNIVERSITA' E TERRITORIO

EFFICIENZA ENERGETICA IN PATRIMONI EDILIZI DEL TERZIARIO AVANZATO E DELLA FORMAZIONE

5 Marzo 2021

ESPERIENZE DI RISPARMIO ENERGETICO TRAMITE IL MONITORAGGIO DEI CONSUMI ENERGETICI E IL CONTROLLO DEGLI IMPIANTI

F. Silvestro, S. Massucco, A. Vinci

GRUPPO DI LAVORO RISPARMIO ENERGETICO DI ATENEIO

DITEN - Università degli Studi di Genova - Intelligent Electric Energy System (IEES) Laboratory

stefano.massucco@unige.it

federico.silvestro@unige.it





INDICE DELLA PRESENTAZIONE

1. Il Contesto
2. Il Gruppo di Lavoro per il Risparmio Energetico dell'Università di Genova
3. Il sistema di monitoraggio in tempo reale dell'Università di Genova
4. La gestione degli impianti di condizionamento negli edifici: il progetto PREDICT



IL CONTESTO

Gli obiettivi di **sostenibilità energetica** (D.Lgs 102/2014, Direttiva 2012/27/UE), la **crisi finanziaria** e la **recessione economica** impongono una **razionalizzazione dei consumi energetici**.

la **Ricerca Universitaria in collaborazione con le Aziende** rende disponibili **soluzioni innovative basate su sistemi di ottimizzazione e supporto alle decisioni**, realizzabili utilizzando **tecnologie ICT** per la gestione e il controllo di strutture complesse nei settori civili e dell'industria con attenzione anche «**all'esistente**».

Necessità di disporre dei dati reali dei consumi energetici per affinare la conoscenza, sviluppare e validare **modelli semplici, dinamici e realistici** del comportamento energetico degli edifici.





NORME E STANDARD SULL'EFFICIENZA ENERGETICA

Norme che regolano **forme di certificazione “volontarie”**, definendo le migliori pratiche. Inoltre introducono le migliori **tecniche per il monitoraggio e la verifica delle misure** e sono spesso accompagnate da meccanismi di remunerazione per chi le adotta.

- [ISO 50001 'Energy management systems – requisiti e linee guida per l'uso'](#): identificano i fattori di consumo dell'energia e definiscono i requisiti che un sistema di gestione dell'energia dovrebbe avere. Segue lo schema plan – do – check – act
- [UNI CEI 11352: 2010 – ‘Gestione dell’energia – Società che forniscono servizi energetici \(ESCo\)’](#): definisce i requisiti che una ESCo deve avere. Le ESCo devono offrire un servizio di efficienza energetica e garantire un miglioramento.
- [UNI CEI 11339:2009 - ‘Gestione dell’energia – Esperti in gestione dell’energia. Requisiti generali per la qualificazione \(EGE\)’](#): Un Ege è un soggetto che possiede comprovata conoscenza ed esperienza nella gestione dell'energia in maniera efficiente. La norma definisce i requisiti generali e le procedure di certificazione.
- [IPMVP - International Performance Measurement & Verification Protocol](#): è un protocollo internazionale riconosciuto come principale standard per le migliori pratiche di misura e verifica dei risultati dei progetti di efficienza energetica.



DIAGNOSI ENERGETICA

Chi è obbligato:

- tutte le **grandi imprese** che abbiano questo stato (grande impresa) da almeno 2 anni
- **le imprese energivore**, ovvero:
 - > per le **imprese industriali**, tutti i siti aventi consumo superiore a **10.000 tep/anno**
 - > per le imprese dei **settori primario o terziario**, tutti i siti aventi consumo superiore a **1.000 tep/anno**

Cosa deve fare chi è obbligato:

Le imprese obbligate devono eseguire la diagnosi, redigere il documento di diagnosi e inviarlo all'ENEA entro il 5 dicembre dell'anno in cui risultano obbligate.

Le imprese energivore sono inoltre obbligate a realizzare, entro 4 anni dall'esecuzione della diagnosi, almeno uno degli interventi individuati. L'intervento deve avere un tempo di ritorno dell'investimento inferiore a 4 anni.

Ogni impresa è tenuta a verificare ogni anno la sua appartenenza alle categorie obbligate e, nel caso, ad adempiere all'obbligo di diagnosi energetica entro il 5 dicembre dell'anno in corso.

Sistemi di gestione e diagnosi eseguite in precedenza

Le imprese che hanno adottato sistemi di gestione EMAS, ISO 50001 o ISO 14001 in cui è compresa una diagnosi energetica conforme ai requisiti del decreto (quindi comprensiva di una campagna di misure, per cui torna molto utile un sistema di monitoraggio), sono esonerate dall'obbligo di diagnosi, ma devono comunque comunicare all'ENEA la diagnosi in loro possesso.

Validità Diagnosi

4 anni



IL CONTESTO



- **La gestione efficiente di un patrimonio immobiliare** tocca moltissimi aspetti, uno dei principali è quello del **controllo e ottimizzazione dei costi determinati dal consumo di energia**.
- La complessità è aumentata dalla presenza di tecnologie eterogenee per i vari sotto-sistemi (impianti HVAC, illuminazione, sicurezza, etc.), ognuno dotato di un proprio sistema di supervisione.





L'ORGANIZZAZIONE

- **Gruppo di lavoro risparmio energetico di Ateneo**
- **definizione di scenari tecnico/economici di riferimento** per la gestione energetica degli edifici.
- studio e sviluppo di **metodologie e prototipi di algoritmi** per la previsione della domanda di energia elettrica e termica degli edifici.
- metodologie e strumenti per lo **sviluppo e la validazione di modelli dinamici semplificati del comportamento energetico degli edifici basati su misure reali derivate dalla piattaforma di monitoraggio.**
- Utilizzo di **KPI** e tecniche di benchmarking
- studio e sviluppo di **metodologie e prototipi di algoritmi per la previsione dell'auto produzione da fonte solare**.





GLI OBIETTIVI

Realizzazione di **una piattaforma intelligente** basata su misure in tempo reale e sistemi di supporto alle decisioni quale strumento innovativo per:

- Disporre di un sistema di **monitoraggio in tempo reale** dei consumi energetici.
- **Effettuare una valutazione quantitativa** del risparmio energetico conseguibile sulla base di misure effettive.
- sviluppo, la messa a punto e la validazione di **modelli energetici degli edifici**.
- realizzazione di **linee guida operative per l'incremento dell'efficienza** in strutture complesse operando sull'intero ciclo di vita delle strutture interessate.

La conoscenza dei consumi energetici è alla base di una corretta ed efficiente integrazione delle fonti rinnovabili e dei sistemi di accumulo.





GLI STRUMENTI

La piattaforma deve potere essere integrabile con prodotti per il monitoraggio e la raccolta dati, sviluppando funzionalità di trattamento delle informazioni (**data mining & learning**) per elaborare valutazioni adeguate delle **prestazioni energetiche** e strategie di **gestione integrata dell'energia termica ed elettrica** mediante metodologie e strumenti dell'intelligenza artificiale (Reti Neurali, Model Predictive Control, ecc).





ESPERIENZE

Gruppo di Lavoro sul Risparmio Energetico di Ateneo (GdL) operativo già da alcuni anni su specifica delega del Rettore.

Il GdL comprende diversi Dipartimenti (DITEN, DIME, DICCA, DIFI, DSA) con esperienze in vari settori: ottimizzazione energetica elettrica e termica, valutazione dell'impronta di carbonio, caratterizzazione energetica dell'involucro, illuminazione efficiente, impiantistica di sorgenti rinnovabili, microgrid comprendenti fotovoltaico e accumulo, automazione dei carichi.

Si è operato **sviluppando ed utilizzando un avanzato sistema di monitoraggio dei consumi elettrici in tempo reale** con successive **attività di auditing**, con l'individuazione di sprechi, di azioni correttive di efficientamento e follow-up per il consolidamento dei risultati.





RISULTATI

- **Realizzazione di una piattaforma intelligente per la gestione e il controllo dei consumi energetici degli edifici:**
- la piattaforma **per il sito UNIGE include il monitoraggio di 20 punti MT/BT per un totale di circa 20 GWh/anno di energia elettrica**
- **Integrazione delle misure in tempo reale per l'energia termica**
- **Implementazione presso siti pilota** identificati con i partner del progetto. per ricavare possibili politiche di “**best practice**”.
- Migliore gestione delle gare di **approvvigionamento dell'energia e di bill-auditing**
- **Azioni di disseminazione**, partecipazione a Workshop dimostrativi, realizzazione di un sito web.
- interfaccia tecnica con progetti Genova Smart City.





CONSOLIDATE ESPERIENZE





Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Energy and Buildings

journal homepage: www.elsevier.com/locate/enbuild



Electrical consumption forecasting in hospital facilities: An application case

A. Bagnasco^a, F. Fresi^b, M. Saviozzi^a, F. Silvestro^{a,*}, A. Vinci^a

^a University of Genoa, Department of Electrical, Electronic, Telecommunication Engineering and Naval Architecture (DITEN), Italy
^b Gruppo Humanitas, Clinica Cellini (Torino), Italy



ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received 4 December 2014 Received in revised form 24 April 2015 Accepted 3 May 2015 Available online 2 July 2015</p> <p><i>Keywords:</i> Load forecasting Neural networks Electrical consumption in an hospital facility Energy management systems Building management systems</p>	<p>The topic of energy efficiency applied to buildings represents one of the key aspects in today's international energy policies. Emissions reduction and the achievement of the targets set by the Kyoto Protocol are becoming a fundamental concern in the work of engineers and technicians operating in the energy management field. Optimal energy management practices need to deal with uncertainties in generation and demand, hence the development of reliable forecasting methods is an important priority area of research in electric energy systems. This paper presents a load forecasting model and the way it was applied to a real case study, to forecast the electrical consumption of the Cellini medical clinic of Turin. The model can be easily integrated into a Building Management System or into a real time monitoring system. The load forecasting is performed through the implementation of an artificial neural network (ANN). The proposed multi-layer perceptron ANN, based on a back propagation training algorithm, is able to take as inputs: loads, data concerning the type of day (e.g. weekday/holiday), time of the day and weather data. In particular, this work focuses on providing a detailed analysis and an innovative formal procedure for the selection of all the ANN parameters.</p> <p style="text-align: right;">© 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.</p>





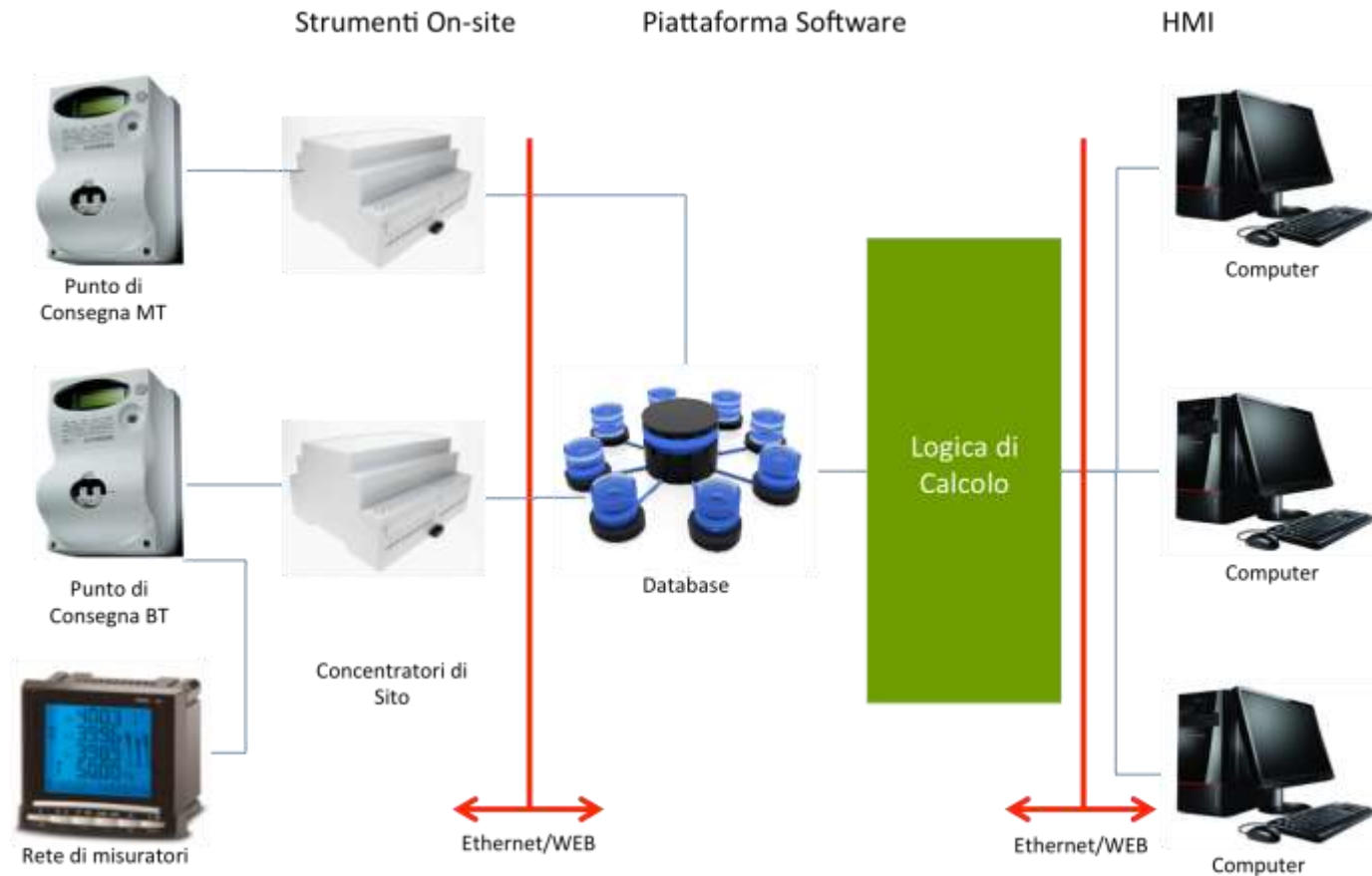
IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL'UNIVERSITÀ DI GENOVA

Attualmente il piano di monitoraggio di UNIGE prevede:

- La raccolta dei dati di consumo (Potenza Attiva e Potenza Reattiva) da **18 punti di misura in media tensione**
- Un'architettura distribuita per l'acquisizione dei **dati in tempo reale** tramite "process box" e sensori remoti basati su interfaccia TCP/IP
- La raccolta dei dati di consumo di 13 punti di misura in bassa tensione relativi a **specifiche utenze della Clinica Oculistica**
- La raccolta dei dati di consumo di 13 punti di misura in bassa tensione relativi a specifiche **utenze sottese** alle cabine di trasformazione MT/BT del **Palazzo delle Scienze**.
- L'acquisizione dei dati relativi **alla microgrid** presente presso la facoltà di economia

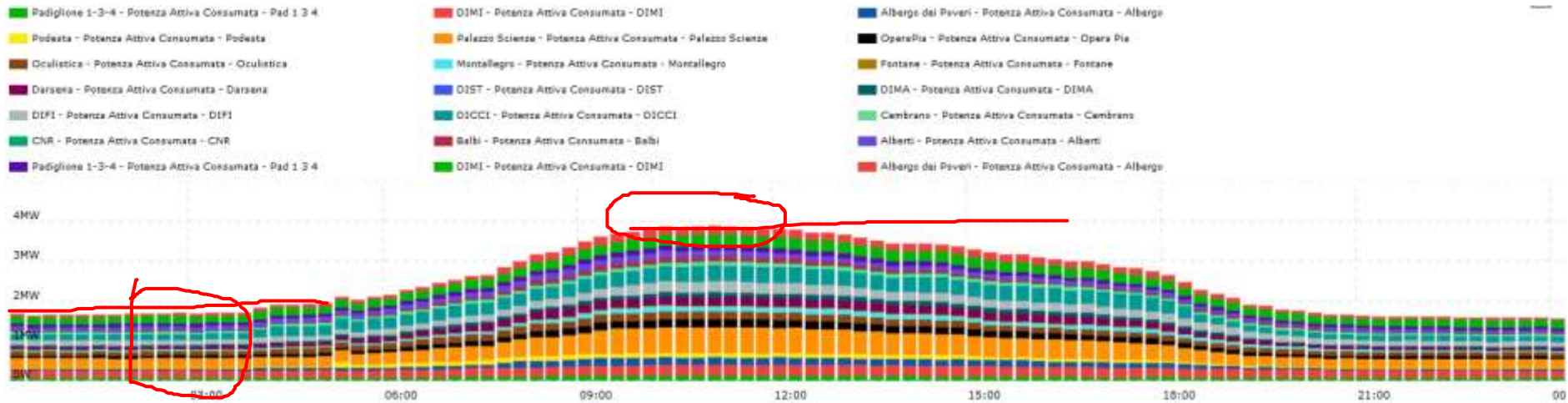


IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL'UNIVERSITÀ DI GENOVA





IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL'UNIVERSITÀ DI GENOVA

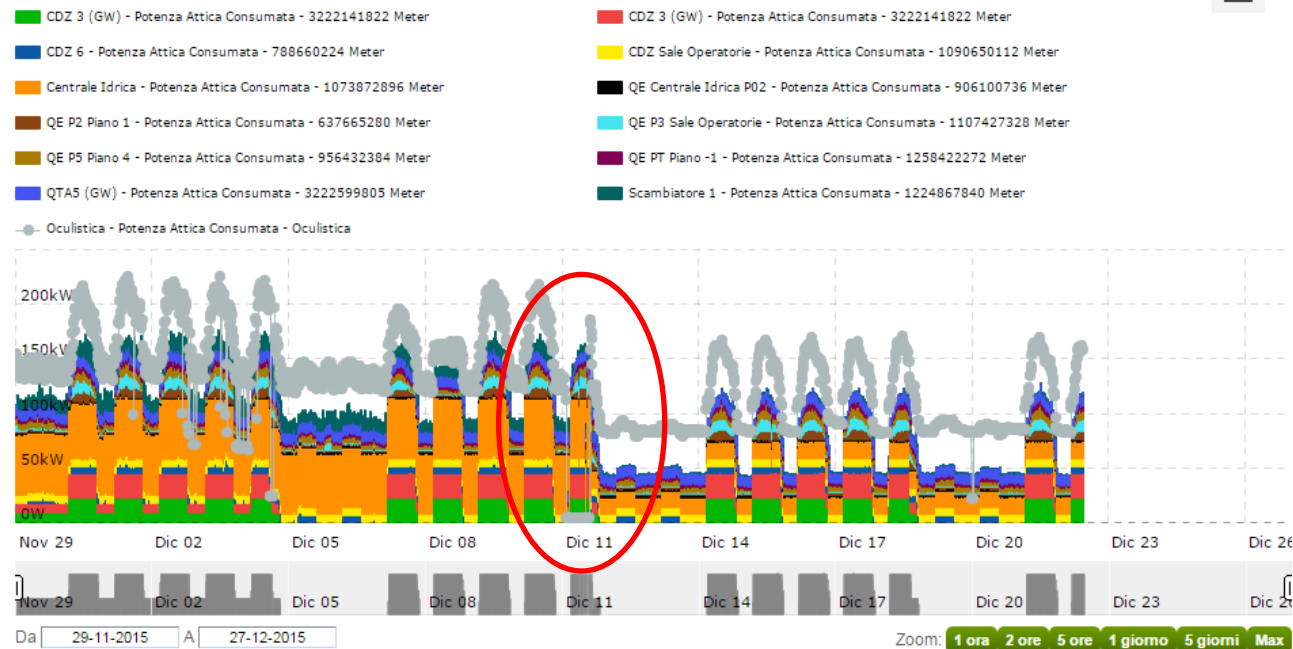




IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL'UNIVERSITÀ DI GENOVA

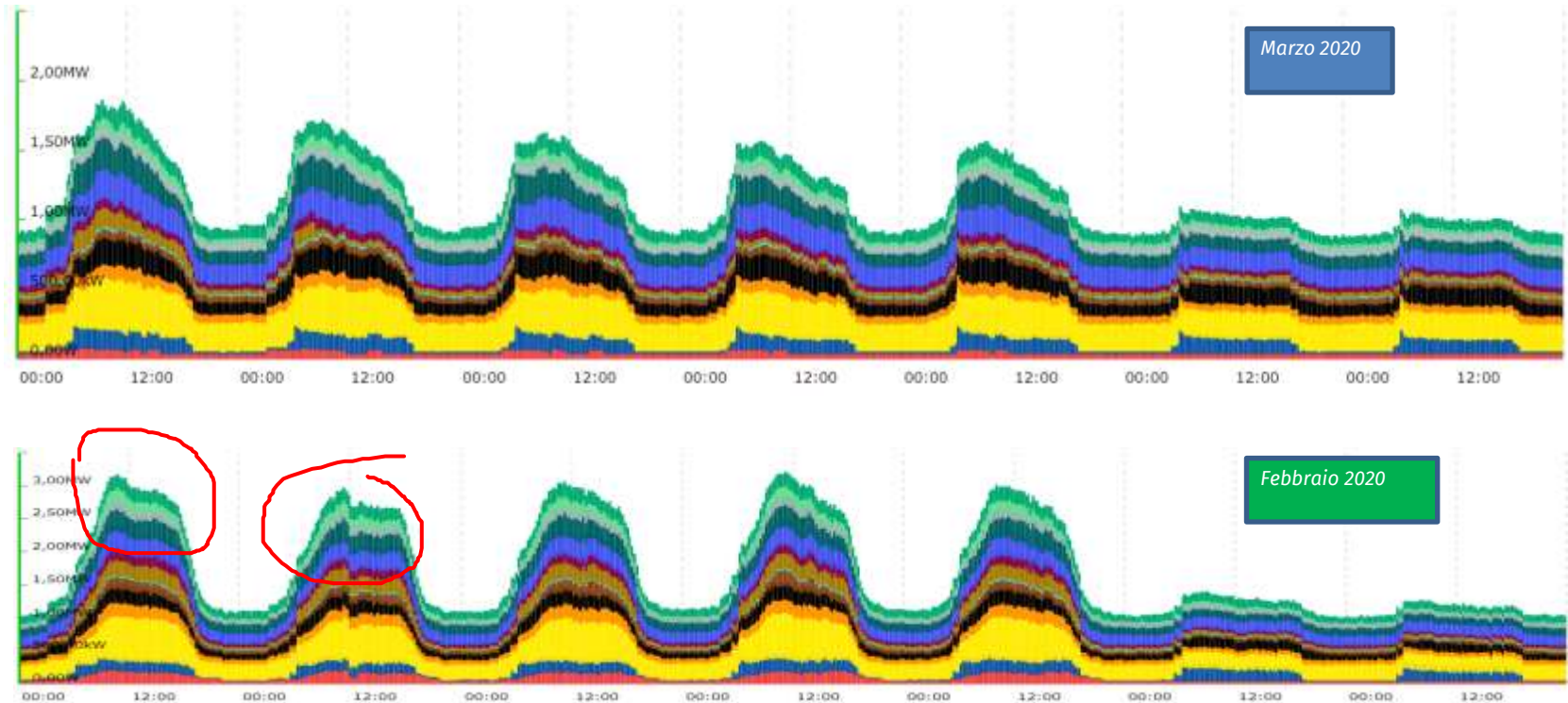
Le varie azioni di risparmio ed efficientamento implementate nel corso degli anni sugli edifici oggetto di monitoraggio possono essere sintetizzate in:

- regolazione dei timer dei circuiti di alimentazione di utenze significative installazione di nuovi timer
- gestione delle informazioni riguardanti i fermi didattici
- gestione del condizionamento estivo
- interventi sui circuiti luce e automazione





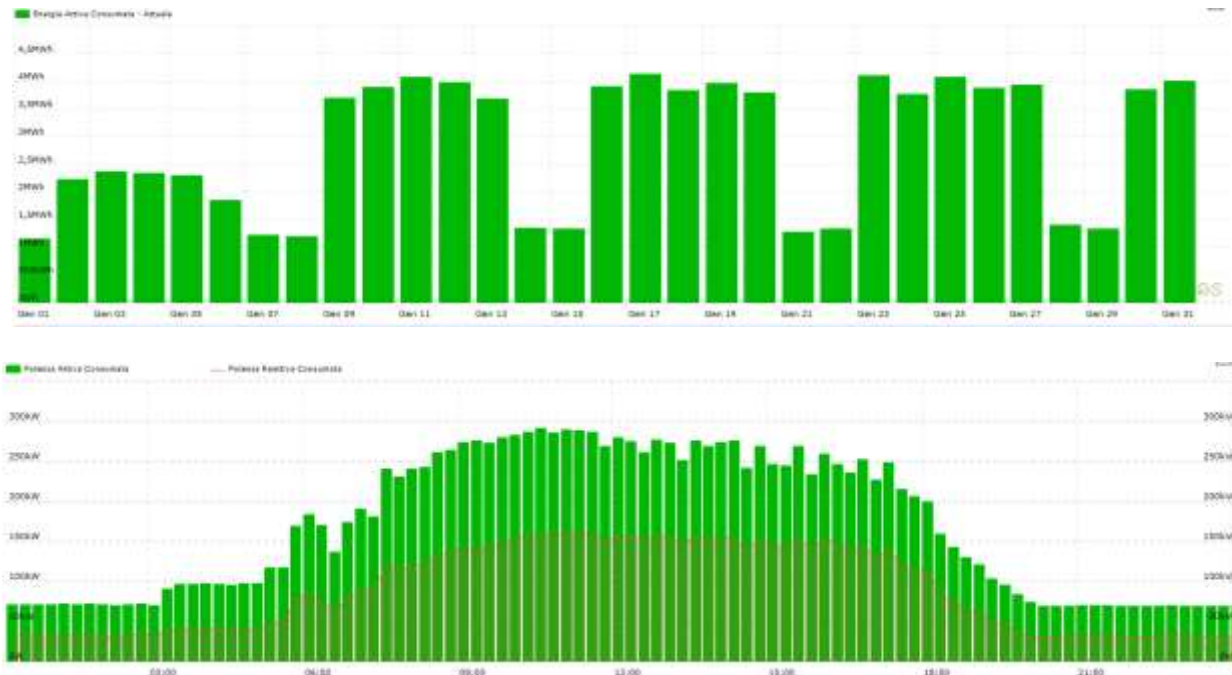
Impatto della pandemia sui consumi finali





LA MICROGRID DELLA SCUOLA DI ECONOMIA

- Volume lordo: 59.000 mc
- Consumo di energia elettrica annuale: 1 GWh
- Consumo di gas metano annuale: 107.000 Nmc

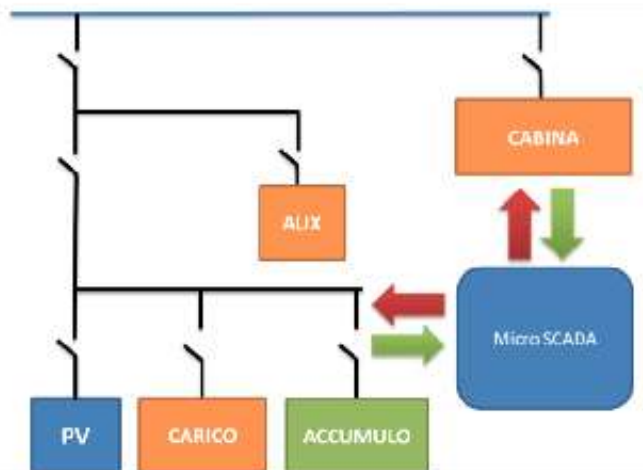




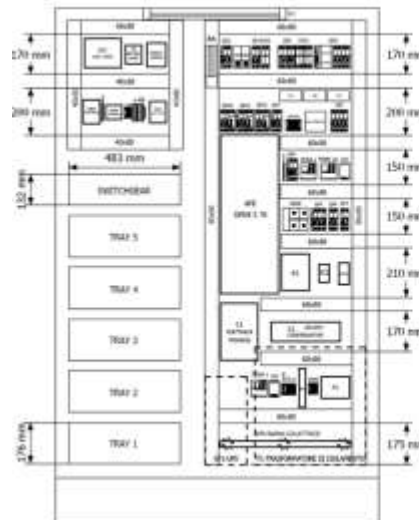
LA MICROGRID DELLA SCUOLA DI ECONOMIA

- La microgrid realizzata dall'Università di Genova è composta da:
- un impianto fotovoltaico di taglia 20 kW installato sul tetto dell'edificio
- un dispositivo di accumulo a ioni di Litio di taglia 10 kW-12 kWh situato al piano terra della scuola di Economia di Genova nella sottostazione locale di media/bassa tensione con i relativi ausiliari
- una stazione meteo situata sul tetto dell'edificio
- il carico locale monitorato, che raccoglie il consumo energetico dell'edificio

LA MICROGRID DELLA SCUOLA DI ECONOMIA



VISTA INTERNA FRONTALE





POSSIBILI ULTERIORI APPLICAZIONI

applicare i concetti del «green building» a partire da misure reali e utilizzando modelli energetici dinamici messi a punto e validati.

- **Edifici della Pubblica Amministrazione** (Comune, Regione, Università, Scuole, ecc)
- **Edifici privati** (Industriali, Grande distribuzione, Servizi, ecc.)
- **Ospedali, Cliniche**
- **Centri sportivi**





LA GESTIONE NEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO NEGLI EDIFICI

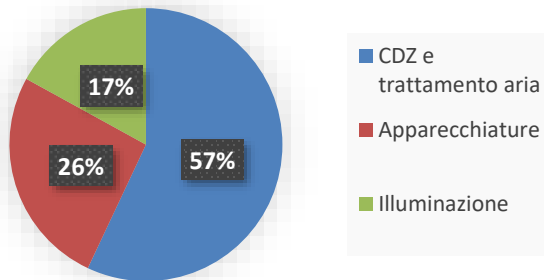
- I principali criteri progettuali degli impianti di condizionamento all'interno degli edifici sono:
 - di garanzia **delle migliori condizioni operative**, del comfort ambientale, e della sicurezza attiva e passiva agli occupanti;
 - **di risparmio energetico**, considerando gli impianti integrati con le strutture dell'edificio, ed utilizzando tecniche di distribuzione dei fluidi moderne, in accordo con la tendenza della attuale tecnologia;
 - **di continuo ed ottimale funzionamento**, perché gli impianti sono concepiti con ottimi materiali, con protezione e riserve opportune, con le aggiornate norme tecniche, ben sezionati per la manutenzione ordinaria e straordinaria;
 - di durata nel tempo e di **affidabilità**, perché le apparecchiature sono state individuate e selezionate tra quelle dei migliori costruttori utilizzando schemi semplici e sicuri e protezioni a prova di deterioramento;
 - di **economia d'esercizio**, sia per le spese di gestione che per quelle di manutenzione.



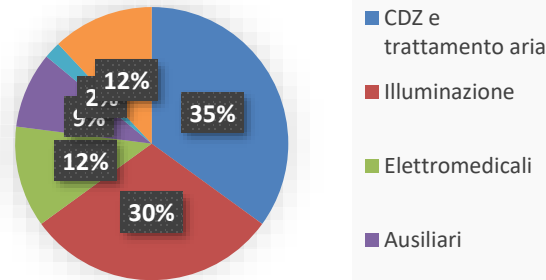
INCIDENZA DELLA CLIMATIZZAZIONE SUI CONSUMI ENERGETICI

I consumi relativi al funzionamento degli impianti di climatizzazione rappresentano una percentuale significativa del totale dei consumi di energia elettrica per diverse tipologie di strutture

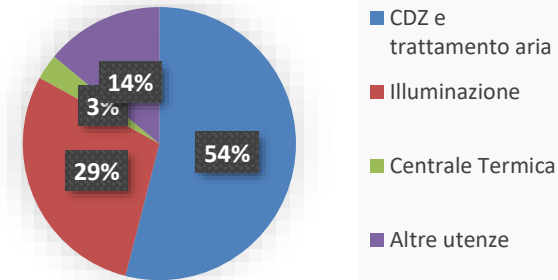
Ufficio



Ospedale



GDO





CONTROLLO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PER LA CLIMATIZZAZIONE

Per ridurre i costi in bolletta, è necessario effettuare una gestione specifica per gli impianti di climatizzazione.

Generalmente la gestione della climatizzazione di un edificio avviene attraverso 2 parametri:

- Orari di accensione e spegnimento degli impianti
- Set point di temperatura, nel rispetto dei vincoli di comfort estivi e invernali dell'utenza.

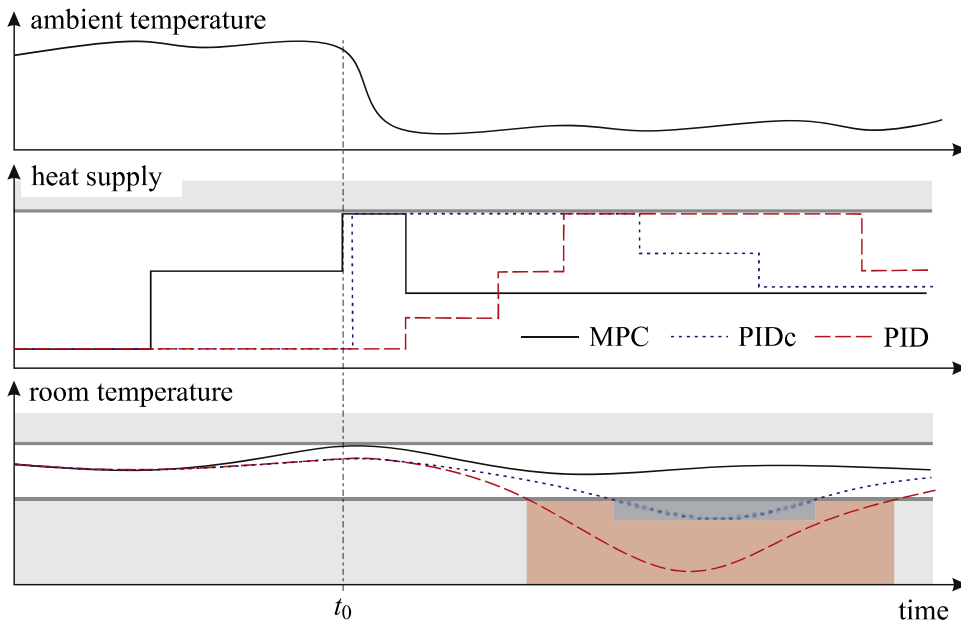
Un'attenta gestione di questi 2 fattori consente di tenere sotto controllo il fabbisogno di energia (energia elettrica, gas, ecc.) e la relativa spesa.

Questo approccio si basa su controllori di impianto tradizionali 'ad inseguimento', che agiscono sulle macchine modificando l'output in modo che la temperatura rilevata inseguia la temperatura desiderata.



LIMITI DI UN APPROCCIO TRADIZIONALE

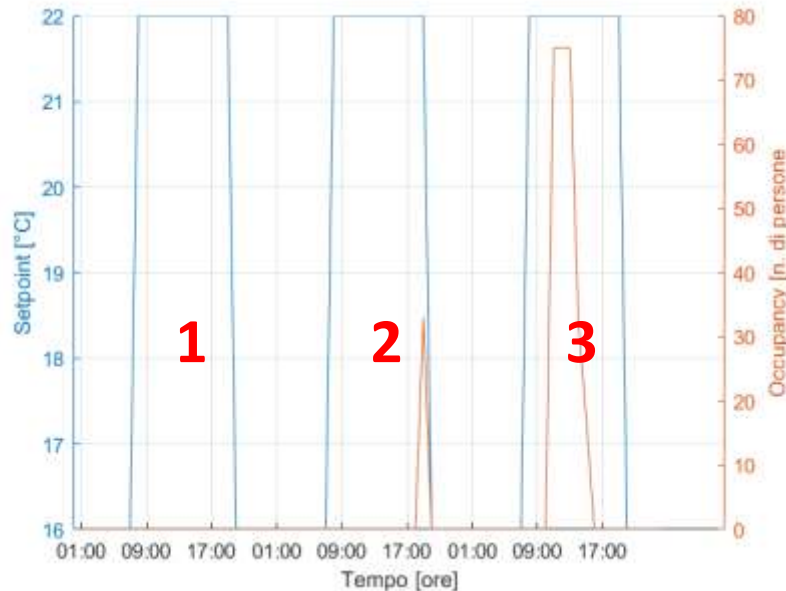
I limiti di un approccio tradizionale alla gestione della climatizzazione sono molteplici:



- 1) si subiscono gli effetti delle **variazioni meteo, specie nei casi in cui questo si discosta dalla consuetudine** (giorni freschi d'estate, giorni caldi d'inverno) e nei passaggi di stagione, sprecando energia per raffreddare o scaldare quando non serve
- 2) si subisce **l'inerzia termica** del sistema [edificio + impianto] generando transitori ampi e di lunga durata con potenziale spreco di energia



LIMITI DI UN APPROCCIO TRADIZIONALE



3) si tengono condizioni di comfort ideali **quando non ce n'è necessità** (non in funzione degli occupanti)

Esempio di impianto di riscaldamento (stagione invernale):

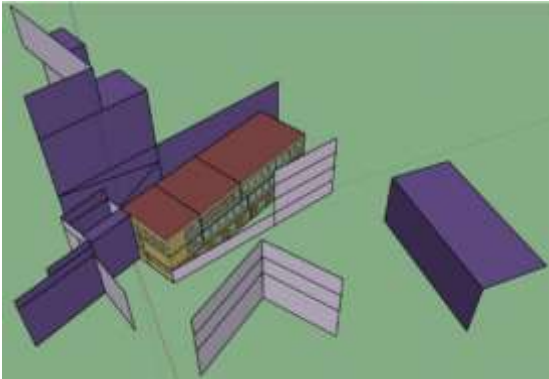
Giorno 1: Setpoint troppo alti (0 occupanti)

Giorno 2: Riscaldamento acceso troppo presto

Giorno 3: Riscaldamento tenuto acceso troppo a lungo



LIMITI DI UN APPROCCIO TRADIZIONALE



4) Non si tiene conto di specificità dell'edificio che hanno impatto sul comfort e sul fabbisogno di energia per la climatizzazione:

- caratteristiche costruttive
- esposizione ai raggi solari

Ore del giorno	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
lunedì	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F2	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F2	F2	F2	F2	F3	
martedì	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F2	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F2	F2	F2	F2	F3	
mercoledì	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F2	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F2	F2	F2	F2	F3	
giovedì	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F2	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F2	F2	F2	F2	F3	
venerdì	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F2	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F2	F2	F2	F2	F3	
sabato	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F3	
domenica	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	

5) Non si tiene conto del costo dell'energia in base agli orari e ai contratti di fornitura



IL PROBLEMA DI OTTIMIZZAZIONE

In generale, è possibile definire un problema di ottimizzazione per la gestione di un edificio, dove si identificano 2 obiettivi in conflitto:

- 1) Massimizzazione del **comfort per l'utenza**
- 2) Minimizzazione del **consumo di energia**

Tenendo conto dei svariati fattori che influenzano entrambi gli obiettivi:

- Zona di Comfort Termico
- Posizionamento dell'edificio
- Meteo
- Numero di persone presenti nelle varie zone dell'edificio (occupancy)
- Costo dell'energia, in funzione dei contratti di fornitura di energia elettrica e gas



PREDICT HEAT AND CLIMATE CONTROL

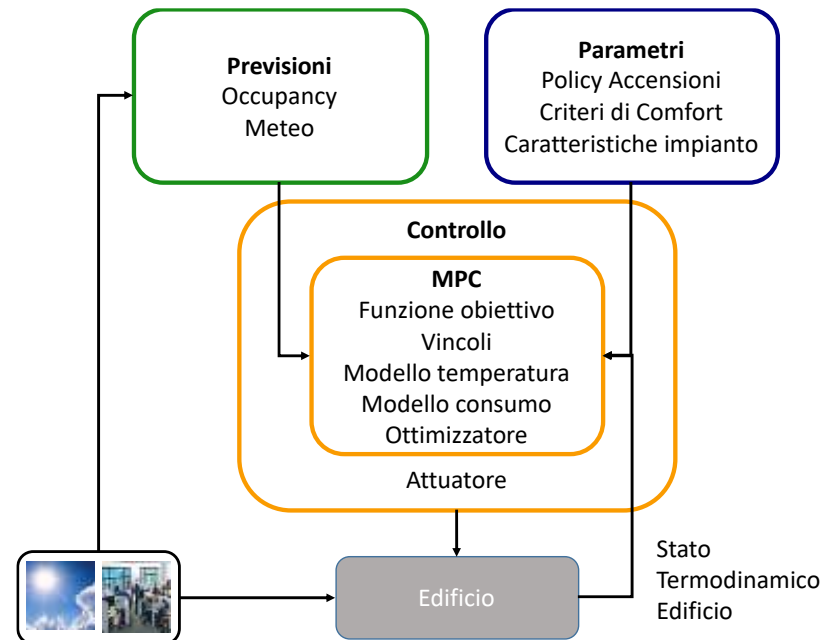


- Predict Heat and Climate Control è un software per la gestione degli impianti basato su modelli predittivi.
- L'algoritmo di previsione prende in considerazione le principali variabili esogene correlate alla climatizzazione degli edifici:
 - - Energia consumata
 - - Temperatura interna
 - - Presenza di utenti (occupancy)
 - - Condizioni meteo
- Il controllo, è in grado di determinare un andamento nel tempo dei setpoint che minimizzano l'energia consumata, **rispettando i vincoli di comfort**



L'ALGORITMO DI PREDICT

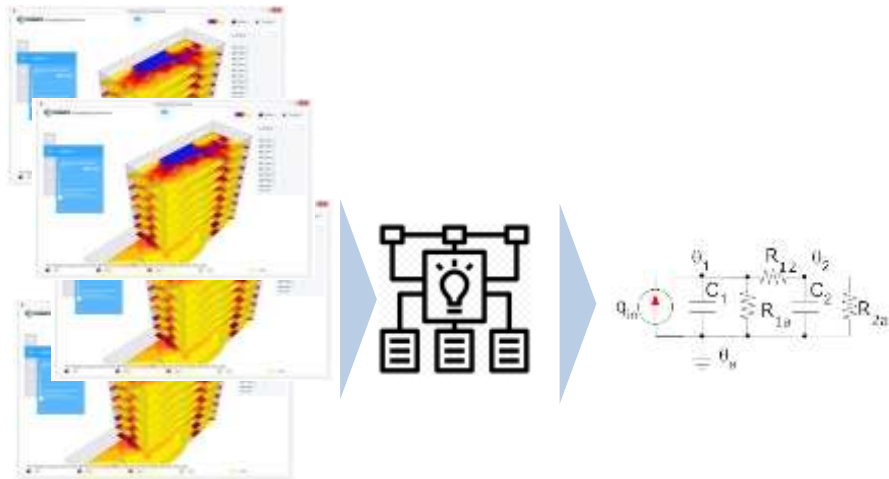
- L'algoritmo di Predict si basa sul metodo *Model Predictive Control* (MPC), che è già usato in ambito industriale per controllare un processo tenendo in considerazione un set di variabili che lo influenzano.
- Il vantaggio principale del metodo MPC consiste nell'ottimizzare il processo nell'istante corrente, tenendo in considerazione i periodi successivi.
- Questo è possibile ottimizzando un periodo definito, ma implementando nel processo solamente la prima parte e continuando ad ottimizzare il resto.
- Questa caratteristica rende il metodo ideale per la gestione impiantistica, rispetto ad un controllore PID normale





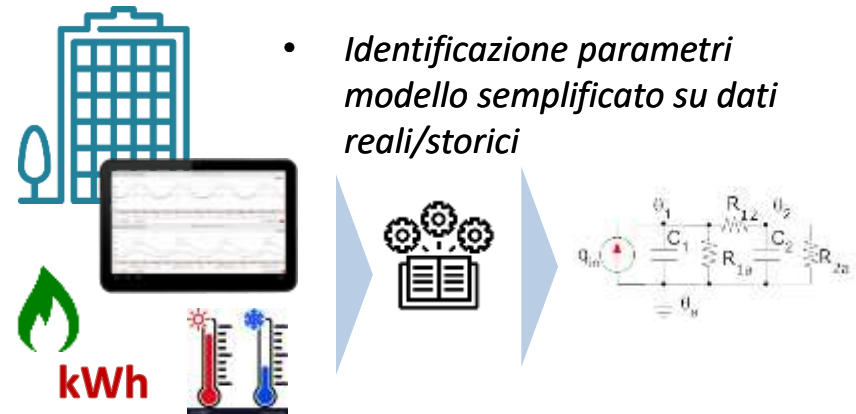
MODELLO SEMPLIFICATO

Modello previsionale semplificato del comportamento termodinamico dell'edificio: modello previsionale *data driven* che tiene conto dei fattori climatici esterni (temperatura, irraggiamento solare) e prevede la risposta termica dell'edificio al variare della regolazione dell'impianto di riscaldamento / raffreddamento.



Application

- *Identificazione parametri modello semplificato su dati reali/storici*





VANTAGGI DELL'APPLICAZIONE DI PREDICT

I grandi vantaggi del **controllo predittivo** sono lo sfruttamento delle previsioni disponibili dei disturbi (temperatura ambiente, radiazione solare, occupancy), la conoscenza della dinamica dell'edificio e la conformità garantita con i vincoli tecnologici e termici.

Compromesso ottimale tra comfort dell'utenza e consumo di energia

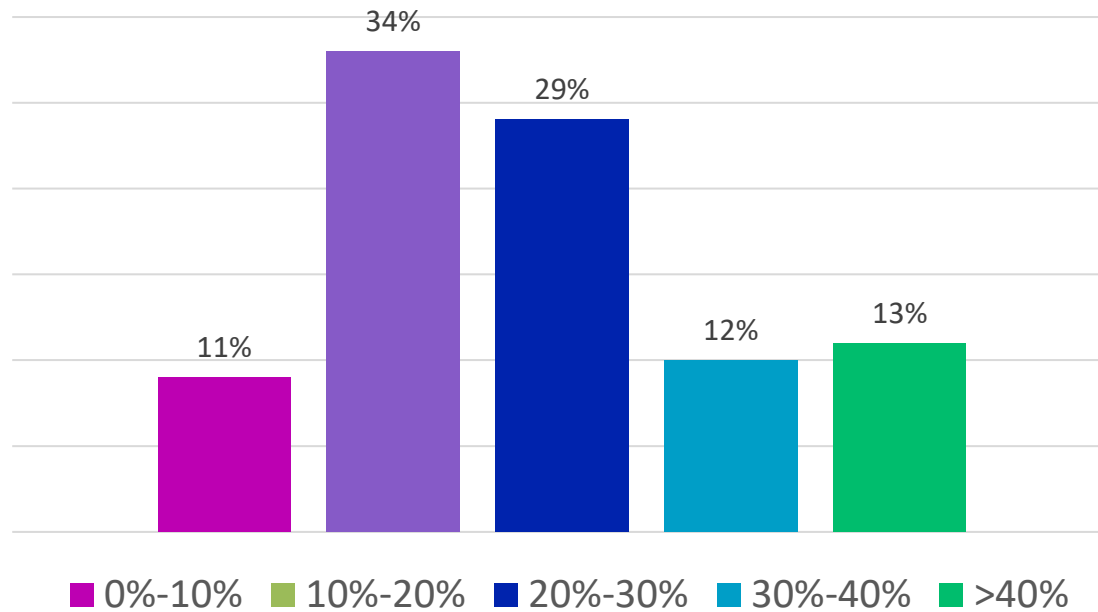
Il **controllo predittivo** può essere integrato in una struttura di controllo pre-esistente, come controllo di supervisione, mantenendo i circuiti di controllo locali.

Il **controllo predittivo** non è in contraddizione con i controllori convenzionali degli impianti tecnici, bensì può essere visto come un anello aggiuntivo in una funzione di supervisione. Ciò consente il retrofit con un intervento minimo nei sistemi di gestione dell'edificio esistenti.



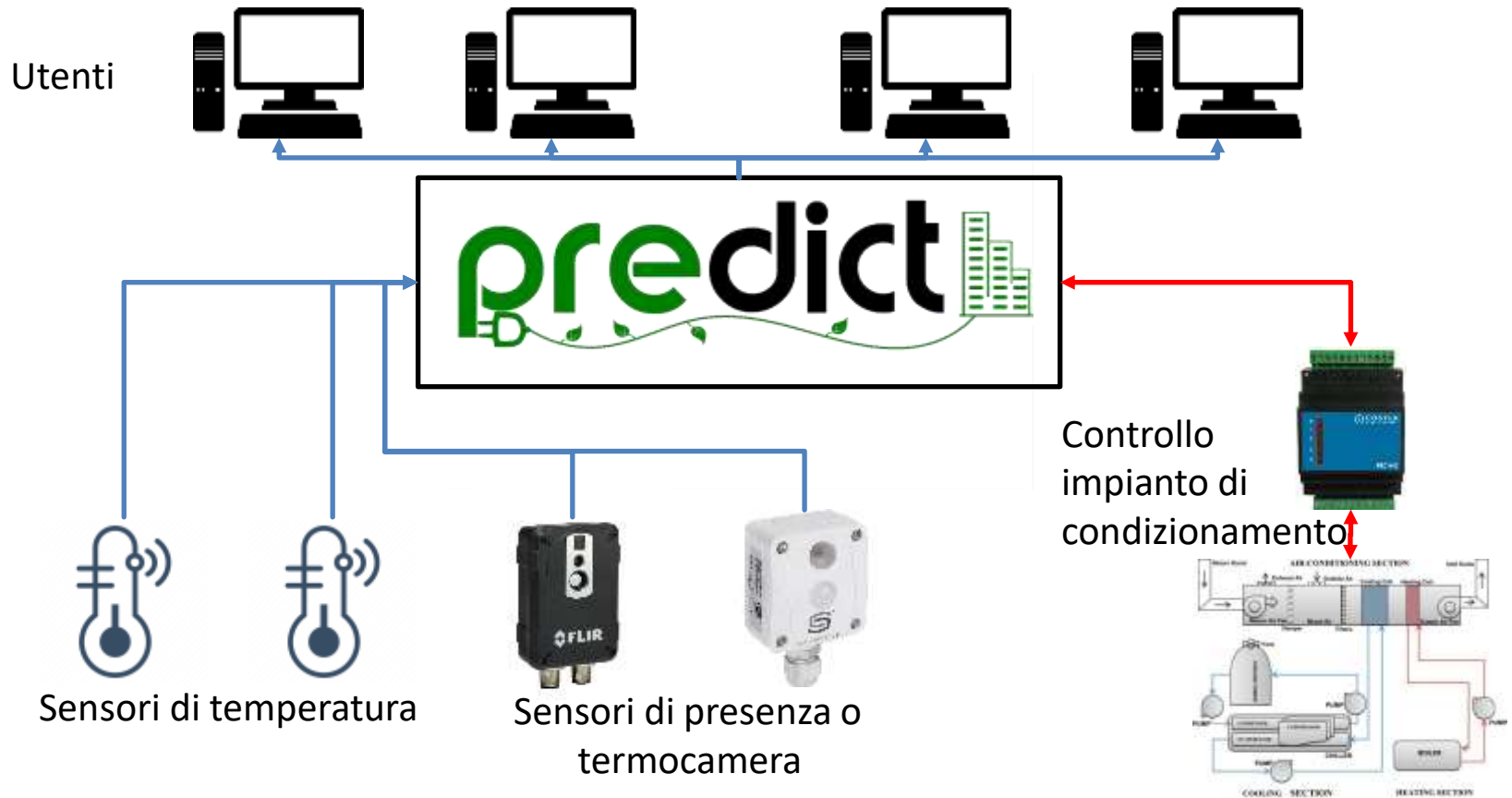
BENEFICI DEL CONTROLLO PREDITTIVO

Casi rilevati di risparmio ottenuto con l'utilizzo del controllo predittivo



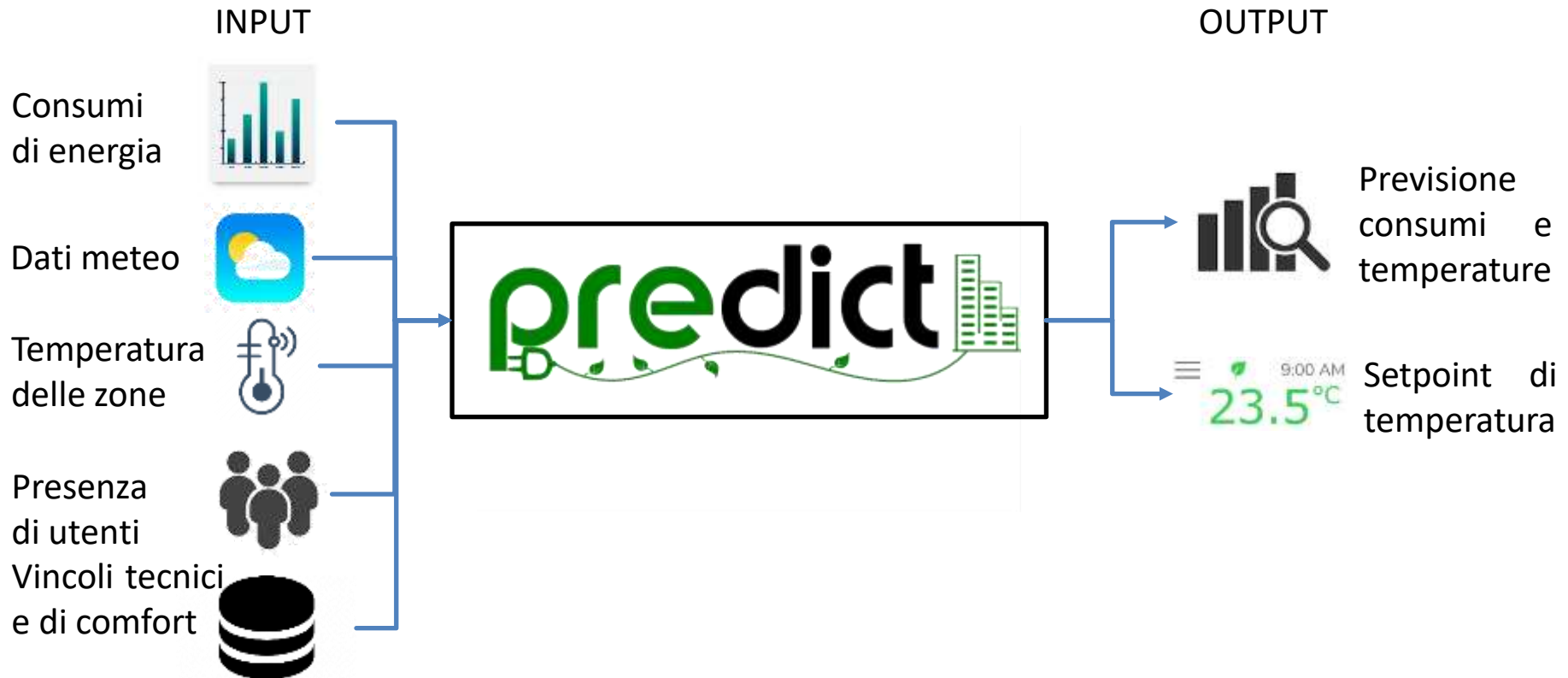


ARCHITETTURA HARDWARE





ARCHITETTURA LOGICA



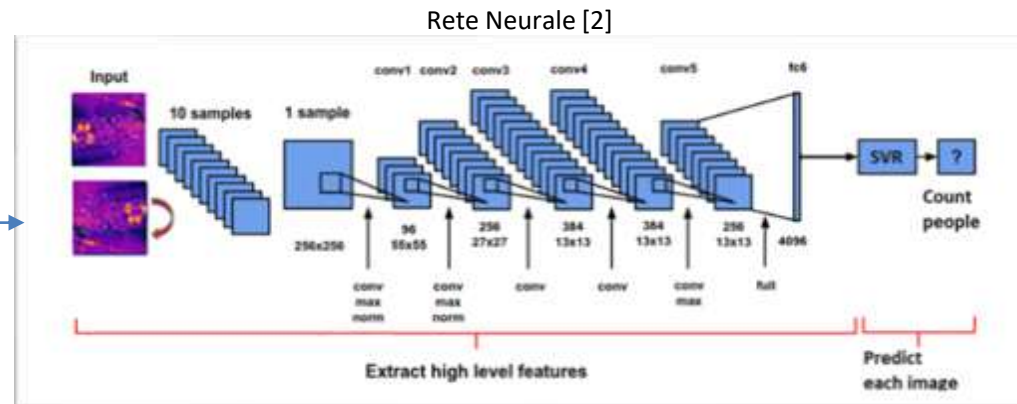
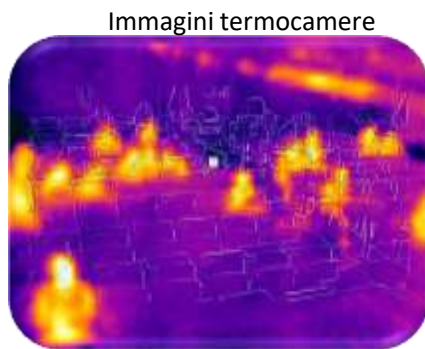


VINCOLI DI COMFORT

- Misurare il comfort è molto difficile (il **comfort percepito** è *soggettivo*)
- Spesso si codifica il comfort tramite una banda predefinita (es: 20°C – 25°C), oppure in determinate applicazioni si utilizzano le indicazioni delle norme (ad es., in campo ospedaliero)
- **Il controllo predittivo agisce sulle variabili controllabili per minimizzare il costo dell'energia consumata, nel rispetto dei vincoli di comfort.**



RILEVAMENTO OCCUPANCY



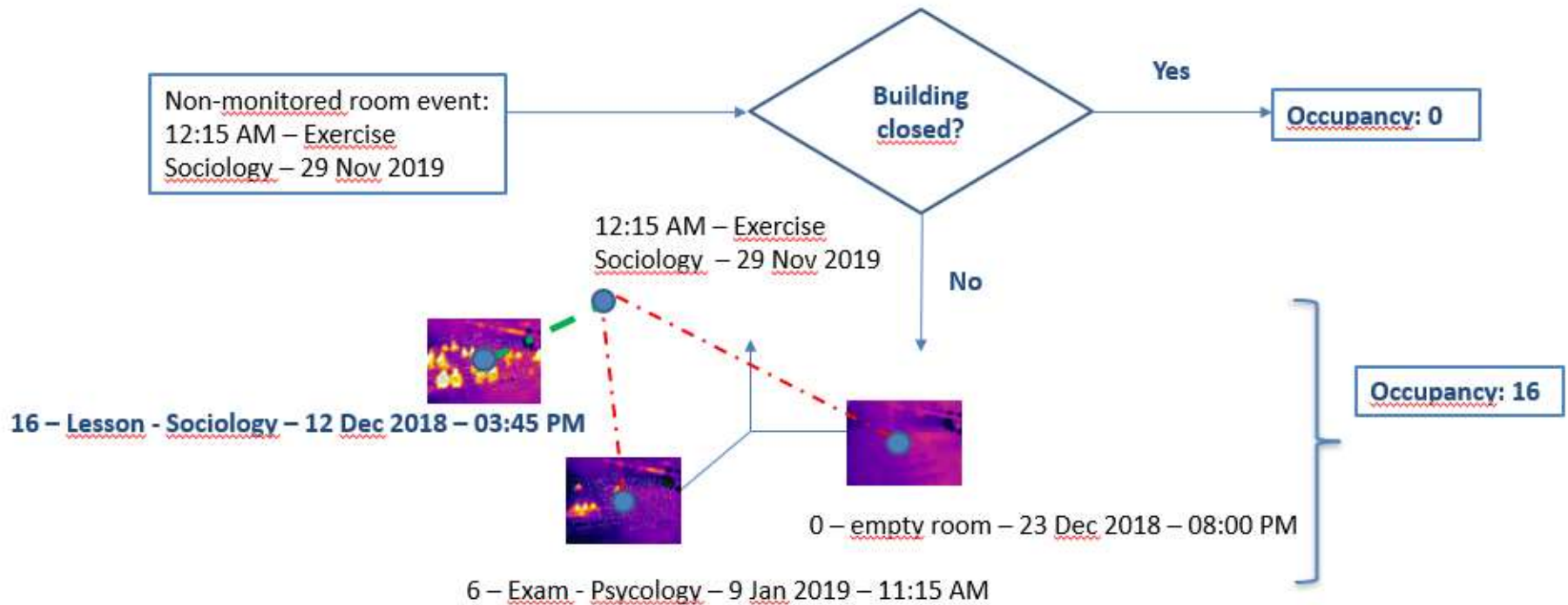
15 persone
Presenti
nella
stanza

È possibile ottenere un'ottima rilevazione con un numero molto basso di immagini



PREVISIONE OCCUPANCY

Incrociando i dati della rete neurale con quelli dell'utilizzo dell'edificio (orari apertura uffici, prenotazioni, ecc.), è possibile prevedere l'occupancy futura.

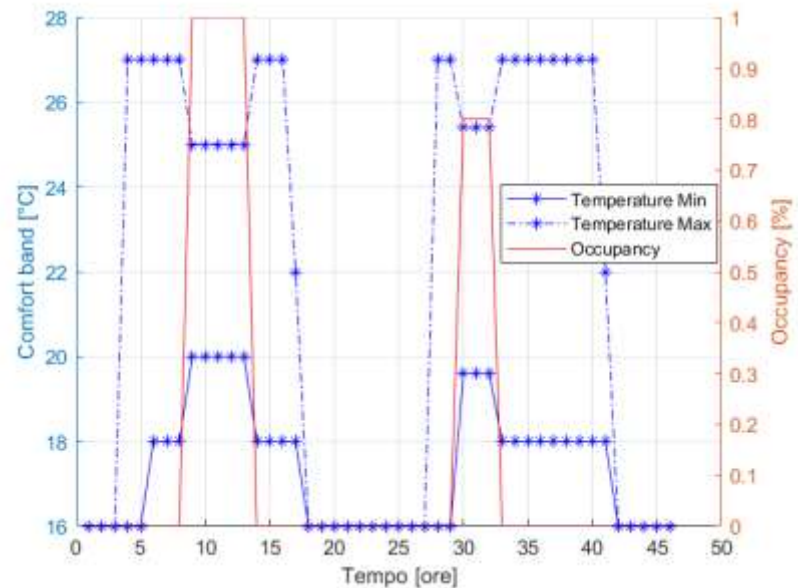




BANDA DI COMFORT MOBILE

Anziché riferirsi ad una sola banda di comfort, è possibile variare questo parametro rispetto a:

- - Occupancy (ad es: zona building vuota: 18°-27°, altrimenti 20°-25°)
- - Calendario attività (es: orari di apertura degli uffici)





OBIETTIVI SPECIFICI

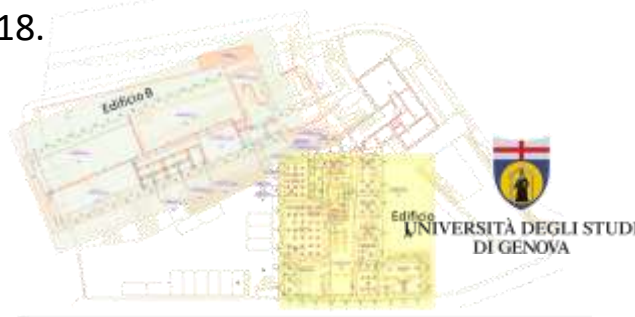
- Modellazione dell'edificio tramite un modello dinamico semplificato ottenuto con autoapprendimento che:
 - tenga conto dei fattori che influenzano il consumo energetico
 - permetta di prevedere il consumo nel breve termine sulla base di stime dei fattori influenzanti (es condizioni metereologiche, utilizzo, presenza di persone ecc);
- Utilizzo e validazione di tecniche di controllo ottimizzato basato su modello previsionale (Model Predictive Control MPC) per ottimizzare le prestazioni
- Diagnostica a breve e lungo termine basata sul confronto dei dati misurati con le previsioni del modello e i dati storici normalizzati in modo da assicurare il mantenimento di prestazioni ottimali e la valutazione costo/benefici di interventi di manutenzione.
- Inserimento nel ciclo di controllo del fattore umano costituito dal comportamento e dalla percezione del comfort degli utenti, utilizzabile anche a scopo diagnostico.



SPERIMENTAZIONE

Palazzina Ex-Eridania – Dipartimento di Scienze della Formazione- UNIGE

- Per la fase di sperimentazione è stato scelto il complesso del Dipartimento di Scienze della Formazione (DISFOR) in Corso Andrea Podestà, 2 Genova.
- Il complesso dell'Ex-Eridania è formato da tre corpi distinti, ciascuno indipendente dal punto di vista degli impianti di climatizzazione estiva e invernale, denominati rispettivamente A, B e C.
- La sperimentazione è attiva nel “Corpo B”, edificio a 3 piani adibito ad aule da metà Dicembre 2018.





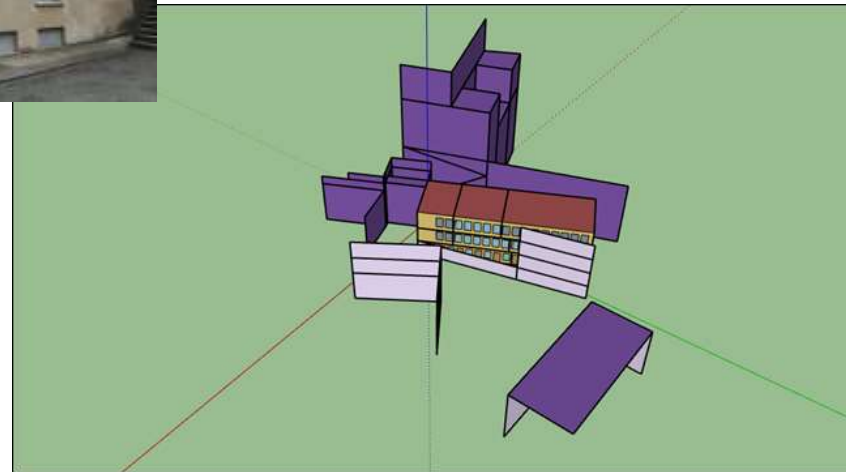
MODELLO DINAMICO DELL'EDIFICIO



Il sito di test del progetto è il **corpo B del DISFOR dell'Università di Genova**, sito in corso Podestà

I software utilizzati per il modello dinamico sono stati:

- **SketchUp** per la geometria del modello e le ombreggiature
- **EnergyPlus** per le proprietà degli elementi costruttivi e le simulazioni termodinamiche



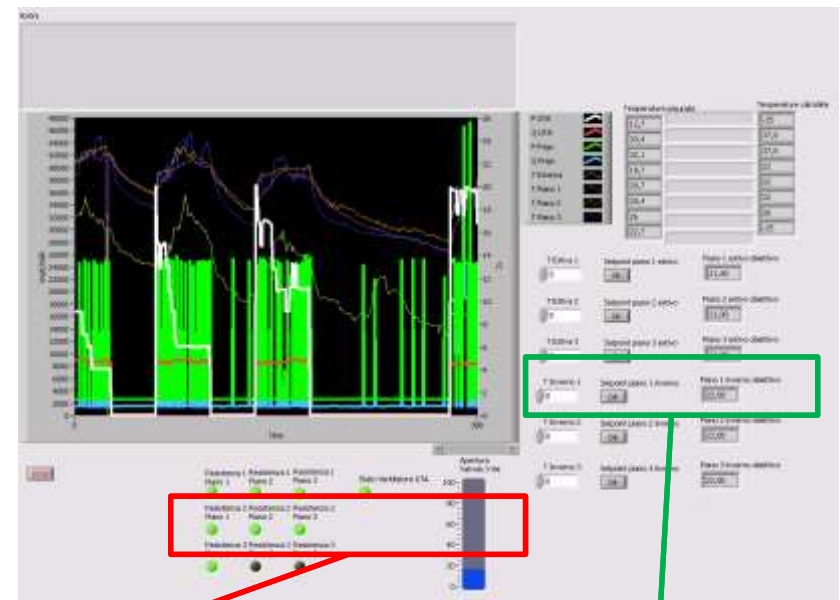


DIAGNOSTICA E CONTROLLO DEGLI IMPIANTI

Sono stati installati strumenti di monitoraggio e di controllo sull'impianto termico dell'edificio, costituito da un gruppo frigo ed un unità di trattamento aria.

È stato implementato un cruscotto per monitorare in tempo reale i dati di consumo e di temperatura esterna e nei diversi piani.

Attraverso il cruscotto è anche possibile inviare manualmente o in automatico i setpoint di temperatura obiettivo.



Stato della valvola, del ventilatore dell'UTA e delle resistenze di post-riscaldamento

Controllo manuale dei setpoint di temperatura



ANALISI DEL FEEDBACK

Il feedback sul comfort percepito dagli utenti è raccolto attraverso l'utilizzo di una web app fruibile attraverso lo smartphone

Si effettua **l'accesso** attraverso il browser dello smartphone o scannerizzando i QR code presenti nelle stanze dell'edificio



Si **seleziona la stanza** di cui si vuole dare il feedback da un menu a tendina o scannerizzando un QR code



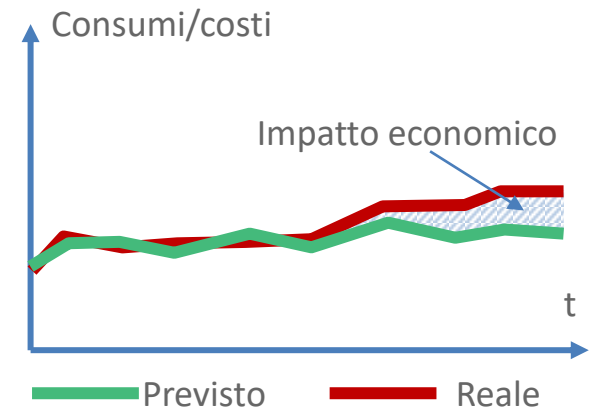
Si **invia il feedback** selezionando 5 diversi livelli di comfort, da molto freddo a molto caldo





DIAGNOSTICA E PIANIFICAZIONE INTERVENTI MANUTENTIVI

- Modello semplificato – usato come simulatore - consente il confronto tra prestazioni reali e previste su diversi intervalli
 1. Identificazione malfunzionamenti (consumi diversi dalla simulazione con dati reali)
 2. Valutazione impatto interventi di manutenzione (risparmi possibili ripristinando condizioni ottimali dell'edificio)
- Aggiornamento continuo e automatico del modello per recepire modifiche all'edificio/impianti
- Feedback utenti consente identificazione di situazioni anomale (variazione delle percentuali di gradimento)
- Possibili di segnalazione guasti e malfunzionamenti





CONCLUSIONI

Evidenziati i cambiamenti normativi in atto e **necessità di strumenti che permettano la conoscenza dei consumi energetici** non solo a posteriori ma anche in tempo reale

Caratteristiche generali di una piattaforma di Monitoraggio (multi sito, multi vettore energetico, web based, con “intelligenza a bordo”)

Applicazione al sito Università di Genova

Applicazioni innovative: gestione intelligente impianti di condizionamento (Predict)



SVILUPPO SOSTENIBILE, UNIVERSITA' E TERRITORIO

EFFICIENZA ENERGETICA IN PATRIMONI EDILIZI DEL TERZIARIO AVANZATO E DELLA FORMAZIONE

5 Marzo 2021

**ESPERIENZE DI RISPARMIO ENERGETICO TRAMITE IL MONITORAGGIO DEI CONSUMI
ENERGETICI E IL CONTROLLO DEGLI IMPIANTI**

F. Silvestro, S. Massucco, A. Vinci

GRAZIE DELL'ATTENZIONE!

